

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИГР И
СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Краxмалёва Елена Александровна

**Математическая модель обеспеченности экономики
региона квалифицированными кадрами**

Направление 01.04.02

Прикладная математика и информатика

Магистерская программа «Исследование операций и системный анализ»

Научный руководитель,
кандидат физ.-мат. наук,
доцент

Тарашнина С.И.

Санкт-Петербург

2017

Содержание

Введение.....	3
Постановка задачи.....	5
Глава 1. Исследование предметной области	7
1.1. Модель Петрозаводского государственного университета	7
1.2. Экспертно-аналитическая модель прогнозирования потребности экономики региона в подготовке кадров.....	9
1.3. Экономико-математическая модель прогнозирования потребности экономики региона в подготовке кадров.....	10
1.4. Модель трудовых ресурсов Цыбатова В. А.	11
1.5. Численная апробация существующей методики.....	13
1.6. Результаты и выводы.....	20
Глава 2. Математические модели обеспечения экономики региона квалифицированными кадрами	22
2.1. Анализ исходных данных.....	22
2.2. Модель Югорска	31
2.3. Математическая модель обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами	33
2.4. Апробация математической модели обеспеченности экономике региона квалифицированными кадрами	34
2.5. Математическая модель прогнозирования кадровой потребности	48
2.6. Апробация математической модели прогнозирования кадровой потребности	49
Выводы	52
Заключение	53
Список литературы	54
Приложение 1	56
Приложение 2	59
Приложение 3	62
Приложение 4	65
Приложение 5	68
Приложение 6	70
Приложение 7	72

Введение

В настоящее время решение задачи обеспечения экономики региона квалифицированными кадрами является важным направлением в развитии экономики любого региона. Решение таких задач определяет динамику развития основных сфер жизнедеятельности региона.

Необходимо построить систему управления профессиональной подготовкой кадров, которая будет обеспечивать воспроизводство трудовых ресурсов. Для этого требуется решение комплекса задач по разработке математической модели рынка труда.

Основным критерием оценки адекватности модели является формирование прогноза, обеспечивающего соответствие динамики развития региональной системы высшего и среднего профессионального образования (ВПО, СПО) потребностям экономики.

В качестве исходных данных берется демографическая модель региона. Демографическая модель рассчитывает динамику изменения численности населения региона по полу и возрасту при изменении коэффициентов рождаемости, смертности и миграционного прироста [1].

На сегодняшний день математические модели для анализа рынка труда используются на мировом уровне. Среди основных моделей можно выделить:

- Модель межотраслевого баланса INFORGE1 [2];
- Модель состояния рынка труда MONASH и ORANI-ED2 [3];
- Модель MDM – E33.

Данные модели не учитывают специфику региональной экономики, а потому не пригодны для регионов Российской Федерации.

Значимый вклад в развитие моделирования отечественного рынка труда внесли работы В. А. Гуртова, З. А. Васильева, Т. Д. Карминской, М. А. Макеева [4] – [7]. В работах перечисленных авторов учитываются следующие параметры:

- Экономический рост;
- Выход из samozанятости;
- Выпуск из системы профессионального образования;
- Миграция;
- Естественное возрастное выбытие населения.

Однако, не учтено влияние факторов:

- Изменение числа работающих пенсионеров;
- Нелинейное возрастно-половое распределение работающих;
- Особые формы работы.

Для определения кадровой потребности региональной экономики выделяют также эмпирические методы. В частности, методы, основанные на анкетировании. Применение таких методов определения кадровой потребности малоэффективно в Российской Федерации, в силу отсутствия четких требований по предоставлению требуемой для прогнозирования информации.

Постановка задачи

Предметом данного исследования является:

- 1) Анализ существующих математических моделей определения кадровой потребности региональной экономики:
 - модель Петрозаводского государственного университета (Гуртов В. А., Серова Л. М., Питухин Е. А.),
 - экономико-математическая модель прогнозирования потребности экономики региона в подготовке кадров (Мокроносов А. Г.),
 - экспертно-аналитическая модель прогнозирования потребности экономики региона в подготовке кадров (Косоруков О. А.),
 - модель трудовых ресурсов Цыбатова В. А. [8].
- 2) Анализ математической модели, учитывающей параметры, которые оказывают влияние на численность трудовых ресурсов: работающие пенсионеры, возрастно-половое распределение работающих, особые формы работы (модель Югорска: автор Татьянкин В. М.).
- 3) Модификация модели Югорска: «Математическая модель обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами».
- 4) Разработка математической модели прогнозирования кадровой потребности региона.

Практическая ценность данной работы:

- 1) Применение математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами: апробация на примере Санкт-Петербурга. Данная модель позволяет проводить исследование влияния на рынок труда следующих параметров:
 - изменение числа работающих пенсионеров,
 - нелинейное возрастно-половое распределение работающих,
 - особые формы трудовой деятельности, которые смогут повысить эффективность планирования потребности региона в кадрах.

2) Применение математической модели прогнозирования кадровой потребности региона. Апробация на данных Санкт-Петербурга.

Вычислительный эксперимент проводится с использованием данных по Санкт-Петербургу в период с 2006 по 2015 г. Выбор данного периода обусловлен существованием достоверных данных, а также позволяет проанализировать динамику экономики региона в докризисный, кризисный и посткризисный периоды.

Глава 1. Исследование предметной области

В первой главе рассмотрены существующие методики прогнозирования кадровой потребности региона [4, 9, 10].

1.1. Модель Петрозаводского государственного университета

Модель Петрозаводского государственного университета – это модель прогнозирования потребности экономики в квалифицированных кадрах по уровням, направлениям и объёмам подготовки. Модель позволяет сформировать задание на подготовку специалистов для системы профессионального образования Российской Федерации [4]. Разработкой модели занималась группа специалистов из Петрозаводского государственного университета: Гуртов В. А., Серова Л. М., Питухин Е. А. и др.

Математическая модель рынка труда применяется для каждого вида экономической деятельности и описывается формулами (1) - (3).

Численность трудовых ресурсов $L(t)$ доступных в году t рассчитывается по формуле

$$L(t + 1) = L(t) + L_{PE}^+(t) + L_U^+(t) + L_M^+(t) - L_{SC}^-(t) - L_M^-(t), \quad (1)$$

где $L(t)$ – среднегодовая численность занятых в экономике, $L_{PE}^+(t_i)$ – выпускники системы профессионального образования, $L_U^+(t)$ – переподготовленные и переобученные безработные, $L_M^+(t)$ – приехавшие трудовые мигранты, $L_{SC}^-(t)$ – естественно-возрастное выбывание, $L_M^-(t)$ – выбывшие трудовые мигранты.

Расчет среднегодовой численности занятых $L^*(t + 1)$, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда в году t , найдем по формуле (2)

$$L^*(t + 1) = \frac{I_X(t + 1)}{I_F(t + 1)} * L(t), \quad (2)$$

где $L(t)$ – среднегодовая численность занятых в экономике, $I_X(t + 1)$ – индекс изменения валового регионального продукта, $I_F(t + 1)$ – индекс изменения производительности труда.

Дополнительную потребность в специалистах находим по формуле (3)

$$\Delta D(t + 1) = L^*(t + 1) - L(t + 1). \quad (3)$$

где $L^*(t + 1)$ – среднегодовая численность занятых, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда, в $t + 1$ году, $L(t + 1)$ – численность трудовых ресурсов доступная в $t + 1$ году.

Прогнозные потребности в специалистах по уровням образования

$$R^e(t + 1) = k^e \cdot \Delta D(t), \quad \sum_{n=1}^e k^e = 1,$$

где e – уровень образования, k^e – доля специалистов, работающих по видам экономической деятельности, с уровнем образования e .

Расчёт прогнозной ежегодной потребности в специалистах по уровням образования и укрупнённым группам специальностей рассчитываем по формуле

$$N_y^e(t + 1) = \sum_{n=1}^l A_{n,y}^e \cdot R_n^e(t + 1),$$

где $N_y^e(t + 1)$ – прогноз потребности в специалистах с уровнем образования e и направлением подготовки y , $A_{n,y}^e$ – матрица профессионального квалификационного соответствия «видов экономической деятельности – l укрупнённых групп специальностей», $R_n^e(t + 1)$ – прогнозные потребности в специалистах по уровням образования.

Недостатками данной модели являются:

- 1) Не учтены некоторые показатели, участвующие в формировании трудовых ресурсов региона: работающие пенсионеры, возрастнополовое распределение занятых, маятниковая миграция.
- 2) Индекс изменения валового регионального продукта может быть меньше, чем индекс изменения производительности труда, что приведет к уменьшению расчетного значения численности занятых в экономике.

1.2. Экспертно-аналитическая модель прогнозирования потребности экономики региона в подготовке кадров

Основное отличие рассматриваемой модели от модели Петрозаводского государственного университета заключается в прогнозировании среднегодовой численности занятых по видам экономической деятельности (ВЭД) [4, 11]. Разработкой модели занималась группа специалистов из Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова: Косоруков О. А., Мусихин С. Н., Мысина К. А. [12].

Потребность в трудовых ресурсах рассчитывается по формуле:

$$PT(t + 1) = PT(t) \cdot IndPT(t),$$

где $PT(t + 1)$ – потребность в трудовых ресурсах в году $t + 1$, $PT(t)$ – потребность в трудовых ресурсах в году t , $IndPT(t)$ – индекс потребности в трудовых ресурсах в t году.

$$IndPT(t) = IndY(t) - \Delta IndPrTr(t) - \frac{\Delta inf(t)}{100},$$

где $IndY(t)$ – индекс выпуска товаров в году t , рассчитываемый как отношение значения показателя выпуска продукции в текущем периоде к значению соответствующего показателя в предыдущем периоде; $\Delta inf(t)$ – инфляция в году t ; $\Delta IndPrTr(t)$ – индекс производительности труда в году t .

$$\Delta IndPrTr(t) = IndInv(t) \cdot IndInn(t),$$

где $IndInv(t)$ – индекс инвестиционной привлекательности региона, рассчитываемый как отношение инвестиций, поступивших в регионе в году t к значению показателя в предыдущем периоде; $IndInn(t)$ – индекс ввода инноваций, рассчитываемый как отношения объёма инновационного оборудования в году t к соответствующему показателю в предыдущем периоде.

Особенность модели заключается в использовании единообразного подхода для определения численности занятых по различным видам экономической деятельности, что не всегда оправдано.

Недостатками модели являются:

- 1) Если индекс выпуска товаров меньше, чем сумма индекса производительности труда и инфляции, тогда появляется отрицательная численность трудовых ресурсов.

1.3. Экономико-математическая модель прогнозирования потребности экономики региона в подготовке кадров

Модель прогноза потребностей в подготовке персонала по уровням образования, профессиям и специальностям [13] рассчитывается по формуле

$$P = \sum_{g=1}^G \left(\sum_{c=1}^{C,P} \left(\sum_{i=1}^I \left(\sum_{r=1}^R z_{ir}^{cg} \cdot k_{dos}^i \cdot k_{teh}^i \cdot k_{vnp}^i \right) \right) \cdot k_{d/p}^{cg} \cdot k_{n/a}^{cg} \cdot k_{d/o}^{cg} \cdot k_{p/p}^{cg} \cdot k_{p/o}^{cg} \right),$$

где P – количественная потребность экономики в подготовке персонала по уровням образования, профессиям и специальностям; G – количество уровней образования; C, P – количество специальностей и профессий; z_{ir}^{cg} – заказ

предприятий образовательным учреждениям на подготовку квалифицированных кадров по уровням образования, группам специальностей и профессий; k_{dos}^i – коэффициент досчета до полного круга предприятий отрасли; k_{teh}^i – коэффициент увеличения объемов производства в отрасли; k_{vnp}^i – коэффициент технического и технологического развития отрасли; $k_{d/p}^{cg}$ – коэффициент движения рабочей силы по профессиям, специальностям (в рамках одной отрасли); $k_{n/a}^{cg}$ – коэффициент экономически неактивного населения (не приступающего к работе после получения образования); $k_{d/o}^{cg}$ – коэффициент движения рабочей силы по уровням образования (специалист приступает к работе не в соответствии с полученным уровнем образования); $k_{p/p}^{cg}$ – коэффициент привлечения специалистов из других отраслей; $k_{p/o}^{cg}$ – коэффициент привлечения специалистов с другим уровнем образования.

Недостатками данной модели являются:

- 1) Потребность в кадрах определяют предприятия, которые не заинтересованы в предоставлении информации.
- 2) Все предприятия имеют разные возрастные структуры занятых, что ставит под вопрос правильность использования коэффициента k_{dos}^i .
- 3) В модели не уточнен объём и способ анкетирования.

В итоге по полученным результатам тяжело судить о том, сколько специалистов нужно готовить в учреждениях профессионального образования.

1.4. Модель трудовых ресурсов Цыбатова В. А.

Модель трудовых ресурсов позволяет определить численность трудовых ресурсов в прогнозном периоде. Численность трудовых ресурсов в прогнозном периоде $[t_0, t_T]$ находим по формуле [8]

$$T(t_i) = N_{tr_tr}(t_i) + N_{tr_ntr}(t_i) + N_{tr_migr}(t_i), \quad t_i \in [t_0, t_T],$$

где $N_{tr_tr}(t_i)$ – численность трудоспособного населения в трудоспособном возрасте, $N_{tr_ntr}(t_i)$ – численность работающих граждан, находящихся за пределами трудоспособного возраста, $N_{tr_migr}(t_i)$ – численность иностранных трудовых мигрантов.

Численность трудоспособного населения в трудоспособном возрасте $N_{tr_tr}(t_i)$ рассчитывается по следующей формуле [8]

$$N_{tr_tr}(t_i) = N_{tr}(t_i) - N_{ntr_tr}(t_i), \quad t_i \in [t_0, t_T],$$

где $N_{tr}(t_i)$ – численность постоянного населения в трудоспособном возрасте, $N_{ntr_tr}(t_i)$ – численность неработающих пенсионеров в трудоспособном возрасте.

Численность работающих граждан, находящихся за пределами трудоспособного возраста $N_{tr_ntr}(t_i)$, рассчитывается по формуле [8]

$$N_{tr_ntr}(t_i) = N_{pn_tr}(t_i) + N_{child_tr}(t_i), \quad t_i \in [t_0, t_T],$$

где $N_{pn_tr}(t_i)$ – численность работающих пенсионеров старше трудоспособного возраста, $N_{child_tr}(t_i)$ – численность работающих лиц моложе трудоспособного возраста.

Численность иностранных трудовых мигрантов $N_{tr_migr}(t_i)$ рассчитывается по следующей формуле [8]

$$N_{tr_migr}(t_i) = N_{tr_migr}(t_{i-1})K_{migr}(t_i), \quad t_i \in [t_0, t_T],$$

где $K_{migr}(t_i)$ – коэффициент роста сальдо миграции по сравнению с предыдущим годом. Коэффициент $K_{migr}(t_i)$ рассчитывается по формуле [8]

$$K_{migr}(t_i) = 1 + \frac{(S_{migr}(t_i) - S_{migr}(t_{i-1}))N(t_{i-1})}{N_{migr}(t_{i-1})},$$

где $S_{migr}(t_i)$ и $S_{migr}(t_{i-1})$ – параметры сценарной карты «Миграционный прирост на 1000 чел. населения (промилле)», $N(t_{i-1})$ – численность населения

в предыдущем году, $N_{migr}(t_{i-1})$ – численность иностранных трудовых мигрантов в предыдущем году.

Численность занятых в экономике в прогнозном периоде рассчитывается по формуле [8]

$$T^*(t_i) = L_R(t_i) + L_G(t_i), \quad t_i \in [t_0, t_T],$$

где $L_R(t_i)$ – численность занятых в реальном секторе, $L_G(t_i)$ – численность занятых в секторе экономики, проводящем нерыночные услуги.

Модель трудовых ресурсов также позволяет рассчитать численность трудоспособного населения, не занятого в экономике в прогнозном периоде $[t_0, t_T]$. Получим [8]

$$T_{nz}(t_i) = T_{sc}(t_i) + T_{br}(t_i) + T_{pr}(t_i), \quad t_i \in [t_0, t_T],$$

где $T_{sc}(t_i)$ – численность обучающихся в трудоспособном возрасте с отрывом от работы в прогнозном периоде, $T_{br}(t_i)$ – численность безработных граждан, зарегистрированных в органах службы занятости в прогнозном периоде, численность прочих категорий трудоспособного населения, не занятого в экономике, в прогнозном периоде.

В [8] предлагается производить расчет с использованием трудового резерва, так как он зависит от численности занятого населения.

1.5. Численная апробация существующей методики

Параметры, используемые в рассмотренных моделях, не всегда качественно отражают действительность. Проверим адекватность работы модели Петрозаводского государственного университета.

Апробация математической модели будет проведена для города Санкт-Петербург. В качестве прогнозного периода выберем 2006 – 2015 год. Выбор такого промежутка обусловлен существованием достоверных входных данных за рассматриваемый промежуток времени. Суть модели заключается в

определении дополнительной кадровой потребности с ВПО и СПО в 2015 году. В качестве исходных данных используем:

- 1) Среднегодовая численность занятых в экономике с ВПО и СПО (тыс. чел.);
- 2) Количество выпускников системы ВПО и СПО (тыс. чел.);
- 3) Переподготовленные и переобученные безработные ВПО и СПО (тыс. чел.);
- 4) Приехавшие трудовые мигранты с ВПО и СПО (тыс. чел.);
- 5) Эмигранты с ВПО и СПО (тыс. чел.);
- 6) Естественнo-возрастнoе выбывание с ВПО и СПО (тыс. чел.);
- 7) Индекс изменения валового регионального продукта (%);
- 8) Индекс изменения производительности труда (%).

Все данные были взяты с сайта Росстата и ЕМИСС [14, 15]. В Таблице 1.1 представлены данные для апробации модели Петрозаводского государственного университета. Показатели перечислены выше.

Таблица 1.1. Исходные данные для апробации модели Петрозаводского государственного университета

Год \ Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8
2006	1585,82	100,46	6,83	24,20	13,31	10,29	108,3	107,6
2007	1716,03	104,72	4,27	26,24	13,17	10,28	113,1	111,8
2008	1824,17	104,43	4,11	38,18	14,75	10,25	109,3	109,3
2009	1769,50	109,21	2,43	36,81	13,68	9,10	94,3	97,7
2010	1820,16	110,34	3,40	41,78	14,72	8,90	105,5	104,7
2011	1913,87	107,05	3,51	74,35	34,36	8,96	108,3	106,5
2012	1929,65	105,07	3,39	108,65	60,03	8,61	104,3	103,1
2013	1890,91	95,07	0,60	149,89	79,44	7,83	101,8	100,4
2014	1936,42	90,40	0,40	154,14	118,12	7,92	101	100,4
2015	1990,13	97,41	0,30	133,04	117,53	8,24	101,4	101,4

Подставим исходные данные в формулы (1) - (2). Рассчитаем численность доступных трудовых ресурсов и среднегодовую численность занятых, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда в 2015 году на основе исходных статистических данных за предыдущий год. Получим

$$L(2015) = 1936,42 + 90,40 + 0,40 + 154,14 - 118,12 - 7,92 = 2055,32,$$

$$L^*(2015) = \frac{101,4}{101,4} * 1936,42 = 1936,42.$$

Теперь находим среднегодовую численности занятых, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда, с высшим профессиональным образованием в 2015 году по формуле (3). Получим

$$\Delta D(2015) = 1936,42 - 2055,32 = -118,90.$$

В результате численного эксперимента получаем, что в 2015 году не требуются специалисты и 118,90 тыс. специалистов не задействованы в экономике региона. Согласно исходным данным, количество занятых специалистов с ВПО, СПО в 2015 году составляло 1990,13 тыс. чел. В итоге ошибка при использовании модели составила

$$E(2015) = \left| \frac{L(2015) - L_{fact}(2015)}{L_{fact}(2015)} \right| \cdot 100 \% = \left| \frac{2055,32 - 1990,13}{1990,13} \right| \cdot 100 \% = 3,28 \%$$

Апробация модели в период с 2006 по 2015 год на основе исходных статистических данных за предыдущий год представлена в Таблице 1.2.

Таблица 1.2. Расчетные значения показателей рынка труда по модели Петрозаводского государственного университета на основе исходных статистических данных за предыдущий год

	Среднегодовая численность занятых в экономике с ВПО, СПО (тыс. чел.)	Численность доступных трудовых ресурсов с ВПО, СПО (тыс. чел.)	Среднегодовая численности занятых, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда (тыс. чел.)	Потребность в специалистах с ВПО, СПО (тыс. чел.)	Ошибка (%)
	факт	модель			
2007	1716,03	1693,72	1604,26	-89,46	1,30
2008	1824,17	1827,81	1716,03	-111,77	0,20
2009	1769,50	1945,89	1760,68	-185,21	9,97
2010	1820,16	1895,16	1783,02	-112,14	4,12
2011	1913,87	1952,06	1850,93	-101,14	2,00
2012	1929,65	2055,47	1936,15	-119,32	6,52
2013	1890,91	2078,12	1956,56	-121,57	9,90
2014	1936,42	2049,19	1902,21	-146,98	5,82
2015	1990,13	2055,32	1936,42	-118,90	3,28

Таким образом, получаем среднюю ошибку аппроксимации 4,79%.



Рис. 1.1: Среднегодовая численность занятых с ВПО и СПО: фактическое и модельное значения

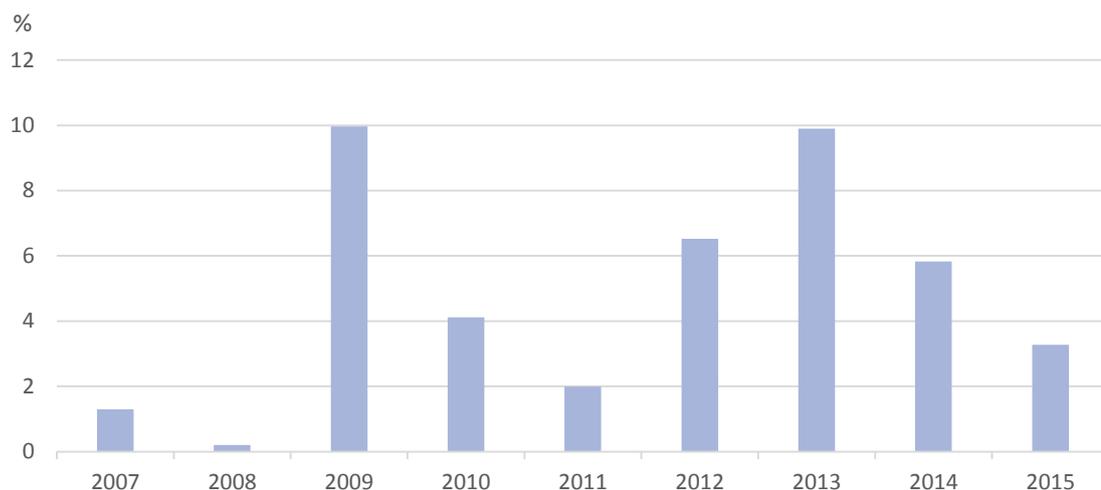


Рис. 1.2: Ошибка работы модели Петрозаводского государственного университета за год

Далее найдем ошибку аппроксимации модели Петрозаводского государственного университета при прогнозировании на долгосрочный период (2007 – 2015 гг.). Рассчитаем численность доступных трудовых ресурсов и среднегодовую численности занятых, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда в 2007 году на основе исходных статистических данных за предыдущий год, с 2008 по 2015 год на основе модельных данных, полученных за предыдущий год. Получим Таблицу 1.3.

Таблица 1.3. Расчетные значения показателей рынка труда по модели Петрозаводского государственного университета на основе модельных данных за предыдущий год

	Среднегодовая численность занятых в экономике с ВПО, СПО (тыс. чел.)	Численность доступных трудовых ресурсов с ВПО, СПО (тыс. чел.)	Среднегодовая численности занятых, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда (тыс. чел.)	Потребность в специалистах с ВПО, СПО (тыс. чел.)	Ошибка (%)
	факт	модель			
2007	1716,03	1693,72	1604,26	-89,46	1,30
2008	1824,17	1815,44	1693,72	-121,73	0,48
2009	1769,50	1941,10	1752,26	-188,84	9,70
2010	1820,16	2073,00	1955,93	-117,07	13,89
2011	1913,87	2214,59	2108,04	-106,56	15,71
2012	1929,65	2363,07	2240,37	-122,70	22,46
2013	1890,91	2521,35	2396,02	-125,33	33,34
2014	1936,42	2640,25	2536,42	-103,83	36,35
2015	1990,13	2745,23	2640,25	-104,98	37,94

Рассчитываем численность доступных трудовых ресурсов и среднегодовую численности занятых, необходимых для обеспечения планового ВРП с заданной производительностью труда в 2015 году на основе модельных данных за предыдущий год. Получим:

$$N(2015) = 2640,25 + 90,40 + 0,40 + 154,14 - 118,12 - 7,92 = 2745,23,$$

$$L^*(2015) = \frac{101,4}{101,4} * 2640,25 = 2640,25.$$

Теперь находим дополнительную потребность в специалистах с высшим профессиональным образованием в 2015 году по формуле (3). Получим

$$\Delta D(2015) = 2640,25 - 2745,23 = -104,98.$$

В результате численного эксперимента получаем, что в 2015 году не требуются специалисты и 104,98 тыс. специалистов не задействованы в экономике региона. Согласно исходным данным, количество занятых

специалистов с ВПО, СПО в 2015 году составляло 1990,13 тыс. чел. В итоге ошибка при использовании модели составила

$$E(2015) = \left| \frac{L(2015) - L_{fact}(2015)}{L_{fact}(2015)} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{2745,23 - 1990,13}{1990,13} \right| \cdot 100\% = 37,94\%.$$

Таким образом, получаем среднюю ошибку аппроксимации 19,02%.

На Рис. 1.3 видно, что фактическая среднегодовая численность занятых в экономике с ВПО, СПО и численность доступных трудовых ресурсов с ВПО отличается (график построен по Таблице 1.3). Ошибка с каждым годом накапливается.



Рис. 1.3: Среднегодовая численность занятых с ВПО и СПО: фактическое и модельное значения

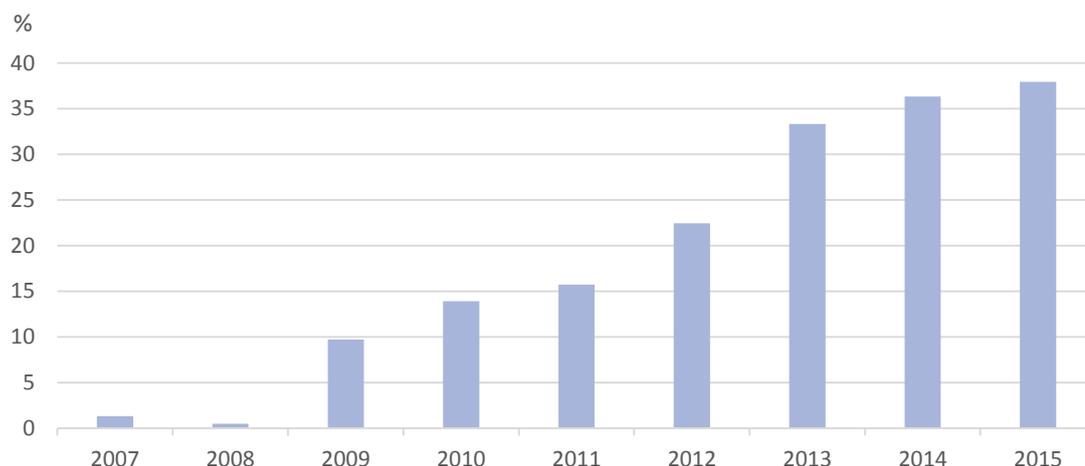


Рис. 1.4: Накопленная ошибка работы модели Петрозаводского государственного университета за весь моделируемый период

1.6. Результаты и выводы

В рамках первой главы выполнено:

1. Проанализированы существующие модели рынка труда и способы прогнозирования потребности в кадрах;
2. Выявлены основные недостатки моделей и методов;
3. В ходе апробации модели Петрозаводского государственного университета выявлены ошибки при прогнозировании потребности в кадрах.

Рассмотренные модели имеют преимущества и недостатки. В качестве основных недостатков стоит выделить:

1. Отсутствие инструмента анализа возрастно-половой структуры занятого населения;
2. Отсутствие в моделях маятниковой миграции;
3. Отсутствие специалистов, обучающихся за пределами своего региона.

Для ряда регионов такие допущения могут отразиться на результате прогнозирования потребности в кадрах региона в значительной степени.

Таким образом, необходима модификация существующих моделей прогнозирования.

Глава 2. Математические модели обеспечения экономики региона квалифицированными кадрами

Во второй главе проводится:

- анализ рынка труда Санкт-Петербурга,
- анализ модели Югорска (Татьянкин В.М.),
- модификация модели Югорска с учетом региональной специфики региона: «Математическая модель обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами»,
- апробация математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами на данных Санкт-Петербурга,
- разработка модели прогнозирования кадровой потребности региона,
- апробация модели прогнозирования кадровой потребности региона на данных Санкт-Петербурга.

В модели Югорска и модифицированной модели учтены следующие факторы:

- внешние миграционные потоки населения;
- динамика выпуска специалистов из региональной сети профессионального образования;
- динамика выпуска специалистов вне региональной сети профессионального образования;
- численность работающих пенсионеров.

2.1. Анализ исходных данных

На примере Санкт-Петербурга рассмотрим влияние региональных особенностей на рынок труда.

Структура занятого населения по уровням образования представлена на Рис. 2.1. Данные взяты с сайтов Росстат и ЕМИСС [14, 15].



Рис. 2.1: Структура занятого населения Санкт-Петербурга по уровням образования (СПО, ВПО)

Видно, что число специалистов с СПО практически в два раза превышает число специалистов с ВПО.

В Таблице 2.1 приведена возрастная структура занятого в экономике Санкт-Петербурга мужского населения относительно общего числа занятых в экономике региона в период с 2006 по 2015 год (%), в Таблице 2.2 – женского населения в период с 2006 по 2015 год (%).

Таблица 2.1. Возрастная структура занятого в экономике Санкт-Петербурга мужского населения относительно общего числа занятых в экономике (тыс. чел.)

Возраст\ Дата	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	1,2	23,4	23,9	25,6	20,8	5,1
2007	1,4	24	23,8	24,4	20,4	6
2008	1,1	25,3	23,2	23,4	20,4	6,6
2009	0,7	24,9	23,9	23,5	19,9	7,1
2010	0,5	25	24,5	23,1	20	6,9
2011	0,4	25,1	24,6	22,4	19,9	7,6
2012	0,3	23	26,5	22,1	20,4	7,7
2013	0,4	22,6	26,7	22,4	20,4	7,5
2014	0,3	22,4	27,4	22,5	20,7	6,7
2015	0,3	22,5	27,6	22,2	20,5	6,9

Таблица 2.2. Возрастная структура занятого в экономике Санкт-Петербург женского населения относительно общего числа занятых в экономике (тыс. чел.)

Возраст\ Дата	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,9	19,7	22,5	28,9	24,3	3,7
2007	0,9	20,3	21,8	27,5	24,6	4,9
2008	1,1	20	21,7	27,5	23,9	5,8
2009	0,8	20,5	22,7	26,1	23,7	6,2
2010	0,4	20,5	22,6	26	24	6,5
2011	0,3	20,8	23,1	25,4	23,7	6,7
2012	0,3	21,4	24	23,1	24,2	7
2013	0,2	20,2	24,3	23,9	24,8	6,6
2014	0,2	19,9	25,1	24	24,8	6
2015	0,1	19,9	25,5	23,4	24,7	6,4

Пик занятого мужского и женского населения приходится на 30-40 лет (Рис. 2.2). Причем занятость мужского населения с увеличением возраста уменьшается значительно больше, чем занятость женского населения. Среднегодовая численность занятых женщин больше, чем среднегодовая численность занятого мужского населения, что связано со структурой численности населения Санкт-Петербурга [14,15].



Рис. 2.2: Возрастная структура занятого в экономике Санкт-Петербурга женского и мужского населения относительно общего числа занятых в экономике региона в 2015 году

Численность занятого с ВПО и СПО мужского и женского населения приведена в Таблице 2.3.

Таблица 2.3. Численность занятого с ВПО и СПО мужского и женского населения Санкт-Петербурга (тыс. чел.)

	Мужчины ВПО	Мужчины СПО	Женщины ВПО	Женщины СПО
2006	270,25	439,31	333,74	542,51
2007	290,75	476,78	359,31	589,20
2008	287,99	527,98	355,84	652,37
2009	300,69	491,38	371,06	606,36
2010	279,25	536,45	343,87	660,59
2011	296,71	562,00	364,60	690,57
2012	293,36	573,86	359,40	703,03
2013	291,15	562,05	354,11	683,59
2014	313,93	564,29	378,26	679,94
2015	341,47	561,65	411,00	676,01

На Рис. 2.3 видно, что численность занятого женского населения значительно преобладает над численностью занятого мужского населения. Такую закономерность можно объяснить преобладанием женского населения в Санкт-Петербурге.

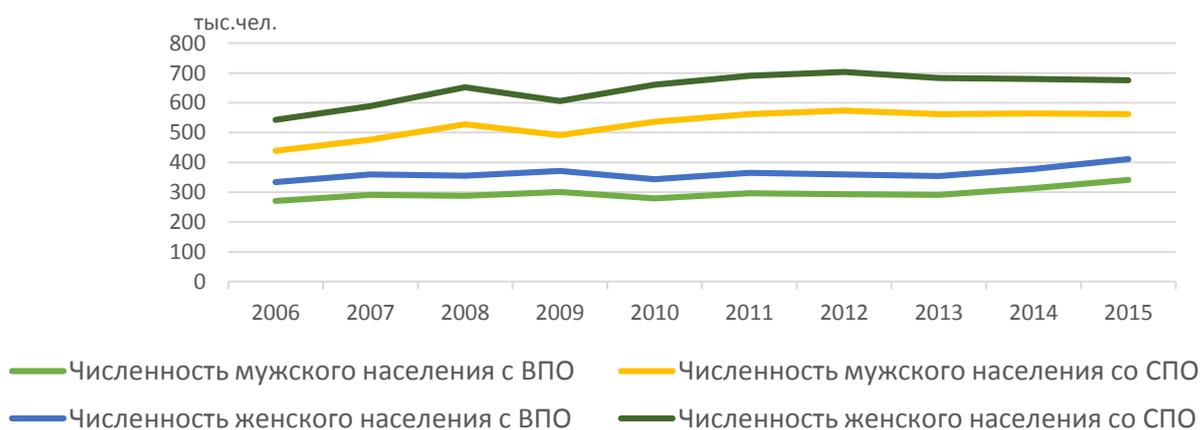


Рис. 2.3: Численность занятого в экономике Санкт-Петербурга женского и мужского населения по уровням образования

Рассмотрим процент занятости населения пенсионного возраста в экономике региона. Население пенсионного возраста - это резерв трудовых

ресурсов, который используется рынком труда, но необходимо учитывать, что резерв не бесконечен и его придётся восполнять.

Построим график, который показывает процент работающих пенсионеров в Санкт-Петербурге в период с 2009 по 2015 год (Рис. 2.4, Таблица 2.4).

Таблица 2.4. Численность работающих пенсионеров в Санкт-Петербурге

	Численность занятых в экономике (тыс. чел.)	Численность работающих пенсионеров (тыс. чел.)	Процент занятых пенсионеров в экономике (%)
2009	2 730,70	232,61	8,518319275
2010	2 732,98	241,72	8,844567664
2011	2 802,16	245,54	8,762535433
2012	2 862,98	249,71	8,722021751
2013	2 805,50	248,47	8,856531813
2014	2 860,30	234,87	8,211376429
2015	2 905,30	236,71	8,147523492

В среднем за 7 лет процент работающих пенсионеров составил 8,58%, что значительно влияет на экономику региона.

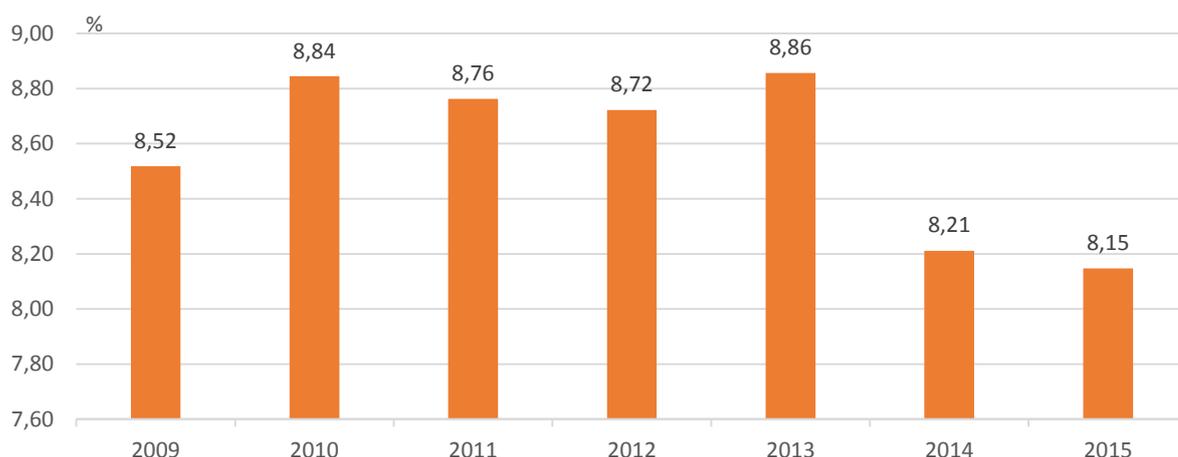


Рис 2.4: Численность работающих пенсионеров в Санкт-Петербурге (тыс. чел.)

Коэффициент смертности трудоспособного населения с каждым годом уменьшается. Данные представлены в Таблице 2.5 и на Рис. 2.5.

Таблица 2.5. Коэффициент смертности мужского и женского населения трудоспособного возраста на 1000 чел. в Санкт-Петербурге

	Коэффициент смертности мужского населения трудоспособного возраста	Коэффициент смертности женского населения трудоспособного возраста
2006	10,13	2,82
2007	9,26	2,67
2008	8,66	2,54
2009	7,87	2,37
2010	7,44	2,27
2011	7,1	2,18
2012	6,68	2,15
2013	6,19	1,97
2014	6,1	2
2015	6,14	2,03



Рис. 2.5. Коэффициенты смертности женского и мужского населения трудоспособного возраста (на тыс. чел.)

Работа специалистов в пенсионном возрасте является неизбежной, это связано в первую очередь с дефицитом трудовых ресурсов, а также с низким финансовым обеспечением пенсионеров.

Количество специалистов, достигших пенсионного возраста, определяется возрастной структурой населения. Особенность возрастной структуры работающего населения заключается в том, что по уровням

образования они сильно отличаются. Структура занятого населения по ВЭД в Санкт-Петербурге представлена в Таблице 2.6.

Таблица 2.6. Структура занятого населения по ВЭД в Санкт-Петербурге (%)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
2	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	0
3	17,4	16,7	15,8	14,3	14	14,1	14,3	14,2	13,6	13,6
4	1,9	1,5	1,5	1,6	2	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6
5	10,1	9,9	10	9,8	10	10,3	10,3	10,2	10,3	10,2
6	19,4	20,6	20,8	21,7	22	21,9	21,6	21,7	21,9	21,7
7	2,7	3	2,7	2,7	2	2,4	2,5	2,6	2,3	2,3
8	1,6	2	2,1	2,1	2,1	2	2,3	2,5	2,4	2,3
9	3,8	3,8	3,8	4	3,9	4	3,6	3,4	3,4	3,4
10	6,4	6,4	6,5	6,7	6	5,7	5,9	5,7	5,8	5,9

где ВЭД:

1. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство;
2. Добыча полезных ископаемых;
3. Обрабатывающие производства;
4. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды;
5. Строительство;
6. Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования;
7. Гостиницы и рестораны;
8. Финансовая деятельность;
9. Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение;
10. Здравоохранение и предоставление социальных услуг.

Заметим, что основная часть занятого населения распределена между следующими видами экономической деятельности: обрабатывающие

производства, строительство, оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования.

Миграция населения является самым динамичным потоком изменения трудовых ресурсов. В Таблице 2.7 представлена миграция населения по уровням образования.

Таблица 2.7. Миграция населения по уровням образования (тыс. чел.)

	Миграция с ВПО (чел)	Миграция со СПО (чел)
2006	3,713	7,245
2007	3,965	6,631
2008	8,481	2,708
2009	9,611	6,213
2010	13,474	7,494
2011	23,961	15,968
2012	25,662	19,657
2013	30,232	19,979
2014	26,024	12,137
2015	27,781	9,24

В результате, если по данным статистики миграция по уровням образования отрицательна, возможно, может сложиться такая ситуация, что трудовых ресурсов, способных к трудовой деятельности, станет меньше. Заметим, что пик мигрантов приходится на возраст от 20 до 30 лет, который в свою очередь является трудоспособным возрастом (Таблица 2.8, Таблица 2.9.).

Таблица 2.8. Возрастная миграция населения с ВПО в Санкт-Петербурге (тыс. чел.)

Год \ Возраст	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
до 20 лет	0	0	0	0	0	0,14	0,096	0,163	0,018	0,222
20-30	1,027	1,596	4,041	5,325	7,266	13,997	12,728	14,156	11,713	13,356
30-40	1,166	1,068	2,143	2,109	3,034	5,619	6,788	8,761	8,007	7,573
40-50	0,932	0,722	1,145	1,111	1,441	2,413	3,461	3,882	2,839	2,994
50-60	0,457	0,399	0,764	0,708	1,05	0	0	0	0	0
после 60	0,131	0,18	0,391	0,358	0,683	0,428	0,821	1,184	1,496	0,679

Таблица 2.9. Возрастная миграция населения со СПО в Санкт-Петербурге

(тыс. чел.)

Год \ Возраст	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
до 20 лет	0,486	0,801	0,517	0,522	0,554	0,974	1,47	0,793	0,753	1,226
20-30	3,594	3,324	1,86	3,711	4,184	9,296	9,472	8,682	5,001	4,28
30-40	1,568	1,305	0,184	1,058	1,284	3,505	4,28	5,191	2,569	1,521
40-50	0,77	0,521	0,058	0,483	0,561	1,764	2,651	3,125	1,73	0,344
50-60	0,404	0,261	0,047	0,265	0,425	0	0	0	0	0
после 60	0,423	0,409	0,022	0,174	0,486	-0,102	0,462	0,823	0,903	0,292

Количество трудовых ресурсов, прибывших в экономику региона с высшим профессиональным образованием увеличивается с каждым годом (Таблица 2.8), а со средним профессиональным образованием уменьшается. Процент прибывающих мигрантов с ВПО и СПО представлен на Рис. 2.6.



Рис. 2.6. Процент мигрантов с ВПО и СПО по отношению к общему числу мигрантов в Санкт-Петербурге (%)

Рассмотренные показатели являются ключевыми для обеспечения экономики Санкт-Петербурга квалифицированными кадрами. Данные показатели будут использоваться в дальнейшем для апробации моделей. Далее рассмотрим модель Югорска [11].

2.2. Модель Югорска

Существующие модели, описывающие рынок труда, имеют ряд недостатков, которые приводят к недостоверным результатам. В связи с этим рассмотрим модель Югорска, разработанную в 2015 году Татьянкиным В. М. [11]. Модель Югорска решает прямую задачу обеспечения экономики региона квалифицированными кадрами. Суть прямой задачи заключается в определении параметров и связей между параметрами, влияющих на интересующий нас объект, на основе которых строится математическая модель.

Для определения доли работающего населения используется коэффициент занятости населения, рассчитываемый по формуле

$$Y_s^{j,l} = \frac{Rab_s^{j,l}}{Nas_s^{j,l}}, \quad (4)$$

где $Y_s^{j,l}$ – коэффициент занятости населения в возрасте l , $Rab_s^{j,l}$ – количество работающих специалистов в возрасте l , $Nas_s^{j,l}$ – всего специалистов в возрасте l , j – уровень образования, s – пол.

Данный коэффициент учитывает следующие параметры:

- декретный отпуск,
- служба в армии,
- возраст выхода на пенсию,
- трудоустройство выпускников,
- работающие пенсионеры.

Дополнительная потребность региональной экономики в трудовых ресурсах учитывает:

- внешние миграционные потоки населения, включая вахтовых и иностранных рабочих,

- динамику выпуска специалистов из региональной сети профессионального образования,
- динамику выпуска специалистов вне региональной сети профессионального образования,
- численность работающих пенсионеров,
- особые социальные льготы (декретный отпуск, служба в армии).

Математическая модель Югорска представлена в виде системы уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} E(t) = f_s(t) - f_p(t) \\ f_s(t) = \sum_{j=1}^d F_j \\ f_p(t) = \sum_{r=1}^2 \sum_{i=a}^b x_i^r(t) y_i^r(t) + g(t) \\ x_i^r(t+1) = x_{i-1}^r(t) k_{i-1}^r(t) + z_i^r(t+1) + v_i^r(t+1) + e_i^r(t+1) \end{array} \right. , \quad (5)$$

где $E(t)$ – дополнительная потребность региональной экономики в трудовых ресурсах, $f_s(t)$ – требуемое количество трудовых ресурсов для запланированного развития региональной экономики, $f_p(t)$ – количество трудовых ресурсов, которым располагает региональная экономика, t – планируемый год, F_j – численность занятых по видам экономической деятельности, которая прогнозируется, $j = 1, \dots, d$ – виды экономической деятельности, $g(t)$ – внешние трудовые потоки, которые прогнозируются, $x_i^r(t)$ – возрастно-половое распределение населения региона, $r = 1$ – мужчины, $r = 2$ – женщины, $i = a, \dots, b$, a – возраст начала трудовой деятельности, b – возраст окончания трудовой деятельности, $y_i^r(t)$ – возрастно-половые коэффициенты занятости населения региона, $z_i^r(t)$ – возрастно-половое распределение мигрантов в регионе, $k_i^r(t)$ – возрастно-половые коэффициенты смертности населения региона, $e_i^r(t)$ – выпуск специалистов региональными учреждениями профессионального

образования, $v_i^r(t)$ – дополнительный поток специалистов (обучение вне региона, переобучение).

2.3. Математическая модель обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами

Математическая модель Югорска (5) требует доработки. Основными недостатками модели (5) являются:

- 1) При расчете возрастного-полового распределения населения необходимо учитывать коэффициент дожития, а не коэффициент смертности.
- 2) Слагаемое $x_{i-1}^r(t)k_{i-1}^r(t)$ в математической модели (5) учитывает выпуск специалистов региональными учреждениями. Следовательно, слагаемое $e_i^r(t+1)$ необходимо учитывать только на граничных значениях трудового возраста. В противном случае количество выпускников будет суммироваться дважды.
- 3) Слагаемое $g(t)$ внешние трудовые потоки учитывает $v_i^r(t+1)$ дополнительный поток специалистов. Следовательно, дополнительный поток специалистов можно исключить из модели.

Применим к модели (5) замечания 1-3. Получим модифицированную математическую модель обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами (6)

$$\left\{ \begin{array}{l} E(t) = f_s(t) - f_p(t) \\ f_s(t) = \sum_{j=1}^d F_j \\ f_p(t) = \sum_{r=1}^2 \sum_{i=a}^b x_i^r(t)y_i^r(t) + \sum_{r=1}^2 e_a^r(t)y_a^r(t) + g(t) \\ x_i^r(t) = x_{i-1}^r(t-1)l_{i-1}^r(t-1) + z_i^r(t) \end{array} \right. , \quad (6)$$

где $l_i^r(t)$ – возрастно-половые коэффициенты дожития населения региона, $e_a^r(t)$ – выпуск специалистов региональными учреждениями профессионального образования, a – возраст начала трудовой деятельности.

2.4. Апробация математической модели обеспеченности экономике региона квалифицированными кадрами

Лучшим способом проверки адекватности математической модели является сравнение реальных результатов с результатами работы модели. Численный эксперимент будет проведён для Санкт-Петербурга.

В силу ограниченности достоверных данных, для проверки будут использоваться известные данные за период с 2006 – 2015 гг. Суть проверки заключается в том, что есть известное количество трудовых ресурсов в 2006 году и параметры, влияющие на изменение этих трудовых ресурсов за период с 2006 по 2015 год. С использованием модели определим количество доступных трудовых ресурсов в Санкт-Петербурге в 2015 году.

В результате, к исходным данным, описанным в разделе 2.1 текущей главы, необходимо добавить следующие параметры:

1. Численность мужчин и женщин по уровням образования (СПО, ВПО) и по возрасту, проживающих в Санкт-Петербург;
2. Численность занятого мужского и женского населения по уровням образования (ВПО, СПО) и по возрасту, проживающего в Санкт-Петербурге;
3. Возрастные коэффициенты дожития по возрасту и по полу в Санкт-Петербурге.

Проанализируем исходные данные по г. Санкт-Петербург в период с 2006 - 2015 г. для апробации модели [14, 15].

1. Численность мужчин и женщин по уровням образования (СПО, ВПО) и по возрасту, проживающих в Санкт-Петербурге.

Для поиска требуемых параметров использовались следующие исходные данные: численность населения; доля мужчин/женщин; доля населения с ВПО и СПО; возрастно-половая численность населения региона. Исходные данные представлены в Приложении 1.

Получим численность мужчин/женщин с ВПО и СПО с учетом возрастной структуры проживающих в Санкт-Петербурге. Предполагается, что специалисты с ВПО и СПО распределены равномерно по всем возрастам. На Рис. 2.7 представлено возрастное-половое распределение населения Санкт-Петербурга с ВПО на начало 2015 года.

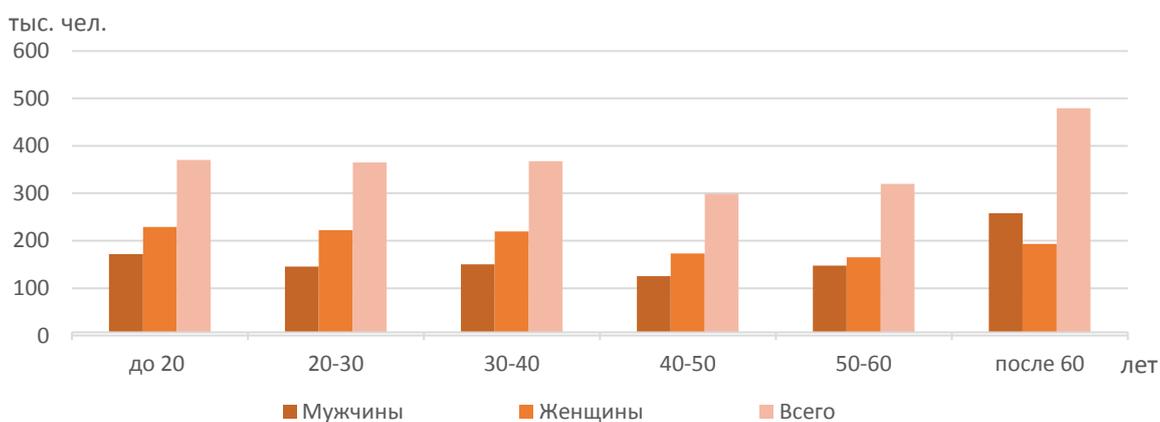


Рис. 2.7: Возрастно-половое распределение населения с ВПО на начало 2015 года

В Приложении 2 вынесены данные по возрастному-половому распределению населения по уровням образования в период с 2006 по 2015 год.

2. Численность занятого мужского и женского населения по уровням образования (ВПО, СПО) и по возрасту в период с 2006 по 2015 год.

Для расчёта, требуемых данных по переменным модели, использовались следующие исходные данные: численность занятого в экономике региона населения; доля мужчин/женщин, занятых в экономике региона с ВПО и СПО; структура занятого населения по возрастным группам. Исходные данные представлены в Приложении 3.

Получим численность занятого населения: мужчин/женщин с ВПО и СПО с учетом возрастной структуры проживающих в Санкт-Петербурге. На Рис. 2.8 представлено возрастное-половое распределение занятого населения с ВПО в 2015 году.

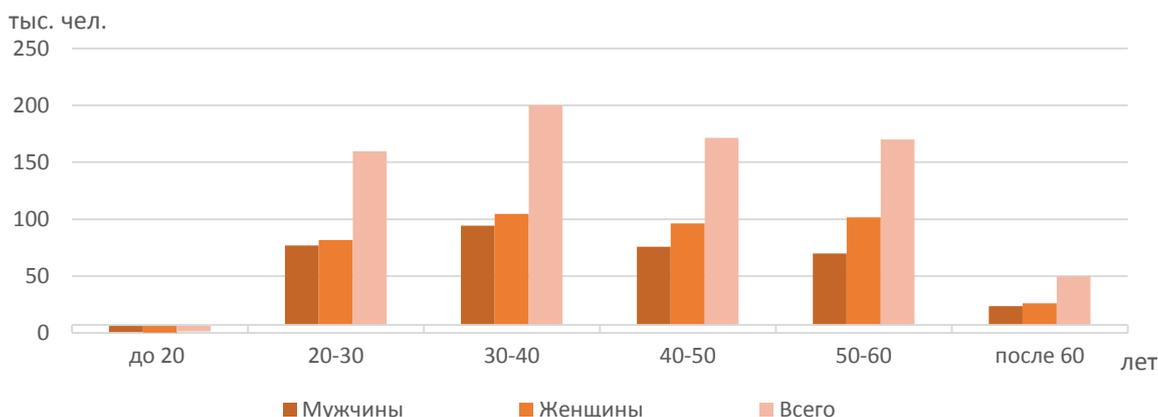


Рис. 2.8: Возрастно-половое распределение занятого в экономики региона населения Санкт-Петербурга с ВПО в 2015 году

В Приложении 4 вынесены данные по возрастному-половому распределению занятого населения по уровню образования по Санкт-Петербургу за 2006-2015 гг.

3. Возрастные коэффициенты дожития для мужчин и женщин в Санкт-Петербурге.

Для расчёта использовались возрастное-половые коэффициенты смертности на 1000 чел. (Приложение 5).

Вручную были посчитаны коэффициенты дожития следующим образом:

1. Вычислена численность населения в возрастных группах: до 20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, больше 60 лет.
2. Посчитано число умерших (С использованием данных Приложения 1).
3. Из общей численности населения (с учетом возраста и пола) была найдена численность дожившего до года t населения.

4. Возрастно-половая численность дожившего населения объединена по следующим возрастным группам: до 20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, больше 60 лет.
5. Рассчитан коэффициент дожития на 1000 чел. по возрастным группам.

На Рис. 2.9. представлены возрастно-половые коэффициенты дожития населения Санкт-Петербурга в 2015 году.

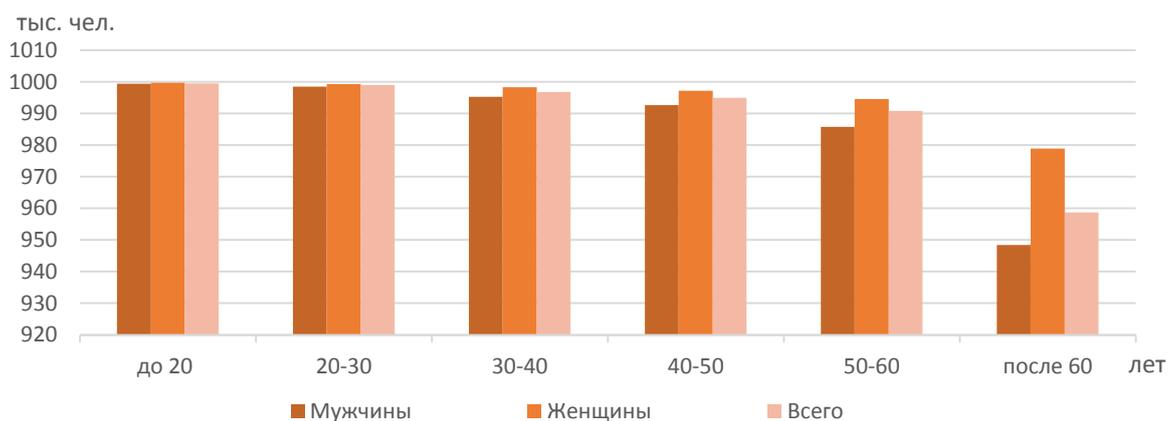


Рис. 2.9: Возрастно-половые коэффициенты дожития на 1000 чел. населения Санкт-Петербурга в 2015 году

Расчетные возрастно-половые коэффициенты дожития до возраста t по Санкт-Петербургу в период с 2006 по 2015 год вынесены в Приложение 6.

Статистических данных по внешним трудовым потокам не было найдено. Данный параметр можно вынести в качестве экспертных оценок.

Подставим в систему уравнений (6) исходные данные. В качестве трудового периода выберем для женского населения возраст с 16 до 54 лет, для мужского населения - с 16 до 59 лет. Выпишем алгоритм расчета потребности экономики Санкт-Петербурга в квалифицированных кадрах для 2015 года. В качестве $i - 1$ будем использовать предыдущую возрастную группу (до 20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, после 60) по отношению к текущей.

Данные за 2015 год, используемые в модели, для мужского населения с ВПО представлены в Таблице 2.10.

Таблица 2.10. Апробация модифицированной модели Югорска для мужчин с ВПО (2015 год)

	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	источник
Численность мужчин с ВПО в 2014 г.	162,857	144,964	140,264	120,449	144,554	243,517	Приложение 2, Таблица 11
Численность мужчин с ВПО в 2015 г.	171,940	145,660	150,139	125,276	147,818	258,111	Приложение 2, Таблица 11
Коэффициент дожития мужчин в 2014 г.	999,43	998,40	994,96	992,72	985,84	948,39	Приложение 6, Таблица 30
Миграция мужчин с ВПО в 2015 г.	0,101	6,061	3,437	1,359	0	0,308	Приложение 7, Таблица 35
Численность занятого мужского населения с ВПО в 2015 г.	1,024	76,831	94,247	75,807	70,002	23,562	Приложение 4, таблица 20

Подставим данные, представленные в Таблице 2.10, в (6). Получим возрастно-половое распределение населения региона, которое изменяется с учетом коэффициента дожития и миграции

$$x_{до\ 20}^1(2015) = x_{до\ 20}^1(2014)l_{до\ 20}^1(2014) + z_{до\ 20}^1(2015) \\ = 162,857 * \frac{999,43}{1000} + 0,101 = 162,866,$$

$$x_{20-30}^1(2015) = x_{до\ 20}^1(2014)l_{до\ 20}^1(2014) + z_{20-30}^1(2015) \\ = 162,857 * \frac{999,43}{1000} + 6,061 = 168,826,$$

$$x_{30-40}^1(2015) = x_{20-30}^1(2014)l_{20-30}^1(2014) + z_{30-40}^1(2015) \\ = 144,964 * \frac{998,40}{1000} + 3,437 = 148,169,$$

$$\begin{aligned}
 x_{40-50}^1(2015) &= x_{30-40}^1(2014)l_{30-40}^1(2014) + z_{40-50}^1(2015) \\
 &= 140,264 * \frac{994,96}{1000} + 1,359 = 140,916,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_{50-60}^1(2015) &= x_{40-50}^1(2014)l_{40-50}^1(2014) + z_{50-60}^1(2015) \\
 &= 120,449 * \frac{992,72}{1000} = 119,573,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_{\text{после } 60}^1(2015) &= x_{50-60}^1(2014)l_{50-60}^1(2014) + z_{\text{после } 60}^1(2015) \\
 &= 144,554 * \frac{985,84}{1000} + 0,308 = 142,815.
 \end{aligned}$$

Коэффициент занятости для каждой возрастной группы примет вид:

$$Y_{\text{до } 20}^1 = \frac{Rab_{\text{до } 20}^1}{Nas_{\text{до } 20}^1} = \frac{1,024}{171,940} = 0,006,$$

$$Y_{20-30}^1 = \frac{Rab_{20-30}^1}{Nas_{20-30}^1} = \frac{76,831}{145,660} = 0,527,$$

$$Y_{30-40}^1 = \frac{Rab_{30-40}^1}{Nas_{30-40}^1} = \frac{94,247}{150,139} = 0,628,$$

$$Y_{40-50}^1 = \frac{Rab_{40-50}^1}{Nas_{40-50}^1} = \frac{75,807}{125,276} = 0,605,$$

$$Y_{50-60}^1 = \frac{Rab_{50-60}^1}{Nas_{50-60}^1} = \frac{70,002}{147,818} = 0,474,$$

$$Y_{\text{после } 60}^1 = \frac{Rab_{\text{после } 60}^1}{Nas_{\text{после } 60}^1} = \frac{23,562}{258,111} = 0,091.$$

Аналогичным образом считаем для женщин с ВПО. Данные приведены в Таблице 2.11.

Таблица 2.11. Апробация модифицированной модели Югорска для женщин с ВПО
(2015 год)

	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	источник
Численность женщин с ВПО в 2014 г.	214,161	224,227	206,081	166,084	160,091	182,001	Приложение 2, Таблица 9
Численность женщин с ВПО в 2015 г.	228,838	222,527	219,246	173,188	165,227	193,310	Приложение 2, Таблица 9
Коэффициент дожития женщин в 2014 г.	999,74	999,39	998,42	997,17	994,57	978,07	Приложение 6, Таблица 29
Миграция женщин с ВПО в 2015 г.	0,121	7,295	4,136	1,635	0	0,371	Приложение 7, Таблица 33
Численность занятого женского населения с ВПО в 2015 г.	0,411	81,789	104,805	96,174	101,517	26,304	Приложение 4, таблица 21

Подставим данные, представленные в Таблице 2.11, в (6). Получим возрастно-половое распределение населения региона, которое изменяется с учетом коэффициента дожития и миграции

$$\begin{aligned} x_{до\ 20}^2(2015) &= x_{до\ 20}^2(2014)l_{до\ 20}^2(2014) + z_{до\ 20}^2(2015) \\ &= 214,161 * \frac{999,74}{1000} + 0,121 = 214,227, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{20-30}^2(2015) &= x_{до\ 20}^2(2014)l_{до\ 20}^2(2014) + z_{20-30}^2(2015) \\ &= 214,161 * \frac{999,74}{1000} + 7,295 = 221,401, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{30-40}^2(2015) &= x_{20-30}^2(2014)l_{20-30}^2(2014) + z_{30-40}^2(2015) \\ &= 224,227 * \frac{999,39}{1000} + 4,136 = 228,227, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{40-50}^2(2015) &= x_{30-40}^2(2014)l_{30-40}^2(2014) + z_{40-50}^2(2015) \\ &= 206,081 * \frac{998,42}{1000} + 1,635 = 207,392, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x_{50-60}^2(2015) &= x_{40-50}^2(2014)l_{40-50}^2(2014) + z_{50-60}^2(2015) \\
&= 166,084 * \frac{997,17}{1000} = 165,615,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x_{\text{после } 60}^2(2015) &= x_{50-60}^2(2014)l_{50-60}^2(2014) + z_{\text{после } 60}^2(2015) \\
&= 160,091 * \frac{994,57}{1000} + 0,371 = 159,592.
\end{aligned}$$

Коэффициент занятости для каждой возрастной группы примет вид:

$$Y_{\text{до } 20}^2 = \frac{Rab_{\text{до } 20}^2}{Nas_{\text{до } 20}^1} = \frac{0,411}{228,838} = 0,002,$$

$$Y_{20-30}^2 = \frac{Rab_{20-30}^2}{Nas_{20-30}^2} = \frac{81,789}{222,527} = 0,368,$$

$$Y_{30-40}^2 = \frac{Rab_{30-40}^2}{Nas_{30-40}^2} = \frac{104,805}{219,246} = 0,478,$$

$$Y_{40-50}^2 = \frac{Rab_{40-50}^2}{Nas_{40-50}^2} = \frac{96,174}{173,188} = 0,555.$$

$$Y_{50-60}^2 = \frac{Rab_{50-60}^2}{Nas_{50-60}^2} = \frac{101,517}{165,227} = 0,614,$$

$$Y_{\text{после } 60}^2 = \frac{Rab_{\text{после } 60}^2}{Nas_{\text{после } 60}^2} = \frac{26,304}{193,310} = 0,136.$$

Численность выпускников по уровням образования и по полу представлена в Таблице 2.12.

Таблица 2.12. Численность выпускников по уровням образования и по полу
(тыс. чел.)

	Численность выпускников (мужчины) с ВПО	Численность выпускников (женщины) с ВПО	Численность выпускников (мужчины) со СПО	Численность выпускников (женщины) со СПО
2006	35,796	44,204	9,155	11,306
2007	37,705	46,595	9,132	11,285
2008	37,932	46,868	8,782	10,851
2009	40,331	49,769	8,552	10,553
2010	41,767	51,433	7,680	9,458
2011	41,009	50,391	7,023	8,629
2012	40,583	49,717	6,640	8,134
2013	36,368	44,232	6,527	7,938
2014	34,196	41,204	6,804	8,198
2015	37,302	44,898	6,904	8,309

Предполагаем, что основная численность выпускников с ВПО приходится на возрастную группу от 20 до 30 лет, а численность выпускников со СПО приходится на возрастную группу: до 20 лет. Рассчитаем количество трудовых ресурсов, которым располагает региональная экономика

$$\begin{aligned}
 f_p^{vpo}(2015) &= \sum_{r=1}^2 \sum_{i=a}^b x_i^r(t) y_i^r(t) + \sum_{r=1}^2 e_a^r(t) y_a^r(t) = 162,866 \cdot 0,006 + \\
 &+ 168,826 \cdot 0,53 + 148,169 \cdot 0,63 + 140,915 \cdot 0,61 + 119,573 \cdot 0,47 + \\
 &+ 142,815 \cdot 0,091 + 214,227 \cdot 0,002 + 221,401 \cdot 0,37 + 228,227 \cdot 0,48 + \\
 &+ 207,392 \cdot 0,56 + 165,615 \cdot 0,614 + 159,592 \cdot 0,136 + 37,302 \cdot 0,527 + \\
 &+ 44,898 \cdot 0,368 = 803,639.
 \end{aligned}$$

Аналогичным образом находим количество трудовых ресурсов для населения со СПО. Получим общее количество трудовых ресурсов, которым располагает региональная экономика

$$f_p(2015) = 2069,160.$$

Требуемое количество трудовых ресурсов найдем с использованием данных, представленных в Таблице 2.13.

Таблица 2.13. Исходные данные (тыс. чел.)

	Численность работников организаций	Численность занятых в экономике	Среднегодовая численность трудовых ресурсов	Численность трудовых ресурсов (модельное значение)
2007	2023,200	2754,469	3198,230	2349,149
2008	2049,200	2751,381	3203,450	2385,896
2009	2015,560	2730,703	3214,210	2372,441
2010	2008,630	2732,977	3229,010	2373,195
2011	2024,780	2802,157	3505,050	2532,676
2012	2031,620	2862,983	3587,400	2545,678
2013	2042,930	2805,500	3667,160	2670,380
2014	2057,640	2860,300	3709,720	2668,695
2015	2055,400	2905,300	3745,120	2649,544

Рассчитаем численность трудовых ресурсов по ВЭД по формуле

$$N(t) = \frac{Y(t) * M(t)}{K(t)},$$

где $N(t)$ – численность трудовых ресурсов (модель), $Y(t)$ – численность работников организаций, $M(t)$ – среднегодовая численность трудовых ресурсов, $K(t)$ – численность занятых в экономике. Таким образом, получим требуемое количество трудовых ресурсов для запланированного развития региональной экономики

$$f_s(2015) = 2649,540.$$

Следовательно, потребность региона в кадрах составляет

$$E(2015) = f_s(2015) - f_p(2015) = 2649,540 - 2069,160 = 580,383.$$

В результате численного эксперимента получаем, что в 2015 году требуется 580,383 тыс. специалистов. Согласно исходным данным, количество занятых специалистов с ВПО, СПО в 2015 году составляло 1990,13 тыс. чел. В итоге ошибка при использовании модели составила

$$E(2015) = \left| \frac{f_p(2015) - L_{fact}(2015)}{L_{fact}(2015)} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{2069,160 - 1990,13}{1990,13} \right| \cdot 100\%$$

= 3,971 %.

В Таблице 2.14 представлены расчетные значения математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами для Санкт-Петербурга с 2006 по 2015 год.

Таблица 2.14. Расчетные значения математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами

	Требуемое количество трудовых ресурсов для запланированного развития региональной экономики (тыс. чел.)	Количество трудовых ресурсов, которыми располагает региональная экономика (тыс. чел.)	Численность занятых в экономике (тыс. чел.)	Дополнительная потребность региональной экономики в трудовых ресурсах (тыс. чел.)	Ошибка (%)
		Модель	Факт		
2007	2349,149	1834,041	1716,034	515,109	6,877
2008	2385,896	1970,401	1824,166	415,496	8,017
2009	2372,441	1889,602	1769,496	482,839	6,788
2010	2373,195	2006,246	1820,163	366,948	10,223
2011	2532,676	1989,586	1913,873	543,090	3,956
2012	2545,678	2105,973	1929,651	439,705	9,138
2013	2670,380	1998,697	1890,907	671,683	5,700
2014	2668,695	1960,240	1936,423	708,455	1,230
2015	2649,544	2069,160	1990,131	580,383	3,971

Таким образом, получаем среднюю ошибку аппроксимации 6,211%.

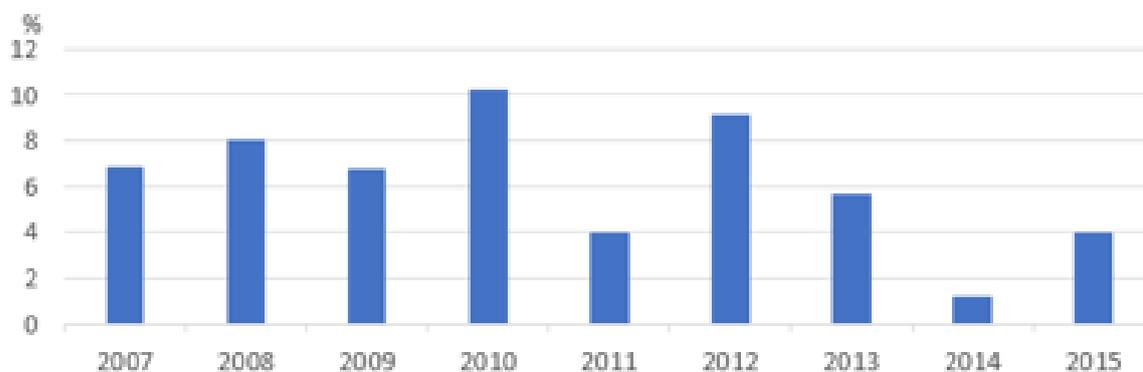


Рис. 2.10: Ошибка работы математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами за год

Полученная потребность включает в себя население с ВПО, СПО, НПО (начальным профессиональным образованием), СО (средним образованием) и т.д. Поэтому домножим потребность экономики на долю населения с ВПО и СПО. Следовательно, получим Таблицу 2.15.

Таблица 2.15. Потребность в кадрах с ВПО и СПО (тыс. чел.)

	Потребность в кадрах с ВПО	Потребность в кадрах со СПО	Общая потребность в кадрах с ВПО, СПО
2007	192,135	120,535	312,671
2008	168,276	96,395	264,671
2009	192,653	117,813	310,466
2010	159,989	83,664	243,654
2011	241,675	128,712	370,387
2012	195,669	100,253	295,922
2013	297,556	153,815	451,371
2014	291,175	179,947	471,122
2015	246,083	150,319	396,402

Аналогичным образом рассчитаем количество трудовых ресурсов, которыми располагает региональная экономика на основе модельных данных. Результат работы математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами на основе модельных данных представлен в Таблице 2.16.

Таблица 2.16. Расчетные значения математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами

	Требуемое количество трудовых ресурсов для запланированного развития региональной экономики (тыс. чел.)	Количество трудовых ресурсов, которыми располагает региональная экономика (тыс. чел.)	Численность занятых в экономике (тыс. чел.)	Дополнительная потребность региональной экономики в трудовых ресурсах (тыс. чел.)	Ошибка (%)
		Модель	Факт		
2007	2349,149	1829,737	1716,03	519,412	6,626
2008	2385,896	2070,386	1824,17	315,511	13,498
2009	2372,441	2110,757	1769,50	261,684	19,286
2010	2373,195	2336,079	1820,16	37,115	28,345
2011	2532,676	2375,350	1913,87	157,326	24,112
2012	2545,678	2443,307	1929,65	102,371	26,619
2013	2670,380	2378,901	1890,91	291,479	25,807
2014	2668,695	2279,844	1936,42	388,851	17,735
2015	2649,544	2203,296	1990,13	446,248	10,711

Таким образом, получаем среднюю ошибку аппроксимации 19,193%.

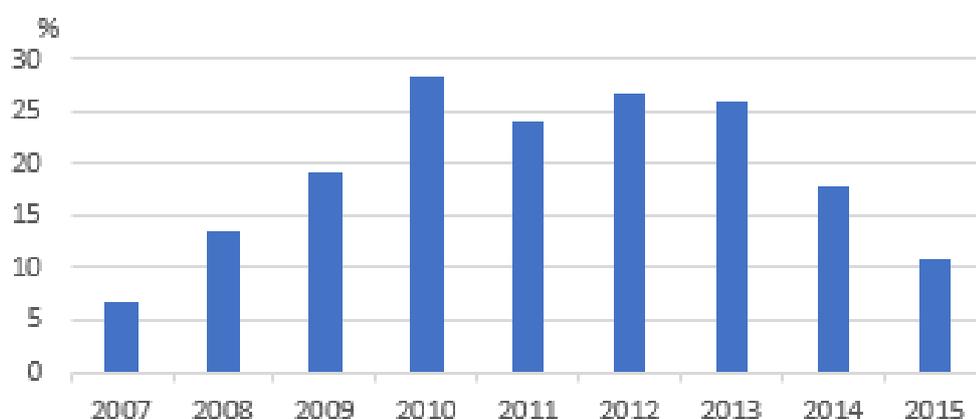


Рис. 2.11: Накопленная ошибка работы математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами за весь моделируемый период

Полученная потребность включает в себя население с ВПО, СПО, НПО (начальным профессиональным образованием), СО (средним образованием) и т.д. Поэтому домножим потребность экономики на долю населения с ВПО и СПО. Следовательно, получим Таблицу 2.17.

Таблица 2.17. Потребность в кадрах с ВПО и СПО (тыс. чел.)

	Потребность в кадрах с ВПО	Потребность в кадрах со СПО	Общая потребность в кадрах с ВПО, СПО
2007	193,741	121,543	315,283
2008	127,782	73,198	200,980
2009	104,412	63,851	168,263
2010	16,182	8,462	24,645
2011	70,010	37,286	107,296
2012	45,555	23,341	68,896
2013	129,125	66,749	195,874
2014	159,818	98,768	258,586
2015	189,209	115,578	304,787

Полученные ошибки модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами обусловлены рядом причин:

1. Исходные данные позволили выполнить апробацию модели для возрастной группы, а не для каждого возраста.
2. Не учтены внешние трудовые ресурсы.

Данные причины связаны с отсутствием достоверных данных. Данные можно получить эмпирическим путем. Необходимо провести анкетирование или собрать экспертную комиссию.

Несмотря на отсутствие части данных, апробация модифицированной математической модели прошла успешно. По итогам проверки можно говорить об повышении достоверности математической модели.

Заметим, что пик ошибки при использовании математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами на статистических и модельных данных приходится на кризисный период. В то время как при апробации модели Петрозаводского государственного университета пик ошибки приходился на посткризисный период.

2.5. Математическая модель прогнозирования кадровой потребности

Решим обратную задачу обеспечения экономики региона квалифицированными кадрами. Суть обратной задачи математического моделирования заключается в нахождении необходимо количества выпускников в году t для обеспечения нулевой потребность экономики региона в квалифицированных кадрах в году $t + 1$ [11, 16].

Предполагаем, что

$$\begin{aligned} E(t) &= 0, \\ P(t) &= e_a^1(t) + e_a^2(t), \\ y_a^1(t) &= y_a^2(t) = y_a(t), \end{aligned}$$

где $P(t)$ – кадровая потребность региона, которую восполняют учреждения профессионального образования для равенства спроса и предложения на трудовые ресурсы, y_a – единый коэффициент занятости для возраста a .

Приходим к системе следующего вида

$$\begin{cases} P(t) = \frac{\sum_{j=1}^d F_j - \sum_{r=1}^2 \sum_{i=a+1}^b x_i^r(t) y_i^r(t) - g(t)}{y_a(t)}, \\ x_i^r(t) = x_{i-1}^r(t-1) l_{i-1}^r(t-1) + z_i^r(t) \end{cases}, \quad (7)$$

где F_j – численность занятых по видам экономической деятельности, $x_i^r(t)$ – возрастно-половое распределение населения региона, $r = 1$ – мужчины, $r = 2$ – женщины, $i = a, \dots, b$, a – возраст начала трудовой деятельности, b – предельный возраст, $y_i^r(t)$ – возрастно-половое коэффициенты занятости населения региона, $g(t)$ – внешние трудовые потоки (вахтовые рабочие, иностранные специалисты), $z_i^r(t)$ – возрастно-половое миграция в регионе, $l_i^r(t)$ – возрастно-половое коэффициенты дожития населения региона, $v_i^r(t)$ –

дополнительный поток специалистов (обучение вне региона, переобучение), t – планируемый год.

В системе уравнений известными переменными выступают:

1. Возрастно-половые коэффициенты занятости населения по уровням образования.
2. Возрастно-половые коэффициенты дожития населения.
3. Численность выпускников по уровню образования и по полу.
4. Возрастно-половое распределение мигрантов по уровню образования.
5. Возрастно-половое распределение населения по уровню образования.
6. Требуемое количество трудовых ресурсов для запланированного развития региональной экономики.

Неизвестными переменными выступают:

1. Кадровая потребность региона, которую восполняют учреждения профессионального образования для равенства спроса и предложения на трудовые ресурсы.

2.6. Апробация математической модели прогнозирования кадровой потребности

Рассчитаем количество выпускников с ВПО, которое необходимо выпустить высшим учебным заведениям в предыдущем году для обеспечения нулевой потребности региона в кадрах.

Все необходимые параметры для апробации модели были приведены и использованы в разделе 2.4, поэтому результаты работы математической модели прогнозирования кадровой потребности представлены в Таблице 2.18.

Таблица 2.18. Расчетные значения математической модели прогнозирования кадровой потребности региона (тыс. чел.)

	Потребность в кадрах, которую должны восполнить ВУЗы	Численность занятого населения относительно потребности в кадрах
2007	1175,284	574,782
2008	1050,442	471,552
2009	1143,603	534,923
2010	1051,383	407,120
2011	1453,687	576,705
2012	1273,264	469,638
2013	1991,532	694,939
2014	1833,827	732,831
2015	1389,863	607,651

Полученная потребность включает в себя население с ВПО, СПО, НПО (начальным профессиональным образованием), СО (средним образованием) и т.д. Поэтому домножим потребность экономики на долю населения с ВПО и СПО. Следовательно, получим Таблицу 2.19.

Таблица 2.19. Потребность в кадрах с ВПО и СПО

	Потребность в кадрах с ВПО	Потребность в кадрах со СПО	Общая потребность в кадрах с ВПО, СПО
2007	438,381	275,016	713,397
2008	425,429	243,703	669,132
2009	456,298	279,039	735,337
2010	458,403	239,715	698,118
2011	646,891	344,524	991,414
2012	566,602	290,304	856,906
2013	882,249	456,061	1338,310
2014	753,703	465,792	1219,495
2015	589,302	359,975	949,277

Таким образом, к 2015 году необходимо выпустить 949,271 тыс. специалистов с ВПО, СПО для обеспечения нулевой потребности экономики

региона в квалифицированных кадрах. Потребность в кадрах сложно покрыть за один год. Необходимо распределять на несколько лет восполнение потребности региона, то есть необходимо составить план, согласно которому по определенному периоду времени (около 5 лет, например, с 2011 по 2015 год) и по учебным заведениям (ВУЗы, колледжи) будет распределен выпуск квалифицированных кадров.

Выводы

В рамках данной работы были выполнены поставленные цели:

- 1) Анализ существующих математических моделей определения потребности в кадрах региональной экономики.
- 2) Анализ математической модели, учитывающей параметры, влияющие на количество и состав трудовых ресурсов.
- 3) Модификация модели Югорска определения потребности региональной экономики.
- 4) Разработка математической модели прогнозирования кадровой потребности региона.

Средняя ошибка «Математической модели обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами» выше в кризисные года. В то время как на 2015 год показатели модифицированной модели лучше, чем модели Петрозаводского государственного университета.

В дальнейшем можно доработать математическую модель обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами с учетом других факторов, влияющих на количество трудовых ресурсов региона. Например, маятниковую миграцию, как показатель внешних трудовых потоков.

Практическая ценность данной работы:

1. Проанализированы существующие методики расчета численности трудовых ресурсов.
2. Рассмотрены модели прогнозирования потребности экономики региона в квалифицированных кадрах с учетом специфики Санкт-Петербург.
3. Разработана модель прогнозирования потребности экономики квалифицированными кадрами: «Математическая модель обеспеченности экономики региона квалифицированными кадрами».
4. Применение новой модели.

Заключение

Анализ существующих методов и моделей выявил их недостатки и позволил определить возможные варианты их устранения. Среди основных недостатков, влияющих на результат прогнозирования стоит выделить:

- не учтены региональные особенности миграционных процессов.
- усреднение по полу и возрасту.

На основе данных недостатков была найдена модель, обеспечивающая более глубокий анализ динамики регионального рынка труда [11]. В дальнейшем данная модель была модифицирована с учетом специфики региона. Были найдены факторы, увеличивающие ошибку прогнозирования, связанные с особенностями сбора статистической информации и кризисным периодом в экономике.

Список литературы

1. Венецкий И. Г. Статистические методы в демографии. М: Статистика. 1977. 208 с.
2. Christian Lutz. Forecasting the Interindustry Development of the German Economy: The Model INFORGE [INterindustry FORecasting GErmany]. Ges. für Wirtschaftl. Strukturforschung (GWS), 2003.
3. Maheshwar Rao. ORANI-ED: A CGE model of the Australian economy for labour market forecasting and education and training sector policy analysis. A thesis submitted to Monash University in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. 2003.
4. Гуртов В. А. Модели среднесрочного прогнозирования спроса экономики на квалифицированные кадры / В. А. Гуртов, Кекконен А. Л // Кадровик. Рекрутинг для кадровика. М.: 2010. №. 12. С. 58–66.
5. Гуртов В. А. Математическая модель прогнозирования спроса и предложения на рынке труда в российских регионах / В. А. Гуртов, Е. А. Питухин // Обозрение прикладной и промышленной математики. М.: 2004. Т. 11. Вып. 3. С. 539–546.
6. Васильева З. А., Филимоненко И. В., Разнова Н. В. и др. Методические аспекты прогнозирования кадровой потребности региональной экономики: монография. Красноярск: Крас. ИПЦ КГТУ, 2005. 296 с.
7. Карминская Т. Д., Алексеев В. И. Гибридная модель прогнозирования потребностей в квалифицированных кадрах для социально-экономических систем регионального уровня управления. Информационные системы и технологии. Орёл: 2009. № 2. С. 3-11.
8. Цыбатов В. А. Макроэкономическое моделирование, прогнозирование и планирование регионального развития. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та: 2016. 316 с.
9. Мокронос А. Г. Прогнозирование потребности региональной экономики в подготовке кадров: монография. Екатеринбург: РГППУ. 2010. 111 с.

10. Родионов Е. Д., Перекаренкова Ю. А., Пономарёв И. В., Родионова Л. В. Региональный рынок труда: анализ, моделирование, прогноз // Вестник Алтайской науки: г.Барнаул. 2014. №1(19). С. 57-65.
11. Татьянкин В. М. Разработка и исследование математической модели и алгоритмов обеспечения региональной экономики профессиональными кадрами. дис. канд. тех. наук: 05.13.18. Югорск: 2015. 131 с.
12. Косоруков О. А., Мусихин С. Н., Мысина К. А. Комплексный подход моделирования рынка труда // Плехановский научный бюллетень. 2012. №01. С. 71-80.
13. Мокронос А. Г. Прогнозирование потребности региональной экономики в подготовке кадров: монография. Екатеринбург: РГПШУ. 2010. 111 с.
14. Федеральная служба государственной статистики (<http://www.gks.ru/>).
15. Единая межведомственная информационно-статистическая система, ЕМИСС (<https://www.fedstat.ru/>).
16. Бордовский Г. А. Физические основы математического моделирования: учеб. пособие для студ. физико-матем. спец. вузов. М.: Академия. 2005. 320 с.

Приложение 1

Таблица 1. Численность населения Санкт-Петербурга (тыс. чел.)

	Численность населения
2006	4713
2007	4748
2008	4765
2009	4799
2010	4833
2011	4899,3
2012	4953,2
2013	5028
2014	5132
2015	5191,7

Таблица 2. Доля мужчин/женщин, проживающих в Санкт-Петербурге

	Мужчины	Женщины
2006	0,447	0,553
2007	0,447	0,553
2008	0,447	0,553
2009	0,448	0,552
2010	0,448	0,552
2011	0,449	0,551
2012	0,449	0,551
2013	0,451	0,549
2014	0,454	0,546
2015	0,454	0,546

Таблица 3. Доля населения с ВПО и СПО от занятого населения Санкт-Петербурга
(тыс. чел.)

	ВПО	СПО
2006	0,35	0,228
2007	0,373	0,234
2008	0,405	0,232
2009	0,399	0,244
2010	0,436	0,228
2011	0,445	0,237
2012	0,445	0,228
2013	0,443	0,229
2014	0,411	0,254
2015	0,424	0,259

Таблица 4. Возрастная структура численности населения Санкт-Петербурга (%)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,186	0,164	0,143	0,162	0,149	0,196
2007	0,182	0,166	0,145	0,158	0,149	0,200
2008	0,178	0,168	0,147	0,154	0,149	0,204
2009	0,174	0,170	0,150	0,149	0,150	0,206
2010	0,169	0,173	0,152	0,146	0,150	0,210
2011	0,165	0,176	0,154	0,142	0,151	0,212
2012	0,161	0,178	0,156	0,139	0,151	0,214
2013	0,161	0,178	0,159	0,137	0,150	0,215
2014	0,164	0,173	0,164	0,136	0,148	0,215
2015	0,168	0,166	0,167	0,136	0,145	0,218

Таблица 5. Возрастно-половая структура численности женского населения Санкт-Петербурга (%)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,208	0,139	0,125	0,152	0,149	0,227
2007	0,203	0,141	0,127	0,148	0,150	0,231
2008	0,198	0,143	0,129	0,143	0,151	0,236
2009	0,192	0,146	0,131	0,139	0,152	0,239
2010	0,186	0,149	0,133	0,136	0,152	0,244
2011	0,178	0,152	0,136	0,132	0,154	0,248
2012	0,173	0,155	0,139	0,129	0,154	0,251
2013	0,170	0,155	0,142	0,127	0,153	0,253
2014	0,170	0,152	0,147	0,126	0,151	0,255
2015	0,172	0,146	0,150	0,125	0,148	0,258

Таблица 6. Возрастно-половая структура численности мужского населения Санкт-Петербурга (%)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,215	0,186	0,156	0,163	0,138	0,142
2007	0,211	0,187	0,159	0,161	0,138	0,145
2008	0,206	0,189	0,162	0,157	0,138	0,149
2009	0,201	0,191	0,165	0,153	0,139	0,151
2010	0,194	0,195	0,167	0,151	0,139	0,154
2011	0,188	0,198	0,170	0,148	0,140	0,156
2012	0,184	0,200	0,172	0,146	0,141	0,158
2013	0,183	0,199	0,174	0,145	0,140	0,158
2014	0,186	0,195	0,179	0,144	0,139	0,158
2015	0,190	0,185	0,182	0,144	0,137	0,161

Приложение 2

Таблица 7. Возрастное распределение всего населения с ВПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	307,500	271,133	235,205	266,586	245,613	323,513	1649,550
2007	322,732	293,753	256,767	279,851	264,041	353,861	1771,004
2008	343,344	324,129	283,867	296,492	288,135	393,858	1929,825
2009	333,354	326,001	286,781	285,885	287,810	394,971	1914,801
2010	357,099	365,288	319,832	307,121	315,985	441,863	2107,188
2011	358,734	383,397	336,530	309,712	329,467	462,348	2180,189
2012	355,835	392,882	344,827	306,502	333,065	471,062	2204,174
2013	359,406	395,724	354,073	305,724	334,121	478,356	2227,404
2014	346,248	365,827	344,939	287,177	312,089	452,972	2109,252
2015	370,537	364,875	367,684	298,695	319,935	479,555	2201,281

Таблица 8. Возрастное распределение всего населения со СПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	200,314	176,624	153,219	173,662	159,999	210,745	1074,564
2007	202,465	184,285	161,081	175,563	165,645	221,993	1111,032
2008	196,681	185,674	162,610	169,842	165,055	225,617	1105,480
2009	203,855	199,359	175,375	174,827	176,004	241,536	1170,956
2010	186,740	191,022	167,251	160,605	165,240	231,066	1101,924
2011	191,056	204,191	179,231	164,948	175,469	246,239	1161,134
2012	182,316	201,297	176,675	157,039	170,649	241,353	1129,330
2013	185,788	204,562	183,031	158,038	172,717	247,276	1151,412
2014	213,983	226,083	213,174	177,477	192,872	279,939	1303,528
2015	226,342	222,884	224,599	182,457	195,432	292,936	1344,650

Таблица 9. Возрастно-половое распределение женского населения с ВПО

(тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	196,012	169,405	142,183	148,591	126,077	129,198	911,467
2007	206,129	183,009	155,744	157,142	134,955	141,911	978,890
2008	219,258	201,732	172,383	167,434	146,932	158,862	1066,600
2009	212,393	202,324	174,490	162,167	146,721	159,591	1057,685
2010	226,021	226,764	194,602	175,200	161,095	179,178	1162,860
2011	226,083	237,564	204,384	177,607	168,590	187,761	1201,990
2012	223,065	242,874	208,815	176,881	170,638	191,300	1213,573
2013	223,932	243,701	213,207	176,817	171,219	193,497	1222,374
2014	214,161	224,227	206,081	166,084	160,091	182,001	1152,645
2015	228,838	222,527	219,246	173,188	165,227	193,310	1202,337

Таблица 10. Возрастно-половое распределение женского населения со СПО

(тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	127,688	110,355	92,622	96,797	82,130	84,163	593,755
2007	129,314	114,810	97,705	98,582	84,664	89,028	614,103
2008	125,599	115,560	98,748	95,913	84,169	91,002	610,991
2009	129,885	123,727	106,705	99,170	89,724	97,595	646,805
2010	118,195	118,583	101,764	91,618	84,243	93,698	608,101
2011	120,408	126,523	108,852	94,591	89,788	99,999	640,161
2012	114,289	124,439	106,988	90,627	87,428	98,014	621,786
2013	115,757	125,976	110,213	91,402	88,508	100,025	631,882
2014	132,352	138,573	127,359	102,641	98,937	112,478	712,340
2015	139,785	135,930	133,926	105,792	100,929	118,084	734,446

Таблица 11. Возрастно-половое распределение мужского населения с ВПО

(тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	153,280	102,709	92,063	112,147	110,045	167,839	738,084
2007	161,096	111,687	100,245	117,079	118,724	183,283	792,114
2008	171,014	123,625	110,938	123,719	130,049	203,880	863,225
2009	164,865	125,131	112,263	119,283	130,437	205,137	857,116
2010	175,805	140,712	125,690	128,057	143,841	230,222	944,328
2011	174,590	148,687	133,146	129,214	150,408	242,154	978,199
2012	170,960	153,419	137,454	127,792	152,747	248,229	990,601
2013	170,576	155,684	142,472	127,785	154,083	254,431	1005,030
2014	162,857	144,964	140,264	120,449	144,554	243,517	956,607
2015	171,940	145,660	150,139	125,276	147,818	258,111	998,944

Таблица 12. Возрастно-половое распределение мужского населения со СПО

(тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	99,851	66,907	59,973	73,056	71,687	109,335	480,809
2007	101,063	70,066	62,888	73,449	74,481	114,982	496,929
2008	97,964	70,818	63,549	70,871	74,497	116,790	494,489
2009	100,820	76,521	68,652	72,945	79,766	125,447	524,151
2010	91,935	73,583	65,728	66,965	75,220	120,392	493,823
2011	92,984	79,188	70,912	68,817	80,105	128,967	520,973
2012	87,593	78,606	70,426	65,475	78,261	127,182	507,544
2013	88,176	80,478	73,648	66,056	79,650	131,523	519,530
2014	100,647	89,589	86,684	74,438	89,335	150,495	591,188
2015	105,030	88,976	91,712	76,525	90,295	157,667	610,204

Приложение 3

Таблица 13. Численность занятого в экономике населения Санкт-Петербурга
(тыс. чел.)

	Численность занятых в экономике
2006	2 660,77
2007	2 754,47
2008	2 751,38
2009	2 730,70
2010	2 732,98
2011	2 802,16
2012	2 862,98
2013	2 805,50
2014	2 860,30
2015	2 905,30

Таблица 14. Доля мужчин/женщин, занятых в экономике Санкт-Петербурга

	Мужчины	Женщины
2006	0,447	0,553
2007	0,447	0,553
2008	0,447	0,553
2009	0,448	0,552
2010	0,448	0,552
2011	0,449	0,551
2012	0,449	0,551
2013	0,451	0,549
2014	0,454	0,546
2015	0,454	0,546

Таблица 15. Доля занятых в экономике с ВПО и СПО в Санкт-Петербурге

	ВПО	СПО
2006	0,227	0,369
2007	0,236	0,387
2008	0,234	0,429
2009	0,246	0,402
2010	0,228	0,438
2011	0,236	0,447
2012	0,228	0,446
2013	0,23	0,444
2014	0,242	0,435
2015	0,259	0,426

Таблица 16. Возрастная структура занятого населения Санкт-Петербурга (%)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,01	0,215	0,232	0,273	0,226	0,044
2007	0,011	0,221	0,228	0,26	0,226	0,054
2008	0,011	0,226	0,224	0,255	0,222	0,062
2009	0,008	0,227	0,233	0,248	0,218	0,066
2010	0,005	0,227	0,235	0,246	0,22	0,067
2011	0,003	0,23	0,238	0,239	0,218	0,072
2012	0,003	0,222	0,253	0,226	0,223	0,073
2013	0,003	0,214	0,255	0,231	0,226	0,071
2014	0,002	0,2112	0,2627	0,2322	0,2279	0,0638
2015	0,002	0,212	0,266	0,228	0,226	0,066

Таблица 17. Возрастно-половая структура занятого населения (мужского) Санкт-Петербурга (%)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,012	0,234	0,239	0,256	0,208	0,051
2007	0,014	0,24	0,238	0,244	0,204	0,06
2008	0,011	0,253	0,232	0,234	0,204	0,066
2009	0,007	0,249	0,239	0,235	0,199	0,071
2010	0,005	0,25	0,245	0,231	0,2	0,069
2011	0,004	0,251	0,246	0,224	0,199	0,076
2012	0,003	0,23	0,265	0,221	0,204	0,077
2013	0,004	0,226	0,267	0,224	0,204	0,075
2014	0,003	0,224	0,274	0,225	0,207	0,067
2015	0,003	0,225	0,276	0,222	0,205	0,069

Таблица 18. Возрастно-половая структура занятого населения (женского) Санкт-Петербурга (%)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,009	0,197	0,225	0,289	0,243	0,037
2007	0,009	0,203	0,218	0,275	0,246	0,049
2008	0,011	0,2	0,217	0,275	0,239	0,058
2009	0,008	0,205	0,227	0,261	0,237	0,062
2010	0,004	0,205	0,226	0,26	0,24	0,065
2011	0,003	0,208	0,231	0,254	0,237	0,067
2012	0,003	0,214	0,24	0,231	0,242	0,07
2013	0,002	0,202	0,243	0,239	0,248	0,066
2014	0,002	0,199	0,251	0,24	0,248	0,06
2015	0,001	0,199	0,255	0,234	0,247	0,064

Приложение 4

Таблица 19. Возрастное распределение занятого в экономики региона населения с ВПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	6,040	129,859	140,127	164,891	136,503	26,576	603,995
2007	7,151	143,662	148,212	169,014	146,912	35,103	650,055
2008	7,082	145,504	144,216	164,175	142,929	39,917	643,823
2009	5,374	152,488	156,518	166,595	146,442	44,336	671,753
2010	3,116	141,448	146,433	153,287	137,086	41,749	623,119
2011	1,984	152,101	157,392	158,053	144,165	47,614	661,309
2012	1,958	144,913	165,148	147,524	145,566	47,651	652,760
2013	1,936	138,087	164,543	149,056	145,830	45,814	645,265
2014	1,384	146,191	181,839	160,727	157,751	44,162	692,054
2015	1,505	159,524	200,158	171,564	170,059	49,663	752,473

Таблица 20. Возрастно-половое распределение занятого в экономики региона мужского населения с ВПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	3,243	63,240	64,591	69,185	56,213	13,783	270,255
2007	4,070	69,780	69,198	70,943	59,313	17,445	290,749
2008	3,168	72,861	66,813	67,389	58,749	19,007	287,987
2009	2,105	74,873	71,866	70,663	59,838	21,349	300,694
2010	1,396	69,812	68,416	64,506	55,850	19,268	279,248
2011	1,187	74,475	72,992	66,464	59,046	22,550	296,714
2012	0,880	67,474	77,741	64,833	59,846	22,589	293,364
2013	1,165	65,800	77,737	65,218	59,395	21,836	291,151
2014	0,942	70,320	86,017	70,634	64,983	21,033	313,929
2015	1,024	76,831	94,247	75,807	70,002	23,562	341,473

Таблица 21. Возрастно-половое распределение занятого в экономики региона
женского населения с ВПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	3,004	65,747	75,092	96,451	81,099	12,348	333,740
2007	3,234	72,939	78,329	98,809	88,389	17,606	359,306
2008	3,914	71,167	77,216	97,855	85,045	20,639	355,836
2009	2,968	76,067	84,230	96,846	87,941	23,006	371,058
2010	1,375	70,493	77,715	89,406	82,529	22,352	343,871
2011	1,094	75,836	84,222	92,607	86,409	24,428	364,595
2012	1,078	76,911	86,255	83,021	86,974	25,158	359,396
2013	0,708	71,531	86,050	84,633	87,820	23,372	354,114
2014	0,757	75,274	94,944	90,783	93,809	22,696	378,263
2015	0,411	81,789	104,805	96,174	101,517	26,304	411,000

Таблица 22. Возрастное распределение занятого в экономики региона населения со
СПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	9,818	211,092	227,783	268,038	221,892	43,200	981,824
2007	11,726	235,581	243,043	277,155	240,911	57,563	1065,980
2008	12,984	266,757	264,397	300,987	262,036	73,181	1180,342
2009	8,782	249,188	255,774	272,240	239,308	72,451	1097,743
2010	5,985	271,729	281,305	294,473	263,350	80,202	1197,044
2011	3,758	288,090	298,110	299,363	273,059	90,185	1252,564
2012	3,831	283,470	323,053	288,577	284,747	93,213	1276,890
2013	3,737	266,567	317,639	287,743	281,515	88,441	1245,642
2014	2,488	262,781	326,859	288,910	283,560	79,382	1243,982
2015	2,475	262,383	329,217	282,186	279,711	81,685	1237,658

Таблица 23. Возрастно-половое распределение занятого в экономики региона
мужского населения со СПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	5,272	102,799	104,996	112,464	91,377	22,405	439,313
2007	6,675	114,427	113,473	116,334	97,263	28,607	476,779
2008	5,808	133,578	122,490	123,546	107,707	34,846	527,976
2009	3,440	122,353	117,440	115,474	97,784	34,888	491,379
2010	2,682	134,113	131,430	123,920	107,290	37,015	536,451
2011	2,248	141,061	138,251	125,887	111,837	42,712	561,996
2012	1,722	131,988	152,073	126,823	117,068	44,187	573,861
2013	2,248	127,023	150,067	125,899	114,658	42,154	562,048
2014	1,693	126,402	154,617	126,966	116,809	37,808	564,294
2015	1,685	126,371	155,016	124,686	115,138	38,754	561,651

Таблица 24. Возрастно-половое распределение занятого в экономики региона
населения (женского) со СПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60	всего
2006	4,883	106,875	122,065	156,786	131,830	20,073	542,512
2007	5,303	119,608	128,446	162,030	144,943	28,871	589,201
2008	7,176	130,473	141,564	179,401	155,916	37,837	652,366
2009	4,851	124,305	137,645	158,261	143,708	37,595	606,364
2010	2,642	135,422	149,294	171,754	158,542	42,939	660,593
2011	2,072	143,638	159,521	175,404	163,665	46,268	690,568
2012	2,109	150,448	168,727	162,400	170,133	49,212	703,030
2013	1,367	138,086	166,113	163,379	169,531	45,117	683,594
2014	1,360	135,307	170,664	163,185	168,624	40,796	679,936
2015	0,676	134,525	172,382	158,186	166,974	43,264	676,007

Приложение 5

Таблица 25. Возрастные коэффициенты смертности на 1000 чел. всего населения
Санкт-Петербурга

Возрастная группа \ Год	1 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65 - 69	70 и старше
2006	1,0	0,2	0,3	0,8	1,9	4,0	5,0	5,1	7,2	8,4	12,6	16,5	22,4	29,0	77,2
2007	0,8	0,2	0,2	0,7	1,7	3,3	4,5	4,4	6,2	7,8	11,3	14,8	20,7	27,6	71,9
2008	0,9	0,2	0,2	0,6	1,4	2,8	4,2	4,1	6,0	7,3	10,8	14,6	20,2	26,5	70,3
2009	1,1	0,2	0,3	0,6	1,0	2,4	3,9	4,2	5,0	6,7	9,9	14,0	20,0	25,1	67,9
2010	1,0	0,2	0,3	0,5	1,0	2,1	3,6	4,0	5,1	6,4	9,4	13,3	19,6	25,5	68,3
2011	1,0	0,2	0,2	0,4	0,9	1,8	3,4	4,1	4,8	6,3	8,8	12,7	18,0	22,9	63,1
2012	1,0	0,2	0,2	0,5	0,8	1,6	3,2	4,3	4,5	6,2	8,3	11,5	17,3	22,1	65,4
2013	0,9	0,2	0,2	0,5	0,7	1,4	3,2	4,1	4,4	5,4	7,5	10,8	16,5	21,6	64,9
2014	0,8	0,1	0,2	0,4	0,8	1,4	2,7	3,9	4,5	5,5	7,4	10,9	15,8	21,9	65,0
2015	0,7	0,2	0,3	0,6	0,7	1,3	2,6	4,0	4,7	5,5	7,7	10,8	16,1	22,1	66,6

Таблица 26. Возрастно-половые коэффициенты смертности на 1000 чел. женского населения Санкт-Петербурга

Возрастная группа \ Год	1 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65 - 69	70 и старше
2006	0,4	0,2	0,2	0,4	0,8	1,5	2	2,3	3,7	4,4	6,6	9,8	13,5	18,6	74,1
2007	0,4	0,2	0,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,1	2,9	4,1	6,3	8,7	12,5	18	66,7
2008	0,3	0,3	0,2	0,4	0,7	1,4	1,6	2	3	4	5,8	8,5	11,9	17,2	65,9
2009	0,5	0,2	0,3	0,4	0,6	1,2	1,7	2,2	2,5	3,7	5,5	8,4	11,9	16,4	63,6
2010	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5	1,1	1,7	2	2,6	3,5	5,3	8	11,6	16,7	64,1
2011	0,4	0,2	0,1	0,3	0,5	1	1,4	2	2,7	3,5	5	7,5	11	14,8	59
2012	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8	1,6	2,2	2,5	3,6	4,9	6,8	10,8	15,1	61,4
2013	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,7	1,5	2	2,4	3,2	4,4	6,7	10,6	14,6	61,3
2014	0,3	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,3	1,9	2,5	3,2	4,5	6,5	9,7	15	62,1
2015	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	1,4	2,1	2,6	3,2	4,5	6,6	10,2	15	63,9

Таблица 27. Возрастно-половые коэффициенты смертности на 1000 чел. мужского населения Санкт-Петербурга

Возрастная группа \ Год	1 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65 - 69	70 и старше
2006	1,5	0,3	0,5	1,1	2,9	6,5	8,2	8,2	11,4	13,5	20,8	26	35,6	46,5	85,1
2007	1,2	0,2	0,3	0,9	2,6	5,2	7,3	6,8	10	12,5	18,3	23,8	33	44,3	85,3
2008	1,5	0,2	0,2	0,7	2	4,3	6,8	6,2	9,4	11,4	17,6	23,6	32,8	42,7	81,4
2009	1,6	0,2	0,3	0,8	1,5	3,5	6,1	6,4	7,9	10,2	16	22,3	32,6	40	78,6
2010	1,6	0,3	0,3	0,7	1,4	3,2	5,5	6	7,8	9,8	14,9	21,1	32,1	40,4	78,7
2011	1,5	0,2	0,3	0,5	1,2	2,7	5,5	6,3	7	9,5	13,9	20,3	29,2	36,6	73,3
2012	1,6	0,2	0,2	0,7	1,2	2,4	4,9	6,5	6,7	9,1	12,7	18,4	27,6	33,8	75,3
2013	1,4	0,3	0,2	0,6	1,1	2,1	4,8	6,2	6,5	7,9	11,5	16,9	25,8	33,3	73,6
2014	1,3	0,2	0,3	0,5	1,1	2	4,2	6	6,5	8,1	11,1	17,2	25,6	33,8	72,1
2015	1,2	0,3	0,3	0,7	0,9	1,9	3,8	5,9	6,9	7,9	11,7	16,7	25,6	34,5	73,2

Приложение 6

Таблица 28. Возрастно-половые коэффициенты дожития на 1000 чел. всего населения Санкт-Петербурга

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	999,38	997,10	994,95	992,17	985,51	947,23
2007	999,48	997,52	995,55	992,94	987,02	950,96
2008	999,49	997,91	995,85	993,29	987,39	951,57
2009	999,44	998,30	995,95	994,07	988,16	952,84
2010	999,48	998,45	996,20	994,19	988,76	952,63
2011	999,55	998,65	996,26	994,41	989,36	956,61
2012	999,51	998,79	996,28	994,64	990,19	956,05
2013	999,53	998,93	996,38	995,11	990,92	957,67
2014	999,58	998,87	996,74	995,02	990,89	958,82
2015	999,52	998,95	996,75	994,92	990,77	958,69

Таблица 29. Возрастно-половые коэффициенты дожития на 1000 чел. женского населения Санкт-Петербурга

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	999,68	998,87	997,86	995,94	991,86	968,92
2007	999,64	998,96	998,06	996,47	992,56	971,68
2008	999,68	998,96	998,21	996,47	992,94	971,28
2009	999,64	999,10	998,06	996,86	993,16	971,32
2010	999,70	999,20	998,15	996,92	993,46	970,76
2011	999,74	999,25	998,31	996,89	993,86	973,15
2012	999,74	999,35	998,12	996,95	994,23	973,16
2013	999,74	999,44	998,27	997,22	994,54	975,85
2014	999,74	999,39	998,42	997,17	994,57	978,07
2015	999,73	999,33	998,28	997,12	994,51	978,93

Таблица 30. Возрастно-половые коэффициенты дожития на 1000 чел. мужского населения Санкт-Петербурга

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	999,25	995,35	991,80	987,48	976,66	933,70
2007	999,42	996,13	992,94	988,64	979,03	934,94
2008	999,44	996,86	993,49	989,49	979,51	937,20
2009	999,37	997,50	993,75	990,82	980,98	939,22
2010	999,35	997,69	994,26	991,09	982,11	939,30
2011	999,45	998,04	994,11	991,66	983,01	944,13
2012	999,37	998,18	994,33	992,06	984,53	944,15
2013	999,38	998,36	994,54	992,80	985,84	946,64
2014	999,43	998,40	994,96	992,72	985,84	948,39
2015	999,37	998,51	995,23	992,62	985,76	948,38

Приложение 7

Таблица 31. Миграция населения с ВПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	3,713	0	1,027	1,166	0,932	0,457
2007	3,965	0	1,596	1,068	0,722	0,399
2008	8,481	0	4,041	2,143	1,145	0,764
2009	9,611	0	5,325	2,109	1,111	0,708
2010	13,474	0	7,266	3,034	1,441	1,05
2011	23,961	0,14	13,997	5,619	2,413	0
2012	25,662	0,096	12,728	6,788	3,461	0
2013	30,232	0,163	14,156	8,761	3,882	0
2014	26,024	0,018	11,713	8,007	2,839	0
2015	27,781	0,222	13,356	7,573	2,994	0

Таблица 32. Миграция населения со СПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,486	3,594	1,568	0,77	0,404	0,423
2007	0,801	3,324	1,305	0,521	0,261	0,409
2008	0,517	1,86	0,184	0,058	0,047	0,022
2009	0,522	3,711	1,058	0,483	0,265	0,174
2010	0,554	4,184	1,284	0,561	0,425	0,486
2011	0,974	9,296	3,505	1,764	0	-0,102
2012	1,47	9,472	4,28	2,651	0	0,462
2013	0,793	8,682	5,191	3,125	0	0,823
2014	0,753	5,001	2,569	1,73	0	0,903
2015	1,226	4,28	1,521	0,344	0	0,292

Таблица 33. Миграция женского населения с ВПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0	0,567	0,644	0,515	0,253	0,072
2007	0	0,882	0,590	0,399	0,221	0,099
2008	0	2,233	1,184	0,633	0,422	0,216
2009	0	2,941	1,165	0,614	0,391	0,198
2010	0	4,010	1,674	0,795	0,579	0,377
2011	0,077	7,717	3,098	1,330	0	0,236
2012	0,053	7,008	3,737	1,906	0	0,452
2013	0,089	7,769	4,808	2,130	0	0,650
2014	0,010	6,401	4,376	1,551	0	0,818
2015	0,121	7,295	4,136	1,635	0	0,371

Таблица 34. Миграция женского населения со СПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,269	1,986	0,866	0,425	0,223	0,234
2007	0,443	1,837	0,721	0,288	0,144	0,226
2008	0,286	1,028	0,102	0,032	0,026	0,012
2009	0,288	2,050	0,584	0,267	0,146	0,096
2010	0,306	2,309	0,709	0,310	0,235	0,268
2011	0,537	5,125	1,932	0,973	0	-0,056
2012	0,809	5,215	2,356	1,460	0	0,254
2013	0,435	4,765	2,849	1,715	0	0,452
2014	0,411	2,733	1,404	0,945	0	0,493
2015	0,670	2,338	0,831	0,188	0	0,159

Таблица 35. Миграция мужского населения с ВПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0	0,460	0,522	0,417	0,204	0,059
2007	0	0,714	0,478	0,323	0,178	0,081
2008	0	1,808	0,959	0,512	0,342	0,175
2009	0	2,384	0,944	0,497	0,317	0,160
2010	0	3,256	1,360	0,646	0,471	0,306
2011	0,063	6,280	2,521	1,083	0	0,192
2012	0,043	5,720	3,051	1,555	0	0,369
2013	0,074	6,387	3,953	1,752	0	0,534
2014	0,008	5,312	3,631	1,288	0	0,678
2015	0,101	6,061	3,437	1,359	0	0,308

Таблица 36. Миграция мужского населения со СПО (тыс. чел.)

Возрастная группа \ Год	до 20	20-30	30-40	40-50	50-60	после 60
2006	0,217	1,608	0,702	0,345	0,181	0,189
2007	0,358	1,487	0,584	0,233	0,117	0,183
2008	0,231	0,832	0,082	0,026	0,021	0,010
2009	0,234	1,661	0,474	0,216	0,119	0,078
2010	0,248	1,875	0,575	0,251	0,190	0,218
2011	0,437	4,171	1,573	0,791	0	-0,046
2012	0,661	4,257	1,924	1,191	0	0,208
2013	0,358	3,917	2,342	1,410	0	0,371
2014	0,342	2,268	1,165	0,785	0	0,410
2015	0,556	1,942	0,690	0,156	0	0,133