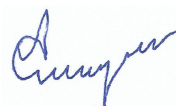


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

На правах рукописи



Смирнов Андрей Владимирович

**МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПОСТРОЕНИЯ
ДОЛГОСРОЧНЫХ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ
НА УРОВНЕ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ**

Специальность 08.00.05 – экономика и управление народными хозяйствами
(экономика народонаселения и демография)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук
профессор Фаузер В.В.

Сыктывкар – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ НА УРОВНЕ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ	13
1.1. Местные сообщества как объект демографических прогнозов	13
1.2. Социально-экономические факторы демографической динамики местных сообществ.....	28
1.3. Методологические подходы к прогнозированию структуры и динамики населения местных сообществ.....	47
ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА УРОВНЕ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ	68
2.1. Методический подход к построению прогнозов	68
2.2. Методика построения демографических прогнозов на уровне местных сообществ.....	82
2.3. Прогнозирование демографических событий и тенденций.....	99
ГЛАВА 3. ПОСТРОЕНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА РЕСПУБЛИКИ КОМИ	112
3.1. Характеристика демографических тенденций в Республике Коми.....	112
3.2. Демографический прогноз на уровне местных сообществ.....	128
3.3. Перспективы демографического развития Республики Коми	137
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	150
Перечень сокращений и условных обозначений	155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	156
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	179

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Демографические перспективы территорий с малой численностью населения в свете сложившихся миграционных тенденций вызывают большой исследовательских интерес. На начало 2016 года 49% населения России проживает в населенных пунктах с числом жителей менее 100 тыс. человек. Еще в 2010 году этот показатель составлял 51%. Таким образом, можно констатировать, что в России сокращается вес малых городов, поселков городского типа и сельских поселений в общей численности населения. Репродуктивное и миграционное поведение человека формируется под влиянием его окружения, в среде его жизнедеятельности. Следовательно, основой для понимания будущих демографических изменений территорий с малой численностью населения должны стать демографические процессы, происходящие с проживающими в границах этих территорий местными сообществами.

Необходимость построения прогнозов на уровне местных сообществ диктуется и законодательными инициативами. Согласно 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации", прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период должен включать основные показатели демографического развития. В ст. 39 сказано, что в муниципальных районах и городских округах могут разрабатываться, утверждаться и реализовываться стратегия социально-экономического развития муниципального образования и план мероприятий по реализации стратегии социально-экономического развития муниципального образования, которые также могут включать демографические показатели. Поэтому перспективные оценки численности и состава населения на уровне местных сообществ, а также методики их получения, могут быть востребованы при разработке стратегических планов развития территорий и других документов регионального и муниципального управления.

С демографической точки зрения местные сообщества могут быть охарактеризованы как крайне неустойчивые. В этой связи требуется разработка нетрадиционных методик демографического прогнозирования, основанных на имитационном моделировании, которые позволят спрогнозировать демографическую динамику местных сообществ в условиях высокой неопределенности и неполноты информации. Разработанные с применением научно-обоснованного методического инструментария прогнозы позволяют выявить возможные сценарии изменения демографического потенциала территорий различных уровней и масштабов, а также выработать меры по его сохранению с учетом их долгосрочных последствий.

Экономические и социальные задачи, стоящие перед регионами и муниципальными образованиями России, делают необходимой и актуальной разработку выбранной научной проблемы и темы диссертационного исследования.

Степень разработанности научной проблемы. В научной литературе получили широкое распространение публикации, рассматривающие различные аспекты демографического прогнозирования. Проблематика построения прогнозов имеет давнюю историю, как в России, так и за рубежом.

Теоретические и методологические основы изучения населения на уровне местных сообществ разрабатывали: Гассий В., Киселев К.В., Макогон Т.И., Мокин К.С., Морозова Л.П., Нечипоренко О.В., Рябова Л.А., Урманов Д.В., Филлипов Ю. и др. Изучением динамики качественных характеристик населения занимались: Беккер Г., Блауг М., Дэнисон Е., Дункан О., Катлер Д.М., Коэн Е., Лукас Р., Лутц В., Ромер П., Фарр В., Хаузер Ф., Шульц Т. и др.

Теоретико-методологические подходы к построению демографических прогнозов разрабатывали: Бахметова Г.Ш., Валентей Д.И., Венецкий И.Г., Волков А.Г., Дарский Л.Е., Лэсли П., Пирл Р., Рид Л., Рыбаковский Л.Л., Староверов О.В., Тихомиров Н.П., Уэлтон П. и др. Значительный вклад в разработку методологии и инструментария построения компьютерных моделей населения внесли: Аксельрод Р., Бахтизин А.Р., Биллари Ф., Ву Дж., Жанг К.,

Лычкина Н.Н., Макаров В.Л., Медоуз П., Педерцини М., Саградов А.А., Саймон Г.А., Сильверман Е., Такер П., Тесфатси Л., Форрестер Дж., Шеллинг Т., Эпштейн Дж. и др. авторы.

Демографические процессы и тенденции их изменения отражены в работах: Антонова А.И., Архангельского В.Н., Вишневого А.Г., Воробьевой О.Д., Ермакова С.П., Ивановой А.Е., Ионцева В.А., Локосова В.В., Медкова В.М., Римашевской Н.М., Рязанцева С.В., Рыбаковского Л.Л., Синельникова А.Б., Харченко Л.П. и др. Исследования в области региональной демографической динамики проводили: Карпов В.В., Козлова О.А., Кузьмин А.И., Куклин А.А., Миллер А.Е., Мотрич Е.Л., Попова Л.А., Соболева С.В., Сукнева С.А., Фаузер В.В и др. авторы.

Указанные авторы внесли значительный вклад в теорию и практику построения демографических прогнозов. Однако остаются вопросы, требующие дальнейшего теоретического осмысления и практических разработок. К таким вопросам можно отнести недостаточную разработанность теоретических моделей и положений, позволяющих рассматривать местные сообщества как объект демографических прогнозов. Кроме того, требует разработки методическое обеспечение демографического прогнозирования территорий малых масштабов и проживающих на них местных сообществ.

Специфика малых совокупностей населения должна учитываться как при формировании информационной базы прогноза, так и в самом процессе прогнозирования. При этом необходимо принимать во внимание и процессы, происходящие на макроуровне, за пределами местных сообществ. Недостаточно разработаны методические рекомендации, связанные с прогнозированием сценариев демографического развития территорий различных уровней и масштабов на основе динамики составляющих их местных сообществ.

Все вышеизложенное обусловило выбор объекта, предмета, а также постановку цели и задач диссертационного исследования.

Объектом исследования выступает население на уровне местных сообществ.

Предметом исследования являются социально-экономические отношения, определяющие демографические процессы и перспективы их развития на уровне местных сообществ.

Цель исследования – совершенствование теоретико-методологических положений и разработка методического инструментария построения долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ.

Для реализации цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Дополнить теоретико-методологические положения по построению демографических прогнозов на уровне местных сообществ;
2. Предложить методический подход к построению долгосрочных демографических прогнозов, учитывающий особенности местных сообществ;
3. Разработать методику построения долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ.

Область исследования соответствует п. 6.16 «Методологические основы и методы демографического анализа и прогнозирования динамики и структуры населения; методы регионального анализа демографических и миграционных процессов» паспорта специальности ВАК РФ по специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика народонаселения и демография)».

Теоретической и методологической основой исследования стали научные труды отечественных и зарубежных исследователей в области демографического и социально-экономического прогнозирования, а также методики построения демографических прогнозов на микро- и макроуровнях. Представленные в работе положения и разработанная методика построения демографических прогнозов на уровне местных сообществ основаны на идеях теории искусственных обществ (artificial societies) и теории ограниченной рациональности, направленных на описание поведения индивидов в условиях высокой неопределенности и неполноты информации.

Методы исследования. Для достижения поставленных задач применялся ряд взаимно дополняющих друг друга методов. Для развития теоретико-методологических положений применялись причинно-следственный, системный и структурный анализ, историко-ретроспективный анализ, корреляционный и регрессионный анализ. Для разработки подхода к построению демографических прогнозов на уровне местных сообществ применялись сравнительный и графический анализ, системный и структурный анализ, методы статистического и вероятностного моделирования. При разработке методического инструментария применялись имитационное моделирование, метод экспертных оценок, метод условного и реального поколений, когортный метод, анализ демографического поведения.

Информационную основу исследования составили:

- законодательные и нормативно-правовые акты Российской Федерации и субъектов РФ, связанные с демографическим и социально-экономическим планированием и прогнозированием, включая 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»;
- итоги всероссийских переписей населения 2002 и 2010 гг., микропереписи населения 2015 г.;
- официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ и территориальных органов государственной статистики о численности и составе населения, включая базу данных показателей муниципальных образований;
- аналитические и отчетные материалы министерств и ведомств, отражающие состояние и тенденции социальной сферы;
- программы территориального и социально-экономического развития муниципальных образований;
- материалы и отчеты международных организаций (ООН, ОЭСР, Всемирный банк) о демографических тенденциях.

Научные результаты, полученные автором, и их новизна. В ходе исследования достигнуты следующие результаты, определяющие научную новизну работы и являющиеся предметом защиты:

1. *Дополнены* теоретико-методологические положения по построению долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ на основе синтеза теории демографического прогнозирования на микроуровне и концепции искусственных обществ, а именно: *предложены* принципы прогнозирования, позволяющие рассматривать прогнозы местных сообществ в качестве искусственных обществ: единство микро- и макроуровней, взаимосвязь демографического развития с социально-экономической ситуацией, ограниченная рациональность индивидов и неполнота информации; *обоснована* система факторов демографической динамики местных сообществ, связывающая на микроуровне прогнозы с характеристиками населения и демографическими событиями. К рекомендуемым для учета в прогнозах отнесены факторы урбанизации, очередности рождений, образовательной динамики и экономического развития. Предложенные дополнения позволяют выявлять пути снижения неопределенности долгосрочного демографического развития на уровне местных сообществ и определить допустимые методологические подходы для построения их демографических прогнозов.

2. *Предложен* методический подход к построению долгосрочных демографических прогнозов, основанный на учете особенностей демографического и инфраструктурного развития местных сообществ. Подход включает обоснование системы показателей, характеризующих состав и динамику населения на уровне местных сообществ, и метод формулировки гипотез о демографических тенденциях местных сообществ. Подход отличается учетом региональных и муниципальных мероприятий социально-демографической политики, законодательных инициатив и инвестиционных проектов, влияющих на структуру и динамику населения местных сообществ, для которых оцениваются вероятности успешной реализации и степень влияния на интенсивность демографических процессов. Методический подход позволяет

учитывать в прогнозах степень инфраструктурного развития местных сообществ и влияние инвестиционных проектов на изменение их миграционной привлекательности.

3. *Разработана* методика построения долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ, основанная на многоуровневой структуре прогноза, совмещающая преимущества микро- и макропрогнозов. Методика включает положения по прогнозированию демографических процессов на уровне местных сообществ, методы алгоритмического моделирования демографического событий и тенденций на индивидуальном уровне, согласующие гипотезы демографического развития местных сообществ с гипотезами более высоких иерархических уровней. Методика позволяет, компенсируя неполноту информации, строить прогнозы для малых демографических совокупностей, обладающие высокой степенью детализации, более точно прогнозировать замещение поколений, учитывать качественный состав населения на уровне местных сообществ.

Научная и практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработанный методический инструментарий демографического прогнозирования, выдвинутые теоретические положения, а также практические рекомендации по построению прогнозов могут быть использованы:

- органами власти различных уровней при прогнозировании и планировании социально-экономического развития субъектов РФ, городов или муниципальных районов;
- научно-исследовательскими организациями при разработке демографических моделей, а также социально-экономических моделей, учитывающих демографические факторы;
- организациями, планирующими долгосрочные проекты, для которых требуется информация о будущих демографических изменениях;
- образовательными учреждениями высшего образования при подготовке учебных курсов: «Демография», «Экономика народонаселения», «Миграция

населения», «Методы демографического анализа и прогноза», «Имитационное моделирование социально-экономических систем».

Апробация работы была проведена на научно-практических конференциях, в том числе на всероссийских и международных. Тезисы и материалы докладов были опубликованы в сборниках. Среди этих мероприятий: Всероссийская научно-практическая конференции «Социально-экономические, демографические и исторические исследования на Севере России» (Сыктывкар, 2013 г.), Пятый Уральский демографический форум с международным участием «Институты демографического развития России» (Екатеринбург, 2014 г.), Всероссийский научный семинар «Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2014» (Сыктывкар, 2014 г.), VIII-е Валентеевские Чтения «Междисциплинарные исследования населения: 50 лет университетской демографической школе» (Москва, 2015 г.), Шестой Уральский демографический форум «Тренды демографических процессов на постсоветском пространстве» (Екатеринбург, 2015 г.), XI Осенняя конференция молодых ученых в новосибирском Академгородке: «актуальные вопросы экономики и социологии» (Новосибирск, 2015 г.).

Теоретические и методические результаты исследования использованы при выполнении следующих проектов:

– плановые НИР Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН «Репродуктивные и миграционные установки населения северных регионов России» (№ ГР 01201355947, 2013-2015 гг.) и «Демографический и трудовой факторы устойчивого развития северных регионов России» (№ ГР АААА-А16-116021210329-2, 2016-2018 гг.);

– программа фундаментальных исследований УрО РАН, проект «Теоретико-методологические подходы к оценке демографической и миграционной емкости северных территорий с учетом элементов экологической безопасности для нужд хозяйственного освоения Арктики» (№12-7-5-001-АРКТИКА, 2012-2014 гг.);

– комплексная программа УрО РАН, проекты «Города российской Арктики: среда жизнедеятельности и механизм обеспечения хозяйствующих субъектов человеческими ресурсами» (№15-15-7-8, 2015-2017 гг.) и «Миграционные процессы на Российском Севере: между ассимиляцией и мультикультурализмом» (№15-19-7-2, 2015-2017 гг.);

– грант РГНФ «Трансформация демографических и миграционных процессов на Российском Севере в условиях глобальной нестабильности: социологическое измерение» (№16-03-00078, 2016-2018 гг.).

Публикации по теме исследования. Основные положения работы нашли отражение в 18 научных публикациях, общим объемом 8,8 п.л., в том числе 4 публикации в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации для опубликования основных научных результатов диссертаций и глава в монографии.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав основного текста, заключения, перечня сокращений, списка используемой литературы и пяти приложений. Работа содержит 41 рисунок и 22 таблицы. Общий объем работы – 178 страниц основного текста, а также 27 страниц приложений. Список литературы включает 217 наименований.

Введение диссертации содержит постановку проблемы, цели и задач, обоснование актуальности исследований, формулировку научной новизны, а также теоретической и практической значимости полученных в ходе исследования результатов.

Первая глава "Теоретико-методологические основы прогнозирования демографической динамики на уровне местных сообществ" посвящена выработке теоретико-методологических положений по прогнозированию населения на уровне местных сообществ. В ней рассмотрены местные сообщества как объект демографических прогнозов, социально-экономические факторы воспроизводства их населения. Кроме того, дан обзор существующих

методологических подходов к построению демографических прогнозов на уровне местных сообществ, их сильных и слабых сторон.

Во второй главе *«Методическое обеспечение демографического прогнозирования на уровне местных сообществ»* описана разработанная методика прогнозирования динамики и структуры населения на уровне местных сообществ с применением микроимитационного моделирования, включая подробный алгоритм прогнозирования, положения по прогнозированию демографических событий и тенденций. Кроме того, предложен подход к построению демографических прогнозов, учитывающий особенности местных сообществ при формулировке демографических гипотез.

В третьей главе *«Построение демографического прогноза территорий Республики Коми»* произведена апробация предложенной методики на примере демографического прогноза Республики Коми. Впервые был построен прогноз на уровне городских округов и муниципальных районов республики, а также прогноз качественной структуры населения Республики Коми с точки зрения его образовательного уровня.

В заключении приведены выводы, основанные на результатах исследования. Сформулированы практические рекомендации по применению инструментария демографических прогнозов в государственном и региональном управлении. В приложениях содержатся материалы, иллюстрирующие и дополняющие отдельные положения диссертационной работы.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ НА УРОВНЕ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ

1.1. Местные сообщества как объект демографических прогнозов

Количественная оценка будущего населения является одной из центральных задач демографической науки. В связи с высокой инертностью демографических процессов (в сравнении, например, с экономическими), они хорошо поддаются прогнозированию. В то же время, добиться высокой точности в демографических прогнозах непросто. Для построения качественных прогнозов требуется решение множества задач, которые будут рассмотрены в дальнейшем. Этот факт заставлял многих исследователей скептически относиться к самой возможности прогнозировать тенденции движения населения (Дж. Спенгер: «История демографических прогнозов – это история ошибок» [203]). Тем не менее современная наука располагает множеством подходов к построению прогнозов, а их результаты востребованы в государственном управлении и бизнесе.

В научной литературе существует множество подходов к определению понятия и сущности демографических прогнозов. Они трансформировались вместе с развитием демографической науки и методов прогнозирования, вбирали в себя все новые проблемные области.

В рамках данного исследования под демографическим прогнозом будем понимать научно-обоснованную перспективную оценку численности и состава населения, параметров демографических процессов [60]. Такое определение не ограничивает задачу прогнозов оценкой лишь числа людей различных половозрастных групп. Состав населения может рассматриваться с точки зрения разных признаков: уровня жизни, семейного положения, образования и др. Разработку демографических прогнозов будем называть демографическим прогнозированием (или прогнозированием народонаселения).

Специфика местных сообществ как объекта демографических прогнозов. Прежде всего, определимся с содержанием понятия местного сообщества. Не существует единого общепринятого определения местного сообщества. В юриспруденции и в управлении под местным сообществом понимают население, проживающее на территориях, в границах которых осуществляется местное самоуправление.

Согласно статьям 130-131 Конституции РФ [1], «Местное самоуправление в Российской Федерации обеспечивает самостоятельное решение населением вопросов местного значения. Местное самоуправление осуществляется в городских, сельских поселениях и на других территориях с учетом исторических и иных местных традиций. Структура органов местного самоуправления определяется населением самостоятельно.» Местное самоуправление в РФ регламентируется законом 131-ФЗ [9]. Согласно закону, «Местное самоуправление осуществляется на всей территории Российской Федерации в городских, сельских поселениях, муниципальных районах, городских округах и на внутригородских территориях городов федерального значения».

В социальных науках местное сообщество рассматриваются более широко, как «группа людей, в природной окружающей среде, обладающая географическими политическими и социальными границами развитым общением друг с другом». Эти группы взаимодействуют друг с другом для достижения совместных целей.

К основным признакам местного сообщества относят [149]:

- Население, то есть историческая, культурная, соседская и иная общность людей;
- Территория (пространство в пределах определенных географических, административных, экономических границ). Местные сообщества рассматриваются либо как территориально ограниченные, либо как социально ограниченные [91]. Мы будем придерживаться территориальной ограниченности, так как это позволит нам в полной мере пользоваться

муниципальной статистикой для прогнозирования демографических изменений в сообществах;

– Социальное взаимодействие. Это соседские отношения, общие правила и нормы поведения, властные структуры, взаимосвязь воспроизводственной деятельности. Любое местное сообщество имеет некоторую иерархию и горизонтально взаимодействующие интересы [70]. Многие основания для выделения общности интересов и взаимодействия людей имеют демографический характер: возрастные, гендерные, этнические. ;

– Чувство сообщества (психологическая идентификация с сообществом). Оно проявляется в общности ценностей, чувстве принадлежности, сопричастности к событиям в сообществе.

Необходимо разделять понятия «местное сообщество» и «муниципальное образование». Не каждое местное сообщество имеет официальный статус муниципального образования.

Сложились пять теоретических подходов к изучению местных сообществ. Каждый из них выводит на первый план определенные аспекты местных сообществ. Экологический подход изучает сообщества с точки зрения природно-географического пространства, воздействия природных факторов на деятельность людей, а также взаимодействия между сообществами. Экологические аспекты местных сообществ, связаны с понятиями устойчивого развития и социальной устойчивости [120]. Качественный подход изучает сообщество как среду обитания с позиции качества жизни и социального климата. Этнографический подход акцентирует внимание на образе жизни людей, их культурных характеристиках. Местные сообщества могут рассматриваться сквозь призму социального капитала, степени их организации и самоорганизации [104]. Социологический подход рассматривает социальные отношения внутри и между местными сообществами, пытается выявить типичные их закономерности. Наконец, экономический подход изучает экономические отношения, рабочие места, ресурсы, доходы и другие экономические аспекты местных сообществ.

Динамика социально-демографических процессов в местном сообществе складывается из трех компонент: воздействие глобализованного общества; традиционности, воспроизводимой данным локальным сообществом (устойчивые практики жизнедеятельности, в том числе репродуктивные и миграционные установки); внешние условия, ограничивающие возможные реакции сообщества на изменение социальных условий [103].

При исследовании социальных и демографических взаимосвязей между местными сообществами большую роль играют их масштабы и пространственная организация [136]. Население как правило стремится мигрировать в сообщества, расположенные близко как в географическом, так и в социальном пространстве, и в обладающие высокой миграционной привлекательностью, определяющейся степенью социально-экономического развития территории. Внутренняя миграция субъекта РФ может рассматриваться как взаимодействие между принимающими и отдающими население местными сообществами [99]. Величина склонности к миграции между теми или иными территориями определяется историческими, экономическими и социальными связями между проживающими там местными сообществами. Миграцию между местными сообществами целесообразно исследовать через систему муниципальных образований, связанных общим рынком занятости, для целей совместного развития трудового потенциала [72].

Рассмотрение во взаимосвязи демографических и трудовых процессов местных сообществ связано с понятием социально-трудовых систем [74, 89]. Степень пространственной локализации социально-трудовой системы может быть измерена [88] и учитываться при прогнозировании миграционных процессов [76]. С местными сообществами также связано понятие межтерриториальной социально-экономической общности, которая рассматривается как «система самоорганизации населения территорий, имеющих общее культурной пространство, способствующая реализации его социально-экономических функций» [112].

Местные сообщества классифицируются на городские и сельские, на сформированные естественноисторическим и искусственным путем, на наделенные и не наделенные статусом муниципального образования [100]. При прогнозировании нас будут в первую очередь интересовать городские и сельские сообщества любого происхождения, наделенные статусом муниципального образования (муниципальные районы, городские округа, города, сельские поселения). Мы можем классифицировать местные сообщества в демографических прогнозах следующим образом:

1. По типу поселения (городские, сельские);
2. По численности населения (крупные, средние, малые);
3. По режиму воспроизводства населения (расширенное, суженное, стабильное);
4. По миграционной привлекательности;
5. По гендерному составу;
6. По возрастному составу;
7. По стадии демографического перехода и др. основаниям.

Основываясь на вышесказанном, можно сформулировать следующие специфические особенности местных сообществ как объекта демографического прогноза:

– Высокая неопределенность демографических тенденций, зависящих от изменчивой социально-экономической ситуации в местных сообществах. Преимущественно малый территориальный и экономический масштаб местных сообществ делает их неустойчивыми.

– Высокая трудоемкость получения и обработки информационной базы прогноза. Относительно небольшое число происходящих демографических событий затрудняет получение достоверных половозрастных частот событий и другой необходимой для построения прогноза информации.

– Общность структуры миграционных и репродуктивных установок внутри сообщества упрощает построение прогнозов. Каждое сообщество обладает

исторически сложившимися на данной территории особенностями в демографическом поведении.

– Демографические взаимодействия внутри местных сообществ могут быть детально формализованы в прогнозах на микроуровне благодаря малым масштабам сообществ.

– На демографическую динамику местных сообществ могут оказывать существенное влияние меры государственной политики, экономическая ситуация на территории (реализуемые инвестиционные проекты, ситуация на рынке труда и др.).

Данные особенности определяют специфику методического инструментария, который должен применяться в демографических прогнозах на уровне местных сообществ. Исходя из данных особенностей, сформулируем понятие демографического прогноза. Демографический прогноз на уровне местного сообщества – перспективная оценка численности и состава населения территории малых масштабов на основе исторически сложившихся на территории значений параметров демографических процессов; наборе гипотез о тенденциях демографического развития территории с учетом социально-экономической ситуации и принимаемых мер государственной политики.

Разработка демографического прогноза на уровне местного сообщества должна происходить в три этапа (таблица 1.1). На первом этапе определяются требования к прогнозу на основе анализа демографических процессов местного сообщества, разрабатывается структура прогноза, определяются характеристики населения и демографические события, которые будут учитываться при прогнозировании. На втором этапе происходит формирование информационной базы прогноза, то есть тех статистических данных и закономерностей, на основе которых будет построение прогноза. На третьем этапе осуществляется реализация прогноза, проведение вычислительных экспериментов для вычисления разных сценариев демографического развития местных сообществ. Кроме того, на этом этапе производится первичный анализ результатов прогнозирования.

Таблица 1.1 – Последовательность построения демографического прогноза на уровне местного сообщества

Этап	Содержание	Методы, методики	Результаты
1. Определение требований			
1.1.	Анализ местного сообщества	Историко-ретроспективный анализ, анализ временных рядов	Перечень требований к прогнозу и особенностей демографического развития местного сообщества
1.2.	Разработка структуры прогноза	Системный и структурный анализ	Иерархическая структура прогноза
1.3.	Определение характеристик и событий	Корреляционный и регрессионный анализ, экспертные оценки	Взаимосвязанные перечни характеристик населения и демографических событий
2. Формирование информационной базы			
2.1.	Исходное население	Методический подход к формированию информационной базы прогноза	Данные о состоянии населения в начальный момент времени
2.2.	Вероятности демографических событий		Данные о вероятностях событий в начальный момент времени для различных групп населения.
2.3.	Тенденции		Гипотезы об изменении вероятностей событий.
3. Прогнозирование			
3.1.	Построение прогноза	Методика построения долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ на основе микроимитационного моделирования	Компьютерная модель, населения, пригодная для проведения вычислений
3.2.	Проведение экспериментов		Прогноз демографического развития местного сообщества (несколько сценариев)
3.3.	Анализ результатов	Сравнительный и графический анализ.	Описательный анализ сценариев демографического развития местных сообществ

Классификация демографических прогнозов. Прежде чем приступать к постановке задачи демографического прогнозирования местных сообществ, рассмотрим классификацию прогнозов по различным основаниям (рисунок 1.1). Это позволит определить необходимый для прогнозирования на уровне местных сообществ класс прогнозов. В основу классификации возьмем особенности отражения в прогнозах состояния населения и специфику моделирования

демографических событий, которые выступают источником демографических изменений.

По иерархическим уровням прогнозы можно разделить на микроуровневые (где каждый человек в населении задается явно), макроуровневые (рассматриваются агрегированные данные, как правило по половозрастным группам) и многоуровневые, сочетающие в себе особенности обоих видов прогнозов. По виду пространства модели можно разделить на точечные (в которых пространство как таковое отсутствует), решетчатые (дискретное пространство) и непрерывные. Последние используются в демографии крайне редко. По степени детализации населения выделим прогнозы динамики численности населения, прогнозы половозрастного состава населения и социально-экономические прогнозы, включающие дополнительные характеристики населения, не только демографические.

Модельное время в демографических прогнозах, как правило, дискретно. По учету в прогнозах случайных факторов их можно разделить на детерминированные и стохастические. Демографическое поведение населения в прогнозах может моделироваться статистическими (на основе временных рядов), алгоритмическими методами (задаются возможные алгоритмы поведения). В некоторых случаях применяются сложные алгоритмы групповой динамики, позволяющие моделировать взаимодействие нескольких индивидов. В демографических прогнозах это обычно динамика домохозяйств и семейная динамика.

По длине горизонта прогноза выделяют краткосрочные (до 10 лет), среднесрочные (от 10 до 30 лет) и долгосрочные (более 30 лет) прогнозы. По цели прогнозирования: реалистические (для изучения реальной ситуации); аналитические (для выявления проблем); нормативные (для выработки рекомендаций по достижению желаемой демографической ситуации). Главное требование к нормативным прогнозам – принципиальная возможность их реализации [97]. По охвату территории можно выделить региональные и глобальные прогнозы. При этом каждый из них может содержать от одного до

нескольких уровней. Например, уровни муниципального образования, субъекта федерации и России в целом.



Рисунок 1.1 – Классификация демографических прогнозов

Возможна классификация и по множеству других оснований, но данный перечень охватывает основные характеристики демографических прогнозов и достаточен для целей исследования.

Задачи демографических прогнозов на уровне местных сообществ. Качественные демографические прогнозы способны решать широкий круг задач регионального и муниципального управления. Во-первых, отметим пользу прогнозов для государственных ведомств. Циклический и сложно предсказуемый характер демографических процессов часто приводит к неверным управленческим решениям. В качестве примера можно привести решения о закрытии инфраструктурных объектов (детских садов, школ и больниц) в период спада демографической волны и рождаемости в 90-х гг. Это привело к нехватке мест в образовательных учреждениях после замещения населения наиболее репродуктивных возрастов более многочисленным

поколением и последовавшим за этим ростом рождаемости. Демографические модели позволяют предсказать будущую численность детей, студентов, призывников, налогоплательщиков, трудовых ресурсов и любых других групп населения.

Прогнозы также незаменимы при выработке мер демографической и социальной политики, оценке их возможных последствий. Часто необходимо определить оптимальные временные интервалы и силу воздействий принятых решений в целях сглаживания демографической волны. Без этого даже позитивные на первый взгляд меры могут привести к противоположному результату. Например, стимулирование рождаемости может вызвать усиление диспропорций между различными поколениями, которое в результате выльется в рост демографической нагрузки на трудоспособное население. Возможные демографические последствия экономических и пенсионных реформ также должны быть спрогнозированы.

Прогнозы могут быть очень полезны при планировании в области энергетики, транспорта, использования природных ресурсов, так как они могут прогнозировать пространственное размещение населения. Качественные модели позволяют оценивать последствия различных мер социально-экономической политики, имитировать всевозможные сценарии развития.

Л.Л. Рыбаковский отмечает, что «демографическое прогнозирование может выполнить свои социальные функции лишь в общей системе планирования социально-экономического развития, выступая как его органическая часть», являясь «базой для расчета важнейших показателей развития экономики и культуры страны» [117]. Для реализации всего управленческого потенциала демографических прогнозов необходимо создание систем поддержки принятия управленческих решений с применением научно обоснованных моделей динамики народонаселения.

Кратко- и среднесрочные прогнозы населения могут быть также интересны бизнесу. При инвестировании в крупное производство нужна уверенность в наличии в ближайшем будущем необходимых трудовых ресурсов.

Строительство объектов розничной торговли или открытие предприятий сферы услуг связано с рисками оттока населения. Демографические прогнозы с учетом уровня образования и доходов могут применяться при всевозможных маркетинговых исследованиях. Страховые компании используют демографические прогнозы в акутарных расчетах.

Демографические вопросы не только описывают предполагаемое будущее, но и помогают лучше понять настоящее. Ведь перспективные изменения демографической ситуации во многом опираются на те явления, которые наблюдаются уже сегодня. Любой прогноз – взгляд на настоящее с точки зрения того, как оно проецируется на будущее.

В 2014 году был принят Федеральный закон N 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации", в результате чего утратил силу Федеральный закон N 115-ФЗ "О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации" [6]. Согласно 172-ФЗ [7], прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на долгосрочный период должен включать основные показатели демографического развития. В ст. 39 сказано, что в муниципальных районах и городских округах могут разрабатываться, утверждаться и реализовываться стратегия социально-экономического развития муниципального образования и план мероприятий по реализации стратегии социально-экономического развития муниципального образования, которые также могут включать демографические показатели. Поэтому перспективные оценки численности и состава населения местных сообществ, а также методики их получения, могут быть востребованы при разработке следующих документов:

- прогноз социально-экономического развития Российской Федерации;
- стратегия социально-экономического развития Российской Федерации;
- стратегия пространственного развития Российской Федерации;
- отраслевой документ стратегического планирования Российской Федерации;

- стратегия социально-экономического развития субъекта Российской Федерации;
- прогноз социально-экономического развития субъекта Российской Федерации;
- государственная программа Российской Федерации;
- государственная программа субъекта Российской Федерации;
- стратегия социально-экономического развития муниципального образования;
- муниципальная программа;
- прогноз социально-экономического развития муниципального образования.

Последний документ содержит «систему научно обоснованных представлений о направлениях и об ожидаемых результатах социально-экономического развития муниципального образования на среднесрочный или долгосрочный период». Муниципальная программа определяет «комплекс планируемых мероприятий, взаимоувязанных по задачам, срокам осуществления, исполнителям и ресурсам и обеспечивающих наиболее эффективное достижение целей и решение задач социально-экономического развития муниципального образования».

Местные сообщества являются основным ресурсом для реализации муниципальных и региональных стратегий [113], и даже стратегий городов-миллионников [132]. Однако сегодня планы развития муниципальных образований плохо ориентированы на те потребности местных сообществ, которые могут появиться в будущем [102]. Необходимо совпадение целеполагания стратегий с потребностями и возможностями местных сообществ по их реализации. Кроме того, необходимо обратить внимание на взаимодействие между различными местными сообществами. Так, решение проблем занятости на местном уровне во многом зависит от степени развития межмуниципального сотрудничества [73].

Круг возможных задач демографического развития чрезвычайно широк и невозможно охватить их все в рамках одного или даже нескольких прогнозов. Поэтому необходимо сформулировать перечень минимальных требований к прогнозу на уровне местных сообществ.

Сформулируем **требования к прогнозу**, который сможет стать гибким инструментом демографического прогнозирования на уровне местных сообществ:

1. Прогнозирование изменения численности, половозрастного состава, пространственного размещения населения во времени на период не менее нескольких десятилетий. Это главное требование к любому долгосрочному прогнозу. Степень детализации пространственной структуры населения может быть различной и зависит от выбранного подхода. Возраст населения должен моделироваться с 1-годовой или более высокой точностью.

2. Наличие нескольких уровней прогнозирования: для региона в целом, городских округов и муниципальных районов. Это позволит принимать решения как на региональном, так и на местном уровне. Желательны также наличие механизма обратных связей между уровнями и уровня, на котором моделируется демографическое поведение отдельных индивидов.

3. Возможность реализации различных сценариев демографического развития. Выбор тенденций рождаемости, смертности и миграции в отдельности. Прогноз должен быть способной адаптироваться к изменившимся начальным условиям и параметрам моделирования.

4. Учет дополнительных факторов, оказывающих значительное влияние на демографическое поведение населения местного сообщества, таких как число рожденных детей у женщин, уровень образования населения и др. Добавление в прогноз новых факторов не должно требовать кардинальной переработки самой схемы прогнозирования.

5. Регистрация детальных результатов прогнозирования, включая статистику по умершим и эмигрировавшим. Это необходимо для исследования выборок населения по любым требуемым признакам.

6. Научная обоснованность методик моделирования с точки зрения демографии и статистики. Прогноз должен отвечать критерию фальсифицируемости [110] и соответствовать современным теориям движения населения и демографического перехода. Необходимо добиться максимально возможной точности при строгих требованиях к верификации и воспроизводимости результатов.

7. Возможность создания на основе прогноза системы поддержки принятия управленческих решений (СППР) в области демографической и социальной политики. Результаты прогнозирования должны быть востребованы лицами, принимающими решения, в связи с чем требуется обеспечить возможность работы с моделью без ее долгой предварительной подготовки, а также высокую простоту наглядности представления результатов.

Прогнозы на уровне местных сообществ и искусственные общества. Большие возможности для изучения и прогнозирования демографических перспектив местных сообществ открывают идеи, заложенные в концепцию искусственных обществ. Искусственное общество (англ. artificial society) – набор агентов (действующих лиц) в модели или сама модель, разработанная для компьютерной симуляции социальных процессов [84]. Агенты должны отвечать определенным свойствам, чтобы модель считалась искусственным обществом. Процесс построения искусственных обществ также называют социальным моделированием (англ. social simulation), а применение к демографическим исследованиям называют агент-ориентированной вычислительной демографией (англ. agent-based computational demography [160]). Социальное моделирование применяется во множестве наук [87], среди которых демография, экономика, социология.

Концепция искусственных обществ связана с поведенческой экономикой [47], экономикой сложности [68] и теории ограниченной рациональности [124]. Дж. Эпштейн сформулировал основные свойства агент-ориентированных моделей [172, 173, 174]. Перечислим их с указанием особенностей реализации в демографических прогнозах:

- *Неоднородность.* Каждый человек в населении представлен явно и может отличаться от других по множеству признаков: пол, возраст, образование, семейное положение и др.

- *Автономность.* Отсутствует централизованный контроль над поведением индивидов. События происходят независимо для каждого человека. Объединение индивидов в группы и когорты происходит только на этапе обработки результатов моделирования.

- *Явное пространство,* степень детализации которого может различаться в зависимости от целей моделирования. Это может быть двумерная решетка (по номеру района и типу населенного пункта) или даже явные координаты в географическом пространстве. Возможно перемещение в пространстве [179].

- *Локальные взаимодействия.* Семейная динамика при вступлении в брак или рождении ребенка, а также разводе и выходе детей из состава семьи основана на взаимодействии индивидов, находящихся в близких точках моделируемого пространства.

- *Ограниченная рациональность.* Репродуктивное и миграционное поведение индивидов может быть смоделировано на основе простых правил с ограничением имеющихся у них информации и времени для принятия решений.

- *Неравновесная динамика.* Поведение системы на макроуровне основано на децентрализованных действиях отдельных индивидов.

Данные свойства хорошо соответствуют целям и специфике прогнозов на уровне местных сообществ. Отталкиваясь от концепции искусственных обществ, как основы для прогнозирования, сформулируем методологическую основу для будущих прогнозов. При построении долгосрочных прогнозов демографического развития местных сообществ мы будем исходить из следующих **методологических принципов:**

- **Единство микро- и макроуровней.** Хотя демографические события и происходят на микроуровне, нам необходимы агрегированные результаты

прогноза по различным половозрастным и социальным группам в разные периоды времени.

- Взаимосвязь демографических процессов с социально-экономическим развитием местных сообществ. Мы будем рассматривать демографические, социальные и образовательные тенденции как происходящие одновременно и взаимовлияющие.

- Ограниченная рациональность в поведении населения местных сообществ. Принимая то или иное демографическое решение (например, миграционное), реальный индивид редко в полной мере подчиняется законам, описываемым в теоретических моделях.

- Неполнота информации при моделировании случайных факторов. Несмотря на проведение переписей населения и регулярный статистический учет, не всегда есть возможность получить все необходимые статистические данные о демографическом развитии местных сообществ. Многие факторы приходится рассматривать как случайные.

Необходимо рассмотреть существующие подходы к построению компьютерных моделей населения, особенности их реализации, преимущества и недостатки. Кроме того, требуется определить наиболее важные социально-экономические факторы, которые могут учитываться при демографическом прогнозировании на уровне местных сообществ.

1.2. Социально-экономические факторы демографической динамики местных сообществ

Снизить неопределенность демографических процессов на уровне местных сообществ можно при помощи учета в прогнозах дополнительных социально-экономических факторов, уточняющих демографическое поведение населения. Эти факторы должны могут быть отражены в прогнозе при помощи дополнительных характеристик населения, и связанных с ними демографических событий.

Выбор оптимального набора характеристик, которыми описывается население, выступает одной из важнейших задач при подготовке демографического прогноза. Состав этого набора определяется прежде всего целями прогноза и широтой доступной информационной базы. Здесь мы не будем рассматривать такую характеристику, как численность населения, так как она неизменно присутствуют в любом демографическом прогнозе. В большинстве современных прогнозов также применяют характеристики пола, возраста населения, а также его пространственного размещения. Попробуем классифицировать характеристики, которые могут применяться при прогнозировании населения.

Мы рассмотрим четыре группы характеристик, которые назовем демографическими, пространственными, качественными и экономическими (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Классификация характеристик населения в демографических прогнозах

К демографическим характеристикам отнесем те, которые отражают половозрастной состав населения и его семейный статус. Пол и возраст применяются почти во всех прогнозах по двум причинам. Во-первых, начиная с когортно-компонентного метода пол и возраст позволяют повышать точность прогноза благодаря использованию возрастных коэффициентов движения населения. Во-вторых, структура населения по полу и возрасту сама по себе

интересна исследователям и необходима для разработки социально-экономических программ.

Показатель числа рожденных женщинами детей хорошо подходит для построения прогнозов на уровне местных сообществ. Его добавление в модель не приведет к существенному увеличению вычислительных затрат и не требует обширной информационной базы. Вместе с тем, он позволяет учитывать при построении прогноза очередность рождения, что в свою очередь может повысить точность прогноза рождаемости. Особенно при прогнозировании территорий, на которых происходят процессы, связанные с изменением репродуктивных установок (например, при демографическом переходе). Более точное отражение процессов рождаемости важно при построении прогнозов на российском Севере, в условиях значительной депопуляции и сдвига возрастной структуры населения под влиянием миграции населения трудоспособного возраста. В качестве примера рассмотрим зависимость годовых коэффициентов рождаемости от числа рожденных женщинами детей в Республике Коми (рисунок 1.3).

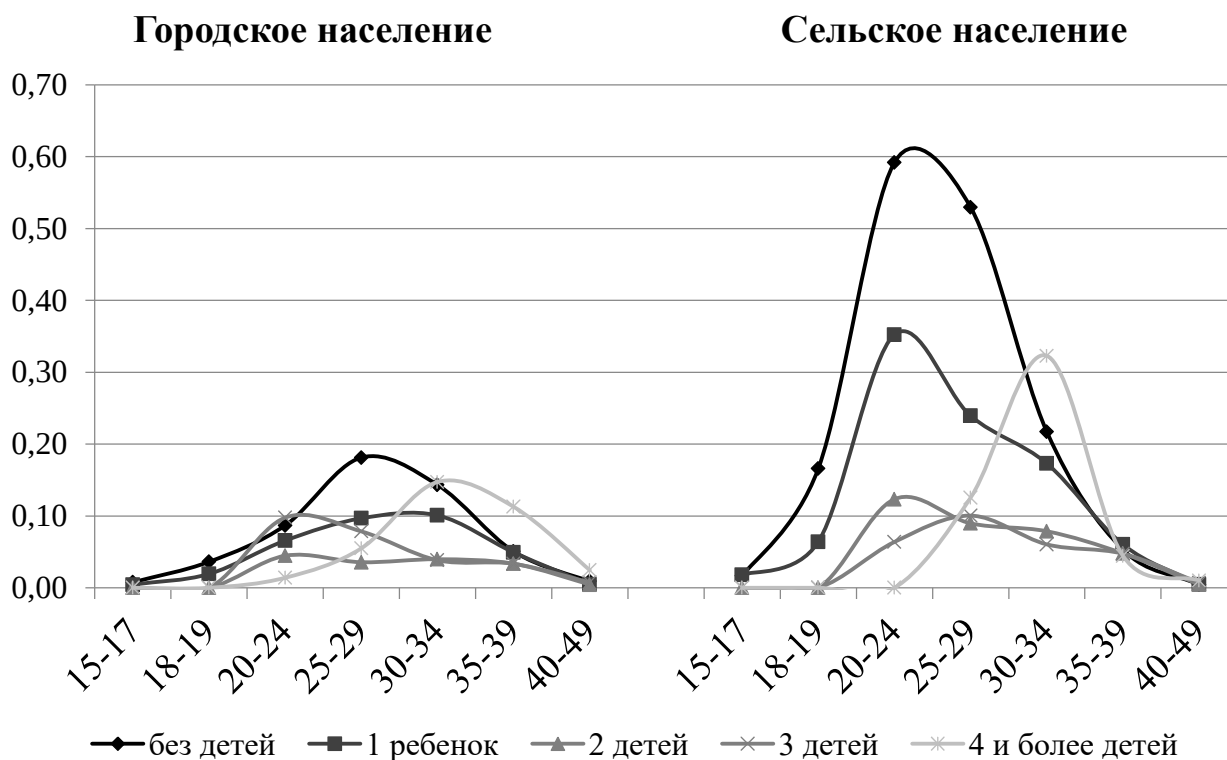


Рисунок 1.3 – Коэффициенты рождаемости по очередности рождений (2013-2015 гг.)

Как видно из рисунка, вероятности рождений могут различаться в несколько раз у женщин с разным числом детей, как в городской, так и в сельской местности. При этом закономерно и перераспределение рождений во времени. Пик рождаемости последующих детей приходится на более возрастные когорты женщин. Рождаемость выступает регулятором естественного прироста населения местных сообществ. Так как явный учет типов семей связан со значительными трудностями в прогнозировании брачного рынка, то можно использовать показатель числа рожденных женщинами детей для косвенного отражения динамики типов семей. Вероятности рождения детей по очередности в целом динамику типов семей местных сообществ [57].

Отражение в моделях семейного положения, брачной динамики, состава домохозяйств, а то и всех родственных связей может применяться либо в краткосрочных прогнозах (динамика домохозяйств довольно изменчива), либо если факторы родства критически важны для реализации целей прогноза. В остальных случаях мы считаем добавление сложных и громоздких алгоритмов, позволяющих прогнозировать семейную структуру населения, избыточной. На изменение структуры домохозяйств влияет множество факторов, как социально-экономических (например, доходы и стоимость недвижимости), так и психологических (изменение отношения населения к институту брака). Их невозможно прогнозировать на больших временных горизонтах. Особенно для территорий малого масштаба.

Пространственное развитие местных сообществ может рассматриваться с точки зрения теории систем и их топологии [91]. К пространственным отнесем характеристики, которые отражают расположение места жительства человека или связанных с ним объектов. Степень детализации пространственных характеристик может быть совершенно разной. В большинстве демографических прогнозов в России (если речь не идет о прогнозах городов) применяется разделение населения на городское и сельское. Для этого используют характеристику типа населенного пункта, в котором проживает человек. Интенсивность всех демографических процессов сильно разнится в городских и

сельских поселениях. Кроме того, необходимо фиксировать в прогнозах процессы урбанизации. Поэтому в том случае, если исследуемая территория включает население обоих типов, необходимо включать данную характеристику в прогнозную модель.

Обосновать необходимость включения в прогноз типа поселения можно на примере зависимости уровней рождаемости от доли сельских жителей в 12 районах Республики Коми со смешанным населением (рисунок 1.4), построенного по данным бюллетеней Комистата [19, 20, 21].

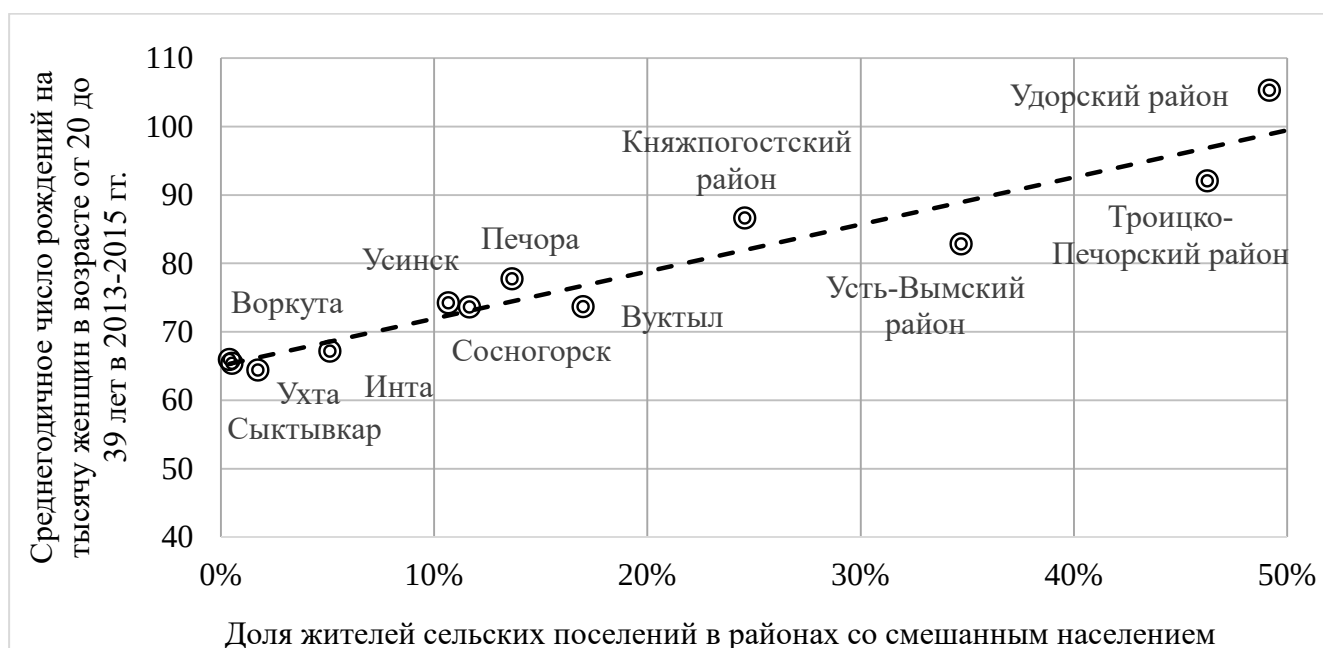


Рисунок 1.4 – Взаимосвязь уровня урбанизации районов Республики Коми и рождаемости (2013-2015 гг.)

Коэффициент корреляции Пирсона между долей сельского населения и средним числом рождений на тысячу женщин в наиболее фертильных возрастах (20-39 лет) составляет 0,949, что указывает на очень сильную зависимость. Наибольшие отклонения от линейного тренда (около 6 единиц) отмечаются в Удорском и Усть-Вымском районах. В некоторых сельских населенных пунктах, особенно вблизи городов, население придерживается репродуктивных установок, свойственных скорее городскому населению. Таким образом, дифференциация в коэффициентах рождаемости между районами в значительной степени определяется долей в них сельского населения. В итоге

мы получаем возможность прогнозировать демографическую динамику не только на региональном, но и на муниципальном уровне, а также дифференцировать городское и сельское население.

Более редки, но все же довольно распространены характеристики районов проживания человека, в качестве которых могут выступать субъекты РФ, муниципальные районы, городские округа или любые другие территории. Возможны прогнозы, содержащие многоуровневую пространственную структуру (например, уровни государства, субъектов федерации и муниципальных образований). В территориальном разрезе также часто наблюдается дифференциация интенсивности демографических процессов. Часто столица региона или государства, а также крупные поселения более миграционно привлекательны, чем другие территории. Причем в России прогнозируется дальнейший рост контрастности расселения между крупными и провинциальными городами [139]. А депрессивные районы со слабо развитой экономикой, напротив, испытывают отток населения. Поэтому при возможности имеет смысл учитывать территориальную структуру объекта прогноза. Однако степень ее детализации должна определяться индивидуально для каждого прогноза, в зависимости от поставленных задач и доступа к необходимой информации.

Встречаются и другие пространственные характеристики населения. В моделях мегаполисов, связывающих демографию, транспорт, загрязнение и рынок труда [138] часто применяются более точные характеристики места жительства, а также места работы населения. Это может быть необходимо для исследования загрязнения воздуха от автомобильного транспорта и нагрузок на транспортные пути. В демографических и экономико-демографических прогнозах такая точность избыточна.

Экономические характеристики населения могут быть очень разнообразными. Обычно они связаны с материальным уровнем жизни (доходы, наличие автомобиля и недвижимости), трудовым статусом человека или инфраструктурой в месте его проживания. Экономические характеристики

населения тоже плохо поддаются долгосрочному прогнозу. Особенно в развивающихся экономиках. Тем не менее, поскольку экономика существенно влияет на демографические процессы (в первую очередь на миграцию), необходимо каким-нибудь образом отражать в демографических моделях предполагаемые экономические изменения. Обычно экономические характеристики не выделяют явно, а применяют гипотезы об изменении основных демографических компонент: рождаемости, смертности и миграции. Гипотезы чаще всего формулируют исходя из данных прошлых временных периодов и экспертных оценок, которые учитывают вероятные изменения в экономике и их последствия.

Качественные характеристики вызывают большой исследовательский интерес, поскольку отражают уровень образования и состояние здоровья населения, которые выступают важнейшими индикаторами степени развития человеческого капитала территорий. Индикаторы, относящиеся к здоровью сложно прогнозировать. Они связаны с экологической обстановкой, социальным самочувствием населения, доступом к услугам здравоохранения, образом жизни и множеством других факторов. Поэтому в демографических прогнозах здоровье населения обычно учитывается косвенно в рамках гипотез о будущих изменениях ожидаемой продолжительности жизни населения при рождении.

В некоторых сложных прогнозах различные аспекты здоровья населения отражены явно. Часто так поступает при прогнозировании населения с учетом распространения заболеваний, таких как ВИЧ/СПИД [195]. Возможно отражение в моделях образа жизни населения, распространенности курения, алкоголизма, наркомании, качества пищи и окружающей среды, влияющих на здоровье. В демографических моделях, детально прогнозирующих рождаемость, может иметь смысл прогнозировать репродуктивное здоровье населения [56]. Но реализовать такие прогнозы, особенно долгосрочные, на практике крайне сложно. Поэтому для решения большинства задач предпочтительно включения факторов здоровья в гипотезы, которые описывают изменение уровней смертности для различных групп населения.

Образование как характеристика населения местных сообществ.

Образовательные и демографические процессы очень тесно взаимосвязаны. Причем отношения между ними двунаправленны. С одной стороны, образование оказывает влияние на составляющие демографической динамики: рождаемость, смертность и миграцию. С другой стороны, образование само нацелено на предоставление услуг населению, и потому ориентируется на демографические изменения.

При исследовании качественных характеристик населения (к которым и относится образование) используются такие категории, как «человеческий капитал» [199, 148], «человеческий потенциал», «качество населения», «человеческие ресурсы». Все эти категории делают акцент на важности некоторых характеристик населения для его воспроизводства и развития общества. Набор этих характеристик различается у разных авторов [50, 81, 93, 122, 164], но наиболее часто рассматриваются образование, квалификация, здоровье и брачность [145].

Первым обратил внимание на важность образования, как своеобразных инвестиций в человеческий капитал, А. Смит [126]. Он сравнивал умения и мастерство рабочих с орудиями производства, которые хотя и требуют некоторых затрат на их приобретение, но впоследствии окупаются, принося дополнительную прибыль. У. Фарр в своем методе количественной оценки стоимости человеческой жизни обращал внимание на роль повышения уровня грамотности и здоровья людей [175]. Его метод заключается в подсчете текущей стоимости будущей среднегодовой заработной платы во всех возрастных группах. Развивая этот метод, Л. Дублин и А. Лотка смогли экономически обосновать выгодность инвестиций в образования при помощи дисконтирования зарплат рабочих [170].

Нобелевский лауреат С. Кузнец показал, что для повышения уровня жизни населения и экономического роста необходимы инвестиции в человеческий капитал, в том числе в образование [185]. Этот результат оказал большое влияние для дальнейших исследований качественных характеристик населения.

Расширил понимание проблемы Т. Шульц, который обосновал важность для экономики не только численности занятых, но и их знаний, квалификации, образования, опыта работы [201]. На данном утверждении основана теория человеческого капитала, утверждающая, что разница в производительности труда между работниками объясняется различием в их уровне образования, здоровье, навыках [162].

Разработан целый ряд моделей, оценивающих влияние образования на величину национального дохода и экономический рост [115]. Модель Т. Шульца [200] представляет собой развитие производственной функции Кобба-Дугласа. Помимо двух традиционных факторов производства (труда и капитала), она содержит третий – образовательный капитал, измеряемый как суммарное число человеко-лет обучения. Модель Э. Денисона [168] отличается от модели Шульца лишь тем, что коэффициенты эластичности по труду и по образовательному капиталу (качеству рабочей силы) в ней равны. То есть, предполагается неразрывная взаимосвязь между работниками и их образованием.

Более глубокое понимание взаимосвязи образования с экономическим ростом содержится в эндогенных моделях роста [188, 197]. Ключевую роль в них играет человеческий капитал, который реализуется благодаря обмену знаниями между людьми, а также научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, повышающие производительность именно в тех фирмах, которые осуществляют инвестиции в образование и исследования. Модель [196] П. Ромера содержит четыре фактора производства: капитал, труд, человеческий капитал (накопленные знания) и технологический уровень (знания, не привязанные к людям). Экономика включает три сектора: исследовательский, промежуточного и конечного производства. Теоретические выводы модели о позитивном влиянии образования на экономический рост подтверждены эмпирическими исследования в рамках программы развития ООН [62]. Было показано, что увеличение средней продолжительности обучения населения на один год приводит сначала к увеличению темпов роста ВВП в среднем на 9% в год (в течение первых трех лет), а затем – на 4%.

Влияние образования населения на демографическую динамику местных сообществ. Попробуем количественно оценить степень воздействия образования на демографическую динамику населения. Для определения характеристик населения, которые необходимо учитывать в демографических прогнозах на уровне местных сообществ был проведен корреляционный анализ влияния различных демографических и социально-экономических факторов на демографические показатели. Были построены две корреляционные модели в статистическом пакете RStudio. Первая включает 13 северных субъектов России. Это Мурманская, Архангельская, Магаданская и Сахалинская области, Республики Коми, Карелия, Тыва и Якутия, Ненецкий, Ямало-Ненецкий, Ханты-Мансийский и Чукотский автономные округа, Камчатский Край. Из них пять расположены на европейском Севере России, а пять – на азиатском. Вторая модель включает двадцать городов и районов Республики Коми.

Перечень показателей корреляционного анализа приведен в таблице 1.2. Значения показателей использовались за 2015 год. У уровня образования (среднего числа лет обучения) высокая корреляция с коэффициентом урбанизации (0,670), с демографической нагрузкой (-0,791), с суммарным коэффициентом рождаемости (-0,479), с удельным весом женщин (-0,445), с ожидаемой продолжительностью жизни при рождении (0,398), с коэффициентом миграционного прироста (-0,389). То есть образование демонстрирует корреляцию с половозрастной и пространственной структурой населения, с демографическими событиями. В корреляционной модели местных сообществ Республики Коми наблюдается похожая картина. Коэффициент линейной корреляции Пирсона среднего образовательного уровня с коэффициентом смертности составляет -0,851, с коэффициентом рождаемости – -0,371 со степенью урбанизации – 0,875, с миграцией – -0,805.

Таблица 1.2 – Показатели корреляционных моделей

	Модель регионов Севера (13 субъектов РФ)	Модель Республики Коми (20 районов)
Демографические показатели	1. Коэффициент миграционного прироста 2. Доля городского населения (коэффициент урбанизации) 3. Демографическая нагрузка молодыми 4. Демографическая нагрузка пожилыми 5. Общий коэффициент демографической нагрузки 6. Удельный вес женщин в населении 7. Средний возраст населения 8. Суммарный коэффициент рождаемости 9. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении 10. Коэффициент этноразнообразия 11. Доля коренных малочисленных народов в населении 12. Средний возраст 13. Среднее число рожденных женщинами детей	1. Доля городского населения 2. Удельный вес населения коми национальности 3. Демографическая нагрузка 4. Миграционный прирост/убыль населения 5. Рождаемость 6. Смертность 7. Удельный вес женщин в населении 8. Средний возраст 9. Среднее число детей
Социально-экономические показатели	14. Средняя заработная плата 15. Среднее число лет обучения 16. Коэффициент Джини 17. Доля социальных расходов в бюджете 18. Доля добычи полезных ископаемых в ВРП 19. Удельный вес населения с доходами ниже прож. мин. 20. Среднедушевые доходы 21. Уровень безработицы 22. Коэффициент жилищной дифференциации	10. Среднемесячная начисленная заработная плата 11. Средний размер пенсий 12. Доля зарегистрированных безработных 13. Среднее число лет обучения

Другие социально-экономические показатели не демонстрируют столь устойчивой взаимосвязи со всеми основными демографическими показателями одновременно. Разумеется это не означает, что все демографические показатели определяются именно образовательным уровнем населения. Связь может быть и обратной. Высокий уровень образования может быть результатом демографических событий. Поэтому необходимо обратиться к статистике.

Существует корреляция между уровнями рождаемости и образования. Наибольшую рождаемость демонстрируют страны третьего мира, не обладающие доступным и качественным образованием. Репродуктивные установки в странах Запада, завершивших демографический переход, подверглись значительным изменениям. Не последнюю роль здесь сыграло развитие образовательных институтов. В России женщины с высшим образованием более тяготеют к модели однодетной семьи, что отличается от установок женщин с других образовательных групп

Проиллюстрируем влияние образования на рождаемость на примере Республики Коми. Уровень образование женщин связан с общим числом рожденных ими детей и на распределение рождений во времени. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 г. подтверждают, что среднее число рожденных женщинами детей находится в зависимости от уровня образования женщин. В целях минимизации воздействия возрастной структуры населения на статистику, проанализируем данные женщин в возрасте от 30 до 34 лет. Большинство женщин из этой возрастной группы вышли из наиболее репродуктивных возрастов относительно недавно, но уже успели получить образование. Следовательно, они достаточно хорошо отражают существующие тенденции, а число детей, которые будут рождены этими женщинами в будущем, незначительно. Результаты Переписи по представлены в таблице 1.4 [32].

Таблица 1.3 – Среднее число детей на одну женщину в возрасте 30-34 лет в Республике Коми по уровню образования

Население	Среднее число детей	У женщин, имеющих образование							без образования
		профессиональное				общее			
		высшее	неполное высшее	среднее	начальное	среднее	основное	начальное	
Все	1,30	1,16	1,25	1,35	1,36	1,44	1,48	1,13	0,27
Городское	1,25	1,14	1,21	1,31	1,31	1,38	1,40	1,09	0,41
Сельское	1,51	1,39	1,45	1,54	1,51	1,60	1,56	1,16	0,09

Пик числа рожденных детей (1,48) наблюдается у женщин, имеющих основное общее образование. Это более чем на 20% превышает показатель женщины с высшим профессиональным образованием. сельской местности пик смещен к среднему (полному) общему образованию. Часть этой разницы будет компенсирована благодаря временному сдвигу в рождениях у более образованных женщин. Необходимо отметить, что при снижении уровня образования женщин, рождаемость падает с более высокой скоростью, чем при его повышении. Показатель выше среднего в целом по региону наблюдается у женщин с уровнями образования с основного общего по среднее профессиональное. В более старших возрастных группах (начиная с 50-54 лет) пик соответствует начальному профессиональному образованию.

Наблюдаемые закономерности сохраняются и в других репродуктивных возрастах. Большое отклонение от остальных уровней графика высшего образования в возрастах с 20 до 29 лет свидетельствует о наличии временного сдвига в рождении детей. Рождаемость среди сельского населения превышает городскую, а наименьшее число детей зафиксировано у женщин без образования. Относительная доля этих женщин в наиболее репродуктивных возрастах мала. Таким образом, в Республике Коми наблюдается корреляция между рождаемостью и уровнем образования матери.

Рассмотрим влияние образовательных процессов на миграцию. В современном мире с открытыми границами оно чрезвычайно велико. Образование часто и является тем ключом, который открывает для человека возможности трудоустройства в других регионах или государствах. Таблица 1.3 отражает образовательный состав прибывших и выбывших из Республики Коми в 2014 г. в целом и по направлениям и видам миграции (внутренняя, межрегиональная и международная). Данные таблицы представлены в процентах и получены из бюллетеня Комистата [27].

Таблица 1.4 – Распределение мигрантов в возрасте 15 лет и более по уровню образования в 2015 г., %

Вид миграции		Всего мигрантов	в том числе по образованию:						
			профессиональное				общее		
			высшее	неполное высшее	среднее	начальное	среднее	основное	начальное и без обр-я
Прибыв- шие	Вся миграция	100,0	25,9	4,4	28,0	2,1	26,0	11,4	2,2
	В пределах региона	100,0	21,3	3,4	27,0	2,2	27,4	16,1	2,7
	Между регионами	100,0	32,5	5,8	28,2	2,2	24,2	5,5	1,5
	Международная	100,0	22,5	5,0	38,8	1,3	25,0	5,9	1,4
Выбыв- шие	Вся миграция	100,0	27,7	4,6	29,3	2,1	24,6	9,7	1,9
	В пределах региона	100,0	21,3	3,4	27,0	2,2	27,4	16,1	2,7
	Между регионами	100,0	34,0	5,7	31,2	1,9	20,8	5,1	1,3
	Международная	100,0	10,2	2,8	27,3	5,7	49,8	3,1	1,1

Образовательный состав мигрантов существенно различается в зависимости от вида миграции. Так, во внутренней миграции преобладают люди со средним общим (27,4%) и средним профессиональным образованием (27,0%), в межрегиональном выбытии – с высшим (34,0%), а международное выбытие обеспечивается главным образом людьми со средним общим образованием (49,8%). Вклад населения одной образовательной группы в различные миграционные потоки может отличаться более чем втрое. Это хорошо видно на примере столбцов высшего и основного общего образования. Характер международной миграции особенно контрастен по отношению к другим видам, но ее доля составляет лишь около 5% от всех мигрантов.

Таблица не дает полного представления о степени влияния образования населения на его миграционную подвижность. Для этого необходимо учесть и абсолютные значения численностей населения по образовательным уровням [37]. В этом случае оказывается, что наиболее подвижны люди с высшим образованием (62 выбытия на 1000 человек). На втором месте среднее (полное) общее образование (61). За ним следуют неполное высшее (54), среднее профессиональное (34). Замыкают список начальное профессиональное

образование (10). Следовательно, можно сделать вывод о существенной зависимости миграционной мобильности населения от уровня образования. Разница между группами достигает пяти раз.

В этой связи интересно рассмотреть вклад образовательных миграций в общую миграционную динамику. Таблица 1.5 содержит распределение мигрантов по причинам прибытия/выбытия [27].

Таблица 1.5 – Распределение мигрантов в возрасте 14 лет и более по обстоятельствам, вызвавшим необходимость переселения в 2015 г., %

Причина миграции	Прибывшие				Выбывшие			
	Всего	В пределах региона	Между регионами	Между-народная	Всего	В пределах региона	Между регионами	Между-народная
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100
в связи с учебой	26,3	34,2	19,7	1,8	22,2	34,2	14,2	0,7
в связи с работой	18,7	14,6	24,5	16,9	16,6	14,6	15,3	58,7
возвращение к прежнему месту жительства	4,8	4,1	5,8	4,5	3,7	4,1	3,4	3,6
причины личного, семейного характера	36,2	31,7	41,2	42,9	39,7	31,7	46,4	32,3
иные причины	14,0	15,4	8,8	33,9	17,8	15,4	20,7	4,7

Учебу причиной переезда назвали 26,3% прибывших и 22,2% выбывших. Причем среди переместившихся внутри региона эта величина составляет уже 34,2%, а на международную образовательную миграцию приходится лишь 1,8%. Не вызывает сомнений, что некоторая часть миграций следующих трех групп также связана с получением образования. Переезд в связи с работой может быть следствием полученного непосредственно перед этим образования. Возвращение к прежнему месту жительства частично представлено обратной миграцией после получения образования. Наконец, причины семейного характера могут заключаться в совместном переезде мигранта с обучающимся членом семьи. Отметим, что на эту причину приходится 36-40% миграций. Исходя из всего сказанного, можно предположить, что оценка в 22-26% является лишь нижней

границей влияния образования на миграцию. Реально его значение значительно выше.

Третьим и последним компонентом изменения численности населения выступает смертность, а ключевой показатель смертности – ожидаемая продолжительность жизни. Образование человека влияет на его продолжительность жизни опосредованно, через уровень и образ жизни, наличие вредных привычек. Материальный достаток может обеспечить человеку возможность более качественно питаться, проживать в более экологически благополучном районе. Нельзя также не отметить важность доступа к более качественному и дорогому здравоохранению.

Существует множество исследований, подтверждающих положительное влияние образования на продолжительность жизни [169]. Так, в США люди с образованием менее 12 лет живут примерно на десятилетие меньше, чем американцы с более чем 16 годами обучения. Авторы исследования выдвигают в качестве основных причин такого градиента смертности образ жизни, большую стрессоустойчивость образованного населения, более эффективный контроль за хроническими заболеваниями. Влияние достатка и социального статуса на здоровье также нельзя недооценивать.

Другие американские исследователи отмечают [167], что четыре дополнительных года обучения снижают пятилетнюю смертность на 1,8%, риск сердечно-сосудистых заболеваний – на 2,15%, риск развития диабета – на 1,3%. Авторы обнаружили, что каждый год обучения в среднем повышает продолжительность жизни на 0,18 лет. Максимальные различия в уровнях смертности в зависимости от уровня образования наблюдаются в молодых возрастных группах [64].

Мы показали, что уровень образования населения весьма существенно влияет на все составляющие динамики населения. Трудно найти другой фактор, оказывающий на демографические изменения столь же существенный эффект. Не менее интересно и обратное воздействие. Сфера образования подстраивается под существующую демографическую ситуацию.

Образовательная система не всегда выполняет свои задачи, что приводит к постоянному обострению противоречий между уровнем подготовки, содержанием обучения и требованиями потребителя в лице работодателя и государства [101]. Поэтому требуются прогнозы образовательного состава населения.

Объем и структура предложения образовательных услуг неизбежно формируются с оглядкой на демографическое положение, на число потенциальных абитуриентов. Государство при формировании контрольных цифр приема ориентируется на число выпускников школ. Решения об открытии или закрытии школ также принимаются под влиянием демографии. Население выступает еще и поставщиком кадров для сферы образования. Поэтому вложения в образование оказывают мультипликативный эффект на степень образованности населения. Распространение (диффузия) знаний в обществе усиливают эффект от обучения.

Такая тесная взаимосвязь рассматриваемых явлений (демографии и образования) позволяет поставить закономерный вопрос о путях их совместного исследования. Демографические модели с учетом образовательной динамики с одной стороны позволяют строить более точные с демографической точки зрения прогнозы, поскольку принимают во внимание дополнительные факторы. С другой стороны, они дают возможность исследовать население с точки зрения его важнейшей качественной характеристики – образования. Можно оценивать и прогнозировать образовательный потенциал всего населения и его отдельных когорт, что представляет интерес для рынка труда, сферы образования, демографической и социальной политики государства.

Исследователи из Международного института прикладного системного анализа Вольфганг Лутц и Самир К. С. называют образование главным фактором долгосрочных демографических прогнозов. Более того, они полагают, что прогнозы, которые не принимают во внимание образование принципиально не способны выдавать качественные результаты [171]. Их выводы опубликованы в журнале Science [190]. Авторы отмечают, что дети более образованных

родителей имеют большие шансы на выживание [189], что также может быть учтено при разработке демографических прогнозов. Рассмотрим каким образом образование может применяться для оценки потенциала территории, качества проживающего на ней населения.

Как было показано, более четверти миграционных событий связаны с образованием. Рождаемость и продолжительность жизни также находятся под его сильным влиянием. Образование в свою очередь тоже обусловлено происходящими демографическими изменениями. Образование является важнейшим показателем индекса человеческого развития (индекса развития человеческого потенциала) [181], который разработан [182] в рамках Программы развития ООН применяется для сравнения уровня жизни и экономического развития различных регионов. В современном мире наблюдается колоссальный спрос на знания. К образовательной сфере прикован огромный интерес с самых разных сторон. Поэтому важно определить наиболее вероятные перспективы ее развития.

При прогнозировании миграции кроме характеристик индивидов часто учитываются макрофакторы, характеризующие миграционную привлекательность территорий: экономическое развитие, рынок труда, географически-климатическая привлекательность [49], расстояние [79] и другие. В моделях тяни-толкай эти факторы характеризуют способность покинуть группу, достижимость конечной группы, различие и сходство условий [80].

Суммируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что в демографических прогнозах на уровне местных сообществ необходимо учитывать множество факторов (таблица 1.6). Первая группа факторов является обязательной для реализации в любом демографическом прогнозе. Это размещение населения по территориям, их численность и половозрастная структура, миграционное и естественное движение населения. Данные факторы реализуются в прогнозах при помощи таких характеристик как территория проживания человека, пол, возраст. Их динамика задается основными демографическими событиями: рождение, старение, смерть и миграция.

Таблица 1.6 – Факторы демографического развития местных сообществ и связанные с ними характеристики населения и демографические события

	Фактор	Характеристики населения	События
1. Обязательные	Размещение населения	Территория	-
	Половозрастная структура	Пол, возраст	-
	Естественное движение	-	Рождение, старение, смерть
	Миграционное движение	-	Миграция (по видам)
2. Рекомендуемые	Типы поселений (урбанизация)	Тип поселения (город, село)	Влияние на все события
	Очередность рождений	Число детей	Влияние на рождаемость
	Образовательная динамика	Уровень образования	Обучение. Влияние на др. события.
	Экономическое развитие	-	Изменение привлекательности территорий
3. Специфические	Этническая динамика	Национальность	Влияние на все события
	Брачный рынок	Брачный статус	Заключение брака, развод
	Здоровье населения	Здоровье (репродуктивное)	Заболевание, лечение
	Рынок труда	Статус занятости	Трудоустройство, увольнение
	Динамика материального уровня жизни	Доходы	Изменение доходов

Факторы из второй группы могут быть реализованы в прогнозе при наличии необходимых для этого статистических данных. Сюда вошла динамика по типам поселений (процессы урбанизации), учет очередности рождений, образовательная динамика и учет экономического развития территорий, который может быть реализован при помощи изменениях их миграционной привлекательности.

Третья группа факторов применяется в прогнозах, которые ориентированы на изучение отдельных проблем населения местных сообществ: брачной динамики, здоровья, этнической структуры, рынка труда и уровня жизни.

Характеристики населения и события, связанные с этими факторами, отражены в последних столбцах таблицы.

Предложенные факторы и характеристики населения местных сообществ позволяют учитывать образовательную структуру населения и динамику типов домохозяйств, которые, позволяют повысить точность и детализацию прогнозов на уровне местных сообществ.

1.3. Методологические подходы к прогнозированию структуры и динамики населения местных сообществ

Рассмотрим существующие методологические подходы к построению демографических прогнозов, обращая внимание на их применимость к построению прогнозов на уровне местных сообществ. Стремительное развитие вычислительной техники в сочетании с совершенствованием инструментария компьютерного моделирования способствовали внедрению сложных компьютерных моделей в общественных науках, в том числе в демографии. Сегодня все демографические прогнозы реализуются средствами вычислительной техники. Но не все они одинаково хорошо подходят для специфических задач демографического прогнозирования в масштабах местных сообществ.

Развитие методов демографического прогнозирования условно можно разделить на три значительных этапа:

1. Методы экстраполяции (с сер. XVII в.).
2. Когортно-компонентный метод (с конца XIX в.).
3. Методы статистического и компьютерного моделирования (с сер. XX в.).
 - 3.1. Макромодели населения (с сер. XX в.).
 - 3.2. Микромодели населения (с последней трети XX в.).

Методы экстраполяции. Задачей демографического прогнозирования на ранней стадии развития науки была простая оценка будущей численности населения. Прогнозы использовались для определения суммы перспективных

налоговых поступлений и численности армии. Модели на первом этапе были предельно просты, как правило, учитывали не более одного внешнего фактора и сводились к простой экстраполяции существующих тенденций. Считается, что первый научно обоснованный демографический прогноз разработан британским ученым, основателем научной демографии, Дж. Граунтом в 1662 г. При экстраполяции он исходил из гипотезы о постоянстве темпов роста населения (экспоненциальная зависимость) и пришел к выводу, что население провинциальных районов Англии удваивается каждые 280 лет, а Лондона – каждые 70 лет [55]. Причину такой существенной разницы он справедливо находил в миграции из периферии.

Гипотеза об экспоненциальном характере роста населения была популярная на протяжении долгого времени. Т. Мальтус в 1798 г. на ее основе впервые систематически исследовал взаимовлияние экономического развития и численности населения [92]. Однако он не учитывал влияние демографического перехода на саморегуляцию населения и недооценивал научно-технический прогресс, в связи с чем его пессимистичные выводы подвергаются критике. Наиболее известный прогноз населения России, использующий экспоненциальный закон, был сделан Д.И. Менделеевым [95]. За годовой темп роста была принята величина 1,5%.

Ключевой проблемой экспоненциальных прогнозов оказалась неспособность учитывать демографический переход. Поэтому стали применяться S-образные зависимости, такие как логистическая кривая [193], демонстрирующая переход от роста к насыщению. Область точки перегиба графика соответствует времени демографического перехода. Эта модель также показала свою ограниченность и невозможность применения за пределами некоторых частных случаев. Осуществлялись попытки применения и других зависимостей (например, гиперболической [177]), но уже к концу XIX в. была очевидна ограниченность метода простой экстраполяции. Законы реального населения оказались неизмеримо сложнее предложенных функциональных зависимостей, не бравших в расчет даже половозрастную структуру населения.

Сегодня эти методы находят применение в составе более сложных моделей. Например, при прогнозировании изменения тенденций рождаемости и смертности во времени. Экстраполяция может применяться лишь при краткосрочном прогнозировании населения местных сообществ.

Когортно-компонентный метод. Принципиально иным стал когортно-компонентный метод (метод передвижки возрастов). Он был впервые предложен Э. Канноном в 1895 г., а затем повторно введен П. Уэлтоном [209] в 1936 г. Математическая формализация выполнена П. Лесли [187] в 1945 г. Метод быстро обрел популярность и до сих пор остается наиболее часто применяемым. Большинство современных демографических прогнозов так или иначе основаны на методе передвижки возрастов. Его используют органы государственной статистики при разработке прогнозов для принятия решений в области государственного управления.

Суть метода состоит в разбиении населения на когорты по возрасту и полу и последующем пошаговом изменении численностей этих когорт в соответствии с половозрастными коэффициентами рождаемости, смертности и миграции. Та часть когорты, которая не мигрировала и не умерла в течение шага переходит в следующую возрастную группу. Таким образом, на каждом шаге моделирования происходит имитация старения населения. Число родившихся определяется исходя из численности женского населения репродуктивных возрастов и возрастных коэффициентов рождаемости.

Представим математическую формализацию метода передвижек в более общем дискретном виде, с учетом разбиения населения на социальные группы (например, по районам или уровню образования). Получим следующую систему уравнений [133]:

$$\begin{cases} x_{1k}^n(t+1) = \sum_r \sum_m \sum_s f_{1k}^{nr}(t) b_{mk}^{rs}(t) x_{m2}^s(t) + y_{1k}^n(t+1) \\ x_{m+1,k}^n(t+1) = \sum_r f_{m+1,k}^{nr}(t) p_{mk}^r(t) x_{mk}^r(t) + y_{m+1,k}^n(t+1) \end{cases} \quad (1.1)$$

где $x_{mk}^n(t)$ – численность социальной группы n в возрасте m пола k (1 – мужчины, 2 – женщины) в момент времени t , f_{mk}^{nr} – вероятность перехода из r -й социальной группы в n -ю, b_{mk}^{rs} – вероятность для женщины s -й группы возраста m родить ребенка k -го пола и r -й социальной группы, y_{mk}^n – сальдо миграции, а p_{mk}^n – вероятность дожития nmk -й социально-половозрастной группы.

Второе уравнение системы описывает динамику произвольной социально-половозрастной группы), первое – наиболее младшей. Последнее слагаемое каждого из уравнений отражает миграционные потоки. Эта модель, как правило, преобразуется в матричную форму и реализуется средствами вычислительной техники. При долгосрочном прогнозировании необходима качественная оценка изменения демографических тенденций во времени.

Такой прогноз учитывает половозрастную и социальную структуру населения по фиксированному набору признаков. Ввод дополнительной детализации связан со значительными трудностями. Кроме того, модель требует точных значений демографических показателей, численных зависимостей между всеми учитываемыми в прогнозе факторами. Необходимая статистика не всегда доступна исследователям. Наиболее сложной задачей при когортно-компонентном прогнозировании является определение тенденций изменения вероятностей рождения, смерти (продолжительности жизни) и миграции населения различных половозрастных групп.

Метод передвижки возрастов занял главенствующее место в демографическом прогнозировании. Он был особенно востребован при планировании народного хозяйства в странах социалистического лагеря в связи с плановым характером их экономики. Сегодня он применяется для прогнозирования численности и половозрастного состава населения. Для решения более сложных и специфических задач создан класс методов моделирования. Метод передвижки может применяться и на уровне местных сообществ, но необходимо учитывать, что его прогностические способности для малых совокупностей и больших горизонтов прогнозов сильно ограничены.

Методы статистического и компьютерного моделирования.

Современные математические и компьютерные методы моделирования крайне разнообразны и решают очень широкий класс задач. Были предложены различные вариации метода передвижки возрастов. Некоторые из них включают дополнительные факторы (образование, уровень жизни, трудоустройство, семейное положение, здоровье и др.), предполагают разбиение на районы с возможностью учета миграции между всеми направлениями. Совершенствуются методы оценки качества прогнозов, исходных данных и параметров воспроизводства населения [134]. Также существуют аналогичные по схеме функционирования модели с непрерывным временем [127]. Демографическая динамика в них представлена в виде системы дифференциальных уравнений, связывающих изменение численности населения с параметрами естественного и миграционного движения [158]. Среди наиболее известных программные реализации таких демографических прогнозов можно назвать пакеты Dem Proj, Spektrum и RUP [105].

Определение демографических событий как случайных позволяет использовать для прогнозирования народонаселения разнообразные методы теории вероятностей и математической статистики [154]. Одним из таких инструментов, применяемых в демографических прогнозах, являются цепи Маркова, т.е. последовательности случайных событий, которые не зависят от первоначального состояния системы, а только от переходной матрицы (свойство эргодичности). И.Г. Венецкий: «Практические исследования по демографии показали, что влияние прошлой структуры населения на современную ... по мере отдаления во времени уменьшается и сходит на нет» [51]. Это свойство демографических процессов позволяет использовать марковские цепи при моделировании и прогнозировании населения.

Получили распространения гравитационные модели миграционного движения населения. Они исходят из того, что демографические процессы могут быть описаны по аналогии с законом всемирного тяготения И. Ньютона. Согласно этим моделям, величина миграции между двумя населенными пунктами или

регионами прямо пропорциональна произведению численностей их населения (массам) и обратно пропорциональна расстоянию между ними. Расстояние между регионами часто интерпретируется не как географическое, а как социальное, отражающее степень культурных, социальных и экономических связей между ними [133]. Для прогнозирования миграции также могут использоваться методы теории информации и понятие энтропии. Н.П. Тихомиров отмечает, что «наибольшая эффективность была достигнута с помощью энтропийных моделей при моделировании маятниковой миграции трудовых ресурсов в условиях городских агломераций. Известны попытки использовать эти модели и для межрегиональных миграций» [133].

Компьютерные прогнозы народонаселения разрабатываются как самостоятельно, так и в составе комплексных моделей социально-экономического развития территорий. Условно все прогнозы населения можно разделить на два больших класса – прогнозы макроуровня и прогнозы микроуровня. Первые оперируют однородными совокупностями людей (когортами, группами), вторые же моделируют поведение каждого человека в исследуемом населении в отдельности, на индивидуальном уровне. Рассмотрим основные подходы к прогнозированию населения и оценим их применимость к прогнозированию демографической динамики местных сообществ.

Прогнозы макроуровня. Макропрогнозы появились исторически раньше. К этому классу можно отнести большинство реализаций когортно-компонентного подхода к прогнозированию населения в связи с объединением людей в группы (когорты). Разработка прогнозов на основе метода передвижек осуществляется с использованием электронных таблиц или других инструментов для работы с многомерными данными и временными рядами. При прогнозировании населения нескольких территорий могут применяться геоинформационные системы. Прогнозирование малых демографических совокупностей при помощи когортно-компонентного подхода затруднено в силу отсутствия механизмов моделирования демографических событий и характеристик населения на индивидуальном уровне. Этот подход в его

наиболее часто применяемых вариантах реализации не позволяет учитывать специфику множества разнообразных местных сообществ.

Одним из наиболее оригинальных подходов к прогнозированию в социальных науках стала системная динамика (англ. system dynamics). Она была разработана Дж. Форрестером и состоит в исследовании поведения социально-экономических систем во времени на основе причинно-следственных связей между их элементами. Упрощенно такие модели можно интерпретировать как совокупность потоков (англ. flows) и накопителей (англ. stocks) [68].

В процессе моделирования происходит изменение значений накопителей со скоростью, соответствующей величинам потоков между ними. Например, численность населения (накопитель) изменяется под влиянием потоков рождаемости, смертности и миграции, которые в свою очередь зависят от значений других накопителей (экономической ситуации, состояния окружающей среды и др.). Математически такие модели обычно представляют собой системы однородных дифференциальных уравнений. Важное значение здесь имеет возможность реализации петель обратной связи и временной задержки при реакции системы на изменения.

Наиболее известный системодинамический прогноз, включающий население, описан в монографии Дж. Форрестера «Мировая динамика» [151]. На рисунке 1.5 представлен фрагмент модели, отражающий обратную связь изменения численности населения и материального уровня жизни.

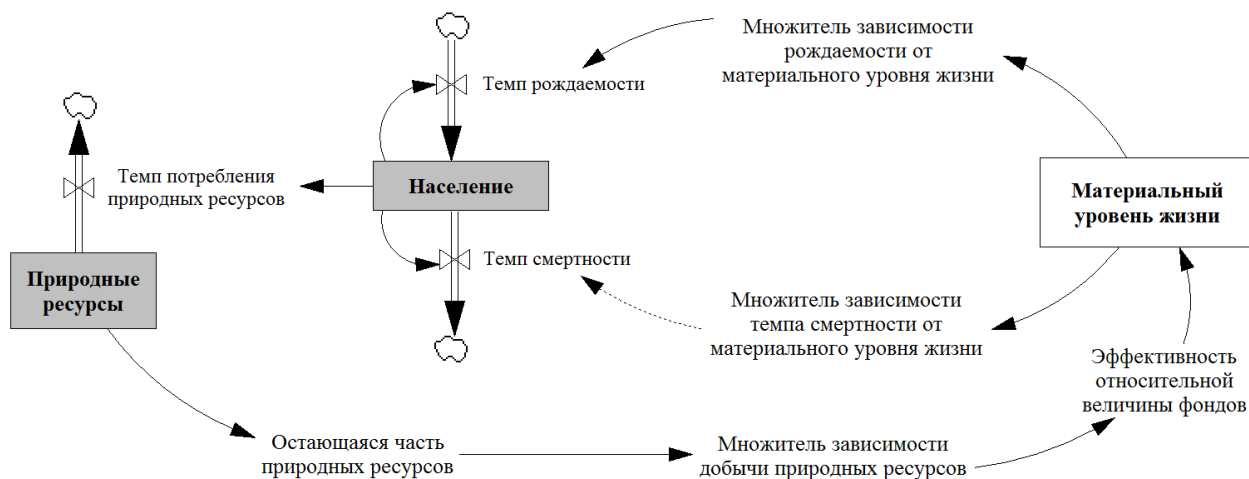


Рисунок 1.5 – Фрагмент модели мировой динамики

Модель «Мир-2» была предложена Римскому Клубу как инструмент прогнозирования глобальных тенденций развития человечества. Численность населения планеты в этой модели изменяется под влиянием уровня питания, загрязнения, плотности населения и материального уровня жизни, которые в свою очередь также зависят от множества причинно-следственных и обратных связей. Модель включала капиталовложения в сельском хозяйстве, добычу природных ресурсов и ряд других факторов.

Прогон модели до 2100 г. продемонстрировал некоторые возможные неблагоприятные сценарии демографического развития человечества под влиянием истощения природных ресурсов, нехватки пищи и экологического загрязнения. Дальнейшим развитием этого подхода стала модель «Мир-3», разработанная разработана под руководством Д. Медоуза [94]. В ней были учтены такие факторы как здравоохранение, продолжительность жизни, объем промышленного производства и др. Выводы авторов также были пессимистичными. Согласно прогнозу, резкое снижение численности населения под влиянием ограниченности ресурсов и состояния окружающей среды в XXI в. почти неизбежны. Отметим, что модель подвергалась критике в связи с недостаточной обоснованностью взаимосвязей между факторами [159].

Системная динамика применяется не только для глобальных прогнозов. Модель «Индустриальной динамики» Дж. Форрестера имитирует население города [150]. Исследуются три категории населения: менеджеры-профессионалы, занятые (квалифицированные кадры) и неполностью занятые. На миграционную привлекательность города в модели оказывают влияние наличия жилого фонда различных видов и возможности трудоустройства прибывающего населения. Стоит отметить, что в модели явно не учитывается половозрастная структура населения, что снижает ее прогностический потенциал.

В отечественной литературе данный подход часто применяется к исследованиям на региональном уровне. Модель региона В.А. Путилова и А.В. Горохова [114] разбивает население на три возрастные группы. Заданы

потоки миграции, рождаемости, смертности и перехода между группами. Кроме того, модель учитывает расслоение населения на три группы по доходам. В результате моделирования различных сценариев экономического развития получены три возможные траектории изменения численности населения Мурманской области и г. Апатиты по основным возрастным группам.

В системодинамической модели региона Н.Н. Лычкиной [82] при моделировании населения особое внимание уделяется отрасли здравоохранения: заболеваемости населения, наличию медицинских учреждений, квалификации медицинских кадров, материально-технической базе, а также финансированию отрасли. Нелинейная динамика может применяться при прогнозировании воспроизводства населения [155].

Подводя итог, отметим, что системная динамика наиболее эффективна при прогнозировании динамики общей численности населения территорий во взаимосвязи с экономическими и экологическими факторами. Существенным недостатком подхода является сложность разбиения населения на большое число групп, что зачастую приводит к недостаточной детализации результатов прогноза и снижает их точность. По этой причине прогнозирование населения местных сообществ средствами системной динамики является рациональным только в том случае, если требуется спрогнозировать взаимовлияние экологических, экономических и демографических процессов.

Большинство современных прогнозов социально-экономического развития территорий включают демографию в качестве одной из важнейших подсистем, поскольку повышение качества жизни населения является важнейшей задачей государственного управления. Исследователям необходимо оценить влияние возможных изменений в экономике на население, что невозможно без качественного описания демографических процессов. Рассмотрим некоторые модели, созданные ведущими исследовательскими организациями, с точки зрения подходов, которые применяются в них для экономико-демографического прогнозирования.

Многие модели задают динамику населения экзогенно, что не позволяет их использовать в демографических прогнозах [195]. К таким моделям можно отнести PoleStar Стокгольмского института окружающей среды (1999 г.), а также IMMPA и RMSM-X Всемирного банка (1997 г.). В этих моделях экономические и экологические изменения не могут оказывать влияние на заданный изначально темп изменения численности населения.

Большие возможности для демографического прогнозирования заложены в модели PDE (Население – Развитие – Окружающая среда) Института прикладного системного анализа (2000 г.). Эта модель также основана на применении системной динамики и состоит из трех взаимосвязанных контуров (рисунок 1.6), центральным из которых выступает население, которое рассматривается здесь как неотъемлемая часть природы [192]. Авторы представили население более детально, с разбиением по полу, возрасту и прочим важным для исследователей характеристикам. Благодаря множеству петель обратной связи между подсистемами население находится в постоянном взаимодействии с экономической системой и природной средой.



Рисунок 1.6 – Структура модели PDE

Похожую структура имеет модель Threshold 21 Института тысячелетия, разработанная для прогнозирования развития отдельной страны. Она имеет три контура: общество, окружающая среда и экономика, каждый из которых в свою очередь тоже состоит из нескольких секторов. С демографическим прогнозированием тесно связаны следующие сектора: население, рождаемость, ожидаемая продолжительность жизни, занятость, распределение доходов, здравоохранение и образование [194].

Включает демографические тенденции и модель REMI (1992 г.). Она исходит из предположений экономической теории о макроэкономическом равновесии при максимизации полезности и прибыли экономическими субъектами [206]. Численность населения и предложение рабочей силы в этой модели зависят от заработной платы, цены и дохода, а также выпуска продукции. Модель основана на эконометрическом подходе и предназначена для кратко- и долгосрочных прогнозов.

Широко известна социально-экономическая модель развития мира В.В. Леонтьева, основанная на межотраслевых балансах. Модель Леонтьева очень масштабна, но при этом довольно детализирована (175 уравнений и 269 переменных для каждого из 15 регионов). Она прогнозирует развитие мировой экономики на период с 1970 г. до 2000 г. и включает некоторые демографические показатели [44, 45]. Балансы трудовых ресурсов применяются при прогнозировании миграционного движения населения [75].

Существует и множество других подобных компьютерных макромоделей населения [123]. Главной их особенностью можно назвать междисциплинарность и широту охвата предметной области. Из этого вытекает и их существенный недостаток – чрезмерно большое число исследуемых факторов и связей между ними оказывают непредсказуемый эффект на поведение системы. Это приводит к низкой точности экономико-демографических прогнозов. Особенно эта проблема существенна при прогнозировании структуры и динамики малых демографических совокупностей. Поэтому в случае прогнозирования населения местных

сообществ названными методами рекомендуется ограничиваться небольшим набором наиболее важных для целей исследования факторов.

Сложной технической задачей при макро моделировании является декомпозиция населения на малые группы, которая требуется для демографического прогноза на уровне местных сообществ. Часто происходит разбиение населения лишь на несколько укрупненных групп, которые принципиально не способны точно моделировать пространственное и половозрастное распределение населения. Для решения этой проблемы были разработаны микро модели населения.

Прогнозы микроуровня. Среди микропрогнозов наиболее популярными подходами к прогнозированию народонаселения стали микроимитационное и агент-ориентированное моделирование.

При демографическом микроимитационном моделировании жизнь человека рассматривается как последовательность временных промежутков, в течение каждого из которых с ним с определенной вероятностью могут произойти те или иные демографические события: рождение, миграция, смерть, вступление в брак и др. Вероятности наступления демографических событий зависят от возраста, пола и других значимых характеристик каждого отдельного индивида. Для получения результатов прогноза происходит агрегирование данных на каждом временном шаге. Таким образом, общая динамика системы определяется на основе демографических изменений, происходящих с отдельными людьми, т.е. на микроуровне. Для учета случайных факторов при построении таких моделей обычно используются методы дискретно-событийного моделирования [69].

Микроимитационные стохастические прогнозы начали активно применяться в демографии в 60-х гг. XX в. Они были близки по схеме моделирования к методу передвижек, но отличались тем, что изменение состава населения имитировалось на микроуровне. Обзор некоторых моделей представлен в серии сборников переводных статей «Новое в зарубежной демографии» [58, 59, 65].

В русскоязычной литературе для исследования динамики домохозяйств их применял А. Г. Волков [53]. Его модель учитывает семь различных типов семей: 1) неженатые мужчины; 2) незамужние женщины; 3) супружеская пара без детей; 4) супружеская пара с детьми; 5) женщина с детьми; 6) мужчина с детьми; 7) сирота (ребенок без родителей). При моделировании «брачного рынка» он вводит коэффициенты предпочтений, зависящие от разницы в возрасте мужчины и женщины. Разводимость же не учитывает продолжительность брака и возраст супругов. Автор отмечает, что эксперименты с моделью были ограничены возможностями ЭВМ и потому исходное население составляло всего 500-1000 человек. На нынешнем этапе развития вычислительной техники эта проблема существенно снизила свою актуальность.

К достоинствам микроимитационных моделей относят возможность работы со случайными факторами, которые плохо поддаются аналитическим исследованиям; легкость адаптации модели к изменившимся условиям, к моделированию мер демографической политики. Главным недостатком является сложность реализации, которая обычно превосходит метод передвижек. Однако специализированное программное обеспечение [125] позволяет разрабатывать модели с меньшими временными затратами. Микроимитационные прогнозы в силу своей специфики (ориентации на события, происходящие на индивидуальном уровне) хорошо подходят для построения прогнозов на уровне местных сообществ.

Дальнейшим развитием микромоделей в социальных науках стали агент-ориентированные модели (англ. agent-based models). Под агент-ориентированными моделями будем понимать класс вычислительных моделей для имитации поведения и взаимодействия автономных агентов (действующих лиц). Существенным отличием агент-ориентированных моделей от микроимитационных является возможность моделирования сложного демографического поведения и взаимодействия между индивидами.

Считается, что агент-ориентированные модели основываются на теоретических машинах Дж. фон Неймана, которые следуют детальным

инструкциям в целях самовоспроизводства [86]. Исторически первую модель такого класса в общественных науках разработал Нобелевский лауреат Т. Шеллинг [46]. Он исследовал расовую сегрегацию, для чего раскрасил на двумерной сетке ячейки в различные цвета, соответствующие людям разных рас. Затем были установлены правила поведения, в соответствии с которыми каждый человек хочет, чтобы определенная доля окружающих его людей была той же расы. Если это условие не выполняется, то он переезжает в свободную ячейку, в противном случае – остается на месте. Моделирование выполняется до тех пор, пока всех людей не начнет устраивать их место. На рисунке 1.7 показаны начальное население (слева) и результат моделирования (справа) в одном из экспериментов Т. Шеллинга.

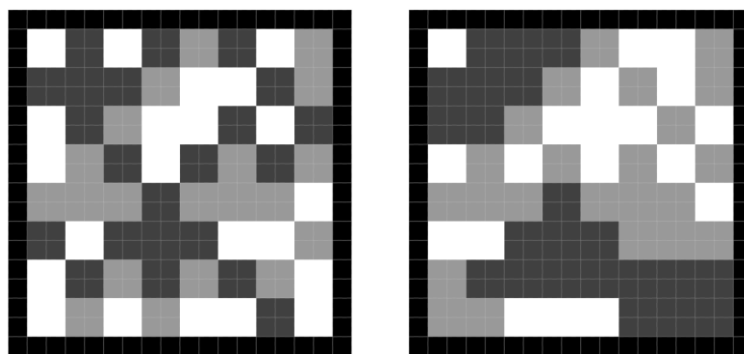


Рисунок 1.7 – Модель сегрегации Шеллинга

Благодаря искусственным обществам Шеллинг продемонстрировал, что расовые гетто могут образовываться в результате только лишь решений отдельных индивидов, без проведения целенаправленной дискриминационной политики. Это хороший пример применения предпочтений при моделировании. Человек сравнивает два возможных места жительства по некоторым существенным для него характеристикам и выбирает из них то, которое более предпочтительно по заданным критериям [128].

Сильверман и др. предложили [210] схему методологического синтеза традиционной статистической демографии с агент-ориентированным моделированием (рисунок 1.8). Согласно этой схеме, статистическая демография ориентирована прежде всего на прогнозирование, а социальное моделирование – на объяснение демографических процессов. Модели статистической демографии

строятся на основе наблюдаемых значений реального населения, а индивиды в агент-ориентированных моделях заимствуют механизмы его функционирования. Создается синтетическая модель, в рамках которой происходит обмен гипотезами между частями, реализованными различными подходами. Авторы называют полученную модель сценарной и предполагают, что она будет объединять в себе сильные стороны обоих подходов – сможет давать качественный прогноз населения и иметь высокий объяснительный потенциал.

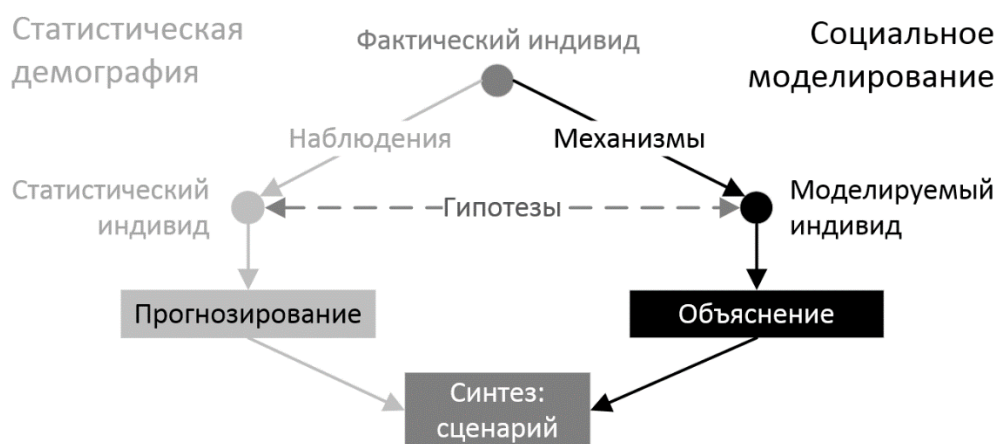


Рисунок 1.8 – Схема синтеза статистической демографии и агент-ориентированного моделирования

Агент-ориентированные модели применяются в самых разных областях демографической науки. Перечислим лишь некоторые из них с конкретными примерами реализации.

Браки и разводы. Известная модель Wedding Ring [207] моделирует принятие агентами решений о поиске оптимального партнера для вступления в брак. Затем вычисляется социальное давление, которое возрастает каждый год, принуждая тем самым человека к вступлению в брак за счет расширения критериев отбора партнера. Существует множество модификаций этой модели, таких как Wedding Doughnut [198]. Агент-ориентированные модели хорошо подходят для изучения «брачного рынка», так как он может быть представлен в виде совокупности решений отдельных индивидов [180, 208].

Структура домохозяйств. Моделирование состава семей при учете родственных связей также может дать интересные результаты [161, 186], особенно при сравнении стран, находящихся на разных стадиях

демографического перехода. Например, моделирование домохозяйств Австралии и Замбии [204] позволило выявить специфику институтов семьи и брака на этих территориях. Имеется возможность прогнозирования долгосрочных последствий изменения брачных установок населения.

Историческая демография. Разработаны модели, с помощью которых можно воспроизвести историческое заселение, изменение численности и состава населения различных территорий [165, 216]. Это позволяет экспериментально подтвердить или опровергнуть те или иные гипотезы о демографических процессах прошлого.

Миграция. Агент-ориентированные модели способны имитировать сложные алгоритмы миграционного поведения населения [46, 184, 217]. Поведенческие установки населения отличаются меньшей изменчивостью по сравнению с абсолютными величинами миграционных потоков и, следовательно, хорошо поддаются моделированию. Существуют модели мегаполисов, в которых миграция прогнозируется исходя из стоимости жилья и предложения на рынке труда в различных районах города [138]. Агент-ориентированные модели применялись и для моделирования *репродуктивного поведения населения* региона [83].

Образование и интеллектуальный потенциал. При совместном рассмотрении миграции и образования открывается возможность оценки количественных и качественных изменений в интеллектуальном потенциале населения под влиянием миграционного движения населения, утечки мозгов [163, 191]. Имеется возможность сравнения среднего и суммарного интеллектуального потенциала различных половозрастных групп населения, прогнозирования его будущих изменений с учетом миграционных установок молодежи.

Большое число агент-ориентированных моделей, в том числе демографических, представлено в британском журнале «Journal of Artificial Societies and Social Simulation» [183] и его русскоязычном аналоге «Искусственные общества» [66], издаваемом лабораторией экспериментальной

экономики Центрального экономико-математического института РАН. Имеется также обширный программный инструментарий для построения агент-ориентированных моделей [202].

Агент-ориентированные прогнозы населения, как и микроимитационные, позволяют соблюсти требования, предъявляемые к демографическим прогнозам на уровне местных сообществ. Более подробно их соответствие требованиям будет оценено далее.

Комбинированные компьютерные модели. Перечисленные подходы редко применяются в чистом виде. Как правило, реальные модели населения используют сразу несколько подходов одновременно. Это связано с самой природой изучаемых явлений. Социальные системы содержат как случайные, так и детерминированные факторы. Демографические изменения происходят как на макро-, так и на микроуровне. Поэтому попытки охватить все важные аспекты исследуемых систем при помощи одного подхода редко оказываются удачными. Так, само население часто моделируется на микроуровне, а факторы, оказывающие на него влияние (здравоохранение, экология, образование или др.), задаются на более общем уровне абстракции.

Существуют методологические приемы, упрощающие создание любой компьютерной модели социальных систем. Большой вклад в их разработку внесли исследователи из Мейсон-Смитсоновского проекта [165] по изучению государств Центральной Азии. Авторы проекта рассматривают моделирование сложной социальной системы как итеративный процесс создания последовательности усложняющихся моделей. Начальная модель должна отражать лишь основные черты исследуемой системы, а конечная – быть в состоянии ответить на поставленные вопросы исследования. Продвижение к конечной модели также имеет некоторые особенности. Авторами предложена аналогия с анализом И. Лакатосом исследовательской программы И. Ньютона: от простой сферической и безлунной модели Земли до планетарной системной модели, содержащей Солнце, несколько планет, лун, эллиптические орбиты. Только конечная модель могла адекватно описывать Солнечную систему.

Поэтому необходимо с большой осторожностью подходить к верификации промежуточных моделей.

При прогнозировании населения иногда применяются такие экзотические для общественных наук методы моделирования, как алгоритм имитации отжига [166], основанный на физическом процессе кристаллизации вещества при отжиге металлов или сплайны (функции, области определения которых разбиты на отрезки, совпадающие с некоторыми полиномами) [129].

Сравнение подходов. Выбор наиболее подходящего подхода для прогнозирования на уровне местных сообществ должен основываться на поставленных задачах, имеющихся в наличии вычислительных ресурсах и информационной базе. Это всегда некий компромисс между имеющимися возможностями. Принимая во внимание цели и требования к демографическим прогнозам на уровне местных сообществ, а также названные методологические принципы, построим сравнительную таблицу методологических подходов к построению демографических прогнозов на уровне местных сообществ (таблица 1.7.). Подходы в таблице расположены в порядке возрастания их возможностей. За основу для сравнения взяты признаки подходов, отражающие особенности реализации в прогнозах состояния населения, а также демографической динамики.

Подходы к демографическому прогнозированию с точки зрения отражения состояния населения могут подразделяться на микроуровневые и макроуровневые, а также смешанные. Последние обычно реализуются комбинированными моделями, основанными на нескольких методологических подходах. Пространство прогнозов, в котором перемещается население, в большинстве подходов может быть реализовано с различной степенью точности. Исключением являются системодинамические модели, имеющие значительные ограничения. В них пространство содержит одну или несколько точек (например город/село). Системодинамические модели (как и методы экстраполяции) также не могут описывать большое число характеристик населения, что является серьезным недостатком при прогнозировании на уровне местных сообществ.

Для прогнозирования демографической динамики местных сообществ также важна возможность вероятностного и алгоритмического моделирования демографических событий. С точки зрения модельного времени предпочтительны те подходы, которые позволяют реализовать как дискретные, так и непрерывные модели. Предпочтительны также подходы, предусматривающие возможность учета случайных факторов (стохастические) и возможность моделирования сложного поведения населения.

Таблица 1.7 – Сравнение методологических подходов к построению прогнозов

Методологический подход	Состояние населения				Демографические события					
	Уровни иерархии		Пространство	Детализация	Модельное время		Случайность		Поведение	
	Микропрогнозы	Макропрогнозы			Дискретное	Непрерывное	Детерминированные	Стохастические	Алгоритмическое	Групповая динамика
Экспертное оценивание	–	+	Точечное	Низкая	+	–	+	–	–	–
Методы экстраполяции	–	+			+	–	+	–	–	–
Системодинамический	–	+			–	+	+	–	–	–
Вероятностные модели	–	+	Любого вида	Произвольная	+	–	–	+	–	–
Метод передвижек (матричный)	–	+			+	–	+	–	–	–
Микроимитационные модели	+	–			+	+	+	+	+	+/–
Агент-ориентированные модели	+	–			+	+	+	+	+	+
Комбинированные модели	+	+			+	+	+	+	+	+

Традиционный метод передвижек прост в реализации и не требует больших вычислительных ресурсов, может содержать несколько иерархических уровней населения (территорий или социальных групп). При этом он, как правило, ограничивается только половозрастными характеристиками населения. Он не позволяет учитывать случайные факторы, моделировать сложное поведение и взаимодействия людей.

Микроимитационные и агент-ориентированные модели наиболее универсальны. Они позволяют строить прогнозы с произвольными модельным временем и степенью детализации, моделировать любые иерархические структуры населения. Разница между ними заключается в том, что агент-ориентированные прогнозы больше направлены на моделирование поведения и взаимодействия людей друг с другом с помощью алгоритмов, а не статистическими методами. Поэтому такие модели требуют больших вычислительных затрат, в связи с чем иногда применяются суперкомпьютерные технологии [85]. Однако грань между этими двумя подходами часто размыта.

Исходя из этих принципов и требований, которые были сформулированы в параграфе 1.1, наиболее оптимальным методологическим подходом для разработки прогноза на уровне местных сообществ будет микроимитационное или агент-ориентированное моделирование, либо комбинированные модели, созданные на их основе. Они позволяют: рассматривать макродинамику, порожденную на микроуровне поведением отдельных индивидов; учитывать множество факторов, в том числе случайных; компенсировать нехватку некоторых статистических данных благодаря моделированию демографического поведения; рассматривать как количественные, так и качественные аспекты населения. Комбинированные модели на основе микроимитационного моделирования могут быть даже более эффективными.

В результате проведенного обзора методологических подходов к построению демографических прогнозов показано, что методы демографического прогнозирования эволюционировали, охватывая все новые задачи, заимствовались методы из других наук. Были определены преимущества и недостатки различных подходов применительно к поставленным задачам. Наиболее перспективным при построении детального долгосрочного прогноза населения оказалось компьютерное моделирование на микроуровне отдельных индивидов. Оно представлено двумя очень подходами – агент-ориентированным и микроимитационным моделированием.

В данной главе развиты теоретико-методологические положения по демографическому прогнозированию на уровне местных сообществ. Основываясь на выделенных особенностях местных сообществ, как объекта прогнозирования, сформулировано понятие демографического прогноза на уровне местного сообщества. Сформулированы методологические принципы прогнозирования населения на уровне местных сообществ, основанные на концепции искусственных обществ, которые позволяют рассматривать население местных сообществ одновременно на микро- и макроуровне с учетом случайных факторов, ограниченной рациональности и неполноты информации при принятии демографических решений.

Предложена система факторов демографической динамики местных сообществ, связывающая прогнозы с характеристиками населения и демографическими событиями. Именно эта связь определяет то, каким образом преобразуется состояние населения, его количественные и качественные характеристики. Факторы разделены на три группы: обязательные, рекомендуемые, а также специфические, направленные на решение определенных задач. Перечень факторов обоснован с точки зрения возможности их реализации, статистической взаимосвязи между ними и динамикой демографических процессов.

Положения дают возможность строить демографические прогнозы на уровне местных сообществ, принимая во внимание существующие трудности и возможности по их преодолению. Кроме того, рассмотрены методологические подходы к построению демографических прогнозов. Им дана оценка с точки зрения пригодности к демографическому прогнозированию на уровне местных сообществ. В следующей главе будет предложен методический инструментарий, основанный на выработанных методологических положениях и выбранном подходе (микроимитационном моделировании).

ГЛАВА 2. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА УРОВНЕ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ

2.1. Методический подход к построению прогнозов

При построении демографических прогнозов на уровне местных сообществ требуется большой массив актуальных и достоверных статистических данных о составе населения, демографических событиях и тенденциях. Получение и обработка этих данных сопряжены с трудностями ввиду специфики местных сообществ. Поэтому одним из центральных элементов предложенного методического обеспечения построения демографических прогнозов стал методический подход к построению прогнозов, учитывающий особенности местных сообществ. Он применяется для формирования информационной базы прогнозов.

Информационная база прогнозов местных сообществ в рамках диссертационного исследования рассматривается как центральный и постоянно обновляемый элемент системы, направленной на прогнозирование и принятие управленческих решений в области демографического и социально-экономического развития местных сообществ (рисунок 2.1).

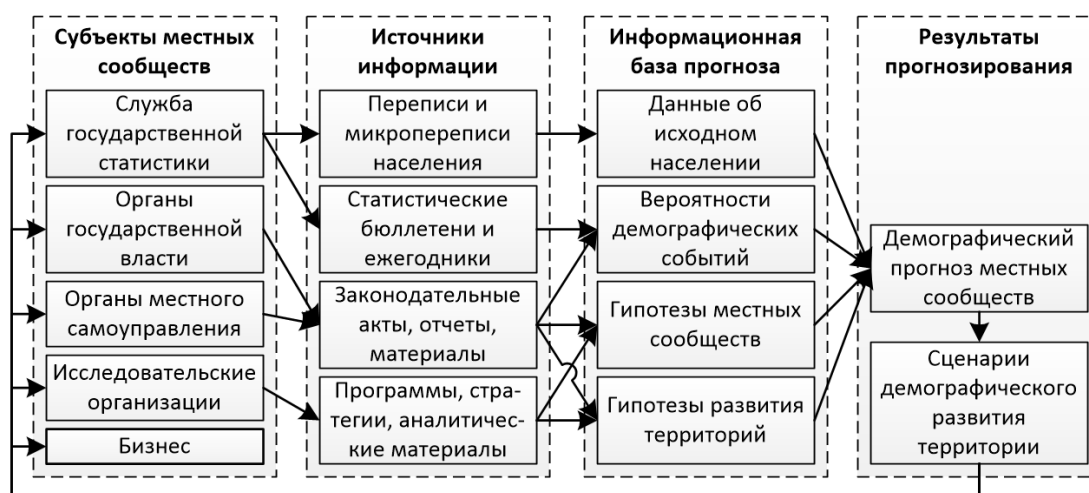


Рисунок 2.1 – Схема формирования и использования информационной базы демографического прогноза на уровне местных сообществ

Субъектами в этой системе выступают органы государственной власти и местного самоуправления, органы государственной статистики и исследовательские организации, которые, с одной стороны являются

поставщиками данных, необходимых для построения информационной базы прогноза, а с другой – используют результаты прогнозов в своей деятельности. Кроме того, демографические прогнозы на уровне местных сообществ могут представлять интерес для бизнеса, имеющего экономические интересы внутри этих сообществ. Для качественного принятия управленческих решений, контроля за их исполнением, разработки стратегических планов развития муниципалитетов и других документов необходимо, чтобы информационная база постоянно поддерживалась в актуальном состоянии, включала новейшие статистические данные, оценки влияния демографических тенденций и принятых законодательных актов.

Рассмотрим пошагово предложенный подход с указанием источников и принципов обработки полученной информации.

Исходное население. Первый этап формирования информационной базы посвящен сбору и обработке статистических данных о населении на момент начала прогнозного периода. Основой демографического прогноза должны стать наиболее подробные данные о его половозрастном и пространственном (в том числе в разрезе город/село) составе. Эти данные содержатся в итогах всероссийских переписей населения и в других сборниках органов государственной статистики. Причем для точного отражения возрастной структуры необходимы данные по 1-летним возрастным группам.

Для разбиения 5-летних половозрастных групп на 1-летние может использоваться таблица накопленных частот распределения возрастов внутри большей совокупности населения. Например, данные по половозрастному распределению населения внутри 5-летних групп по всему региону могут использоваться для уточнения возрастов жителей входящих в него муниципальных образований в случае отсутствия более подробной статистики. Для этого предлагается использовать дискретно-событийное моделирование. Тогда конкретное значение возраста для каждого человека будет определяться генератором равномерно распределенных псевдослучайных чисел в зависимости от таблицы накопленных частот (вероятностей) возрастов внутри 5-летних

групп. Источником данных для таблицы могут быть итоги переписей или микропереписей населения. Итоги переписей могут содержать искаженные возрастные распределения, так как люди склонны округлять свой возраст. В этом случае применяются методы выравнивания распределений [52]. Для 5-летних половозрастных групп накопленные частоты вхождения в возрастную группу $5n + k$ будет определяться по формуле:

$$A_{5n+k} = \frac{\sum_{i=0}^k \text{Население в возрасте } 5n + i}{\sum_{i=0}^4 \text{Население в возрасте } 5n + i}, \quad (2.1)$$

Где $0 \leq k \leq 4$; $n \geq 0$.

Поскольку прогноз должен учитывать очередность рождения, необходимо распределение женщин по числу рожденных ими детей. Такие данные также содержатся в итогах переписей населения либо в демографических ежегодниках Росстата. Поскольку для задания числа детей каждой женщины в модели предлагается также применять вероятностное моделирование, значения показателей должны быть нормированными относительно общей численности женщин каждой возрастной группы. Накопленные частоты вхождения женщин в возрасте a , проживающих в населенном пункте типа u в группу женщин с числом детей c определяется по аналогичной формуле:

$$W_{a,t,c} = \frac{\sum_{i=0}^c \text{Число женщин в возрасте } a \text{ типа пос. } u \text{ с числом детей } i}{\sum_{i=0}^7 \text{Число женщин в возрасте } a \text{ типа пос. } u \text{ с числом детей } i}, \quad (2.2)$$

Где $0 \leq c \leq 7$. Здесь группа женщин с числом детей, равным семи, включает также и женщин с большим числом детей.

Для точного отражения образовательного состава населения требуются данные по образовательным уровням в разрезе пола, возрастной группы и территории. Итоги Всероссийской переписи населения содержат такие данные. Кроме того, могут использоваться итоги микропереписей населения в середине межпереписного периода. Население там разбито на 11 образовательных уровней: без образования, начальное, основное общее, среднее (полное), начальное профессиональное, среднее профессиональное, неполное высшее, высшее (бакалавриат, специалитет и магистратура), послевузовское образование.

Эти данные также должны быть относительными. При моделировании исходного населения сперва определяется образовательный уровень человека, а затем ему присваивается число календарных лет обучения, необходимых для получения этого уровня по наиболее распространенной образовательной траектории.

Накопленные частоты вхождения человека в возрасте a , проживающего в населенном пункте типа u , в группу населения с образовательным уровнем l могут быть найдены по следующей формуле:

$$E_{a,t,l} = \frac{\sum_{i=0}^l \text{Население в возрасте } a \text{ типа пос. } u \text{ образ. уровня } i}{\sum_{i=0}^{10} \text{Население в возрасте } a \text{ типа пос. } u \text{ образ. уровня } i}, \quad (2.3)$$

Где $0 \leq l \leq 10$ указывает на один из одиннадцати образовательных уровней, отражаемых в официальной статистике.

Таким образом, информационная база прогноза для моделирования исходного населения местных сообществ включает следующий набор статистических данных:

1.1. Численность населения по территориям, их типам и 5-летним половозрастным группам;

1.2. Распределение населения внутри 5-летних половозрастных групп;

1.3. Распределение женщин по числу рожденных детей, типам поселений и 5-летним возрастным группам;

1.4. Распределение населения по образовательному уровню, территориям и половозрастным группам.

Только данные из пункта 1.1 задаются в абсолютном выражении. Остальные рассчитываются как доля относительно общей численности соответствующих групп.

Вероятности демографических событий. На втором этапе формирования информационной базы прогноза на уровне местных сообществ происходит сбор и обработка данных, необходимых для определения начальных вероятностей демографических событий (то есть тех значений вероятностей событий, которые соответствуют времени начала прогнозного периода).

Для расчетов вероятностей демографических событий вначале необходимо получить оценки численности населения по полу, возрасту и типу поселения за несколько лет, предшествующих моменту начала прогноза. Из-за малого числа происходящих демографических событий в местных сообществах, данных за один год в большинстве случаев недостаточно ввиду малой статистической значимости каждого события. Для определения начальных вероятностей событий в общем виде будет применяться следующая формула:

$$\text{Нач. вероятн. события} = \frac{\sum_{i=t_0}^{t_k} \text{Число зарегистрированных событий}}{\sum_{i=t_0}^{t_k} \text{Численность соотв. группы населения}}, \quad (2.4)$$

Где $t_0, \dots, t_k$ – временной промежуток, за которые используются статистические данные.

Для вычисления вероятности рождения ребенка у женщин разных групп, требуется число родившихся живыми по возрасту матери, очередности рождения и типу поселения. Для определения пола рожденных детей необходима также статистика рождений по полу ребенка. Она позволяет вычислить доли рожденных мальчиков и девочек на прогнозируемой территории за прошедшие периоды, которые можно применить в прогнозе. Число умерших необходимо получить в разрезах возраста, пола умерших и типов поселений, в которых они проживали. Как рождаемость, так и смертность в местных сообществах сильно варьируются в зависимости от типа поселения.

Начальная вероятность рождения ребенка женщиной в возрасте a , проживающей в поселении типа u , имеющей s детей, определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \text{Нач. вероятность рождения} = \\ = \frac{\sum_{i=t_0}^{t_k} \text{Число зарегистрированных рождений у женщин} \\ \text{возраста } a \text{ типа поселения } u \text{ с числом детей } s \text{ в году } i}{\sum_{i=t_0}^{t_k} \text{Число женщин возраста } a \text{ типа поселения } u \\ \text{с числом детей } s \text{ в году } i}. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Начальная вероятность смерти человека пола s в возрасте a , проживающего в поселении типа u , определяется по формуле:

Нач. вероятность смерти =

$$= \frac{\sum_{i=t_0}^{t_k} \text{Число зарегистрированных смертей среди людей пола } s \text{ возраста } a \text{ типа поселения } u \text{ в году } i}{\sum_{i=t_0}^{t_k} \text{Численность населения пола } s \text{ возраста } a \text{ типа поселения } u \text{ в году } i}. \quad (2.6)$$

Начальные вероятности миграции по всем направлениям и видам, а также вероятности получения населением новых образовательных уровней вычисляются аналогичным образом. Так как на некоторых территориях может не быть образовательных учреждений всех уровней, то вероятности получения образования часто равны нулю. При построении миграционных таблиц рекомендуется учитывать как половозрастной, так и образовательный состав населения. Примеры таблиц вероятностей рождения и смерти и миграции, полученных в результате деления общего числа произошедших событий на численности соответствующих групп представлены в приложении 2.

Для прогнозирования образовательных процессов необходимы данные о выпуске из образовательных учреждений всех образовательных уровней, а также данные о половозрастном составе выпускников. Отношение выпускников к общей численности населения определяет интенсивность образовательных процессов на различных уровнях образования. Половозрастной состав выпускников позволяет прогнозировать образовательные события с учетом реального распределения выпускников учебных заведений по полу и возрасту.

Полный перечень информационной базы, формируемой на втором этапе, включает шесть элементов:

- 2.1. Численность населения по полу, возрасту и типу поселения;
- 2.2. Родившиеся живыми по возрасту матери, очередности рождения и типу поселения;
- 2.3. Родившиеся живыми по полу ребенка;
- 2.4. Число умерших по полу, возрасту и типу поселения;
- 2.5. Число мигрантов по полу, возрасту, поселениям, уровню образования и направлениям миграции;

2.6. Выпуск из образовательных учреждений по уровням, территориям, полу и возрасту выпускников.

Поскольку вероятности демографических событий изменяются со временем, то для построения долгосрочного прогноза на уровне местных сообществ требуется прогноз изменения основных демографических компонент (рождаемости, продолжительности жизни и миграции).

Демографические гипотезы. В основу любого демографического прогноза заложены некоторые гипотезы (или тенденции, тренды, предпосылки) об будущем изменении демографического поведения и установок населения. От того, насколько правильно они выбраны, во многом зависит успех построения прогноза. Предлагаемая методика включает четыре вида гипотез:

- Гипотезы о рождаемости;
- Гипотезы об ожидаемой продолжительности жизни (для мужчин и женщин в отдельности);
- Гипотезы о миграции (по направлениям перемещения);
- Гипотезы о развитии сферы образования (в частности, изменения в образовательных предпочтениях населения и в сети образовательных учреждений).

Крайне желательно, чтобы по каждому из видов гипотез было разработано по несколько вариантов тенденций (от более оптимистичных, до более пессимистичных). Выбор различных видов демографических тенденций должен осуществляться независимо для гипотез разных видов и разных местных сообществ. Так, мы должны иметь возможность построить демографический прогноз с предположением о низком уровне рождаемости в местном сообществе, высокой продолжительности жизни и средними уровнями миграции. Это, помимо прочего, позволит сравнивать влияние различных сценариев демографического развития на перспективный человеческий потенциал местных сообществ и территорий, что выступает одной из центральных задач данного исследования.

Р.В. Нифантова предлагает следующую последовательность разработки сценариев демографического развития: «1. Характеристика основных параметров развития системы. 2. Анализ исходной ситуации. 3. Анализ динамики основных показателей в историческом плане. 4. Выявление главных тенденций. 5. Анализ факторов, влияющих на демографическую ситуацию и их ранжирование. 6. Отбор логически вероятных гипотез развития компонентов демографического прогноза. 7. Конструирование сценария. 8. Выбор методов, позволяющих реализовать различные сценарии прогноза» [105].

Для формулировки демографических гипотез применяется множество методов из демографии и других наук, наиболее распространенные из которых [61,135]:

- Анализ временных рядов (экстраполяция). Методы получения перспективных оценок движения населения на основе предыдущих периодов могут оказаться достаточными для краткосрочных демографических прогнозов. Начиная с 2006 г., в России «показатели рождаемости и смертности стабилизировались практически до линейной динамики. Поэтому стало возможным построение прогноза» [106]. Применение простой экстраполяции в долгосрочных демографических прогнозах редко целесообразно.

- Демографические методы. Анализ демографических процессов позволяет предсказать будущие изменения. Например, анализ структуры смертности, репродуктивных и миграционных установок населения могут позволить сформулировать гипотезы об ожидаемой продолжительности жизни, рождаемости и миграции соответственно. Показатели воспроизводства населения могут быть спрогнозированы методом Херста [78].

- Социологические исследования (опрос, анкетирование) [77]. Чаще всего применяются для формализации миграционных и репродуктивных установок населения.

- Экспертные оценки. Опрос, интервьюирование и анкетирование специалистов в области рождаемости, смертности и миграции могут быть

эффективны в некоторых случаях (например, при прогнозировании депопуляции отдельных сельских территорий). Экспертные оценки часто применяются совместно с другими методами. Например, А.И. Антонов выделяет такие варианты демографических сценариев России, как либеральный (спонтанное развитие), политика запретов, политика привлечения иммигрантов, активная семейно-демографическая политика, интеграционный сценарий (евразийский союз) [42].

- Метод аналогий. Исследуемая территория сравнивается с другой, находящимися на более поздней стадии демографического развития. Этот подход более применим к естественному движению населения, чем к миграционному и несет определенные риски. Демографические процессы в разных временных промежутках и социально-экономических условиях редко протекают похожим образом.

- Модели социально-экономического развития. Такие дисциплины, как экономика народонаселения и экономическая демография исследуют взаимовлияние демографических и экономических процессов. Разработано множество теорий, объясняющих динамику населения с учетом экономических и социальных факторов [157]. Например, существуют прогнозы миграционных потоков между регионами, основанные на сравнении уровней заработной платы [131]. Л.Л. Рыбаковский выделяет четыре гипотезы взаимосвязи показателей миграции с ее факторами: несовпадение потребностей в рабочей силе с ее наличием, территориальная дифференциация условий жизни, комбинированная гипотеза (потребность в рабочей силе и условия жизни), многофакторная гипотеза (множество социально-экономических факторов миграции) [118]. Применяются модели на основе дифференциальных уравнений [153].

- Учет нормативных показателей. Можно использовать целевые показатели правительственных программ для оценки перспектив их практической реализации и долгосрочных последствий в случае их успешного достижения. Данный метод, как правило, применяется в нормативных, а не реалистических прогнозах. При этом предполагаемые последствия принятых нормативно-

правовых актов, программ, стратегий демографического развития, инициатив по содействию повышению рождаемости (например, материнский капитал), повышению продолжительности жизни и регулированию миграции могут учитываться и в реалистических прогнозах.

- Учет опыта организаций, выполняющих прогнозы. Многие организации, в т. ч. международные формулируют гипотезы и описывают возможные сценарии демографического развития различных стран и регионов мира. В качестве примеров можно привести прогнозы Организации объединенных наций (ООН) [214, 215], Всемирного банка [211, 212], Бюро по демографической информации [213], Международного института прикладного системного анализа [159] и др. Ведущие исследовательские организации обычно применяют комбинированные методы при формулировке гипотез. Однако необходимо принимать во внимание, что эти методы могут не учитывать особенностей конкретной территории, так как целью при их разработке являлось достижение максимально возможной универсальности.

Ни один из названных методов не гарантирует, что полученные в результате его применения гипотезы будут отражать реальную демографическую ситуацию, поскольку демографические тенденции изменяются под влиянием бесчисленного множества факторов. В статье Л.Л. Рыбаковского дана оценка точности некоторых сценариев демографических прогнозов [116].

Причем чем больше горизонт прогноза, тем сложнее сформулировать демографические гипотезы. Поэтому применяются комбинированные методы. Например, модели социально-экономического развития могут содержать экспертные оценки или использовать аналогии. Кроме того, различные компоненты изменения численности населения (рождаемость, продолжительность жизни и миграция) могут оцениваться разными методами.

Так как местные сообщества являются небольшими по масштабу, на их демографическую динамику, особенно миграционную, могут существенно повлиять проекты и программы, реализуемые в регионах и муниципалитетах.

Для учета этого влияние при разработке демографических гипотез рекомендуется применяться следующий перечень документов.

На региональном уровне:

- Стратегия социально-экономического развития субъекта РФ, план мероприятий по реализации стратегии;
- Государственные и ведомственные целевые программы;
- Перечень крупных инвестиционных проектов (экспертная оценка влияния проектов на миграционную привлекательность территории в баллах);
- Схемы территориального планирования;

На муниципальном уровне:

- Стратегические документы социально-экономического развития муниципальных образований, планы мероприятий по их реализации;
- Муниципальные программы, связанные с социальным развитием, экономикой и образованием;
- Перечень крупных инвестиционных проектов.

Перечисленные документы содержат информацию об инициативах региональных властей и крупных бизнес-структур, которые могут изменить миграционную привлекательность сообществ. Кроме того, стратегии содержат целевые показатели параметров демографических процессов, которые могут применяться в нормативны прогнозах.

В рамках данного методического подхода предлагается использовать в качестве основного источника миграционных гипотез перечень реализуемых инвестиционных проектов, который может быть сформирован на основе всех представленных выше документов. Вначале для каждого инвестиционного проекта определяются следующие параметры: место реализации (список территорий, на которые повлияет его реализация), год начала, год окончания, стоимость. Затем на основании стоимости и других значимых параметров (например, отрасли) с помощью экспертного оценивания определяются численные значения силы воздействия инвестиционного проекта. Если проект

реализуется на нескольких территориях, то полученное значение может делиться на их число.

Далее определяется тип воздействия проекта на миграционные потоки. Проект либо привлекает определенное число мигрантов в абсолютном выражении, либо изменит интенсивность одного или нескольких миграционных потоков (например, внутреннюю миграцию и въезжающие из-за границы). Кроме того, оценивается вероятность реализации проекта. Проект может оказывать воздействие на миграционные потоки как до окончания его реализации (например, при строительстве объекта), так и после. При этом сила его воздействия на миграцию до и после окончания реализации может различаться. В общем виде сила воздействия инвестиционного проекта может быть рассчитана как среднее геометрическое факторов проекта, влияющих на интенсивность миграции:

$$\text{Сила воздействия(после окончания)} = \left(\prod_{i=1}^n \text{Фактор}_i \right)^{\frac{1}{n}}; \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} \text{Сила воздействия(после начала)} = \\ = D \cdot \text{Сила воздействия(после окончания)} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Где $i_1, \dots, i_n$ – факторы инвестиционного проекта, влияющие на величины миграционных потоков; D – отношение силы воздействия после окончания к силе воздействия до окончания.

После оценки степени влияния реализации инвестиционных проектов на интенсивности миграционных потоков, формулируются гипотезы. Одна из них может соответствовать инерционному сценарию, при котором миграционные потоки останутся неизменными на протяжении всего прогнозного периода. Другие сценарии могут различаться по силе воздействия на миграцию и по доле успешно реализованных инвестиционных проектов. Для каждого сценария должно быть определена величина изменения миграционных потоков, соответствующая единице силы воздействия инвестиционных проектов. Например, под влиянием единицы силы воздействия проекта, выездная миграция

может быть уменьшена на 0,5%, а въездная увеличена на 0,2%. Здесь также применяется метод экспертного оценивания.

Поскольку методика включает также прогноз образовательных событий, то необходимо учитывать и тенденции, связанные со сферой образования. Они могут касаться предполагаемых изменений интенсивности выпуска из образовательных учреждений различных уровней, перераспределения выпускников между образовательными уровнями, либо изменения половозрастного состава выпускников.

Основными источниками информации для формулировки гипотез об образовательных тенденциях являются данные прошлых временных периодов и экспертные оценки. Также полезен анализ принятых и разрабатываемых законодательных актов, которые могут повлиять на изменения образовательной сферы в будущем. Это особенно важно в российских условиях, где высшие учебные заведения преимущественно государственные, и подготовка в них осуществляется в соответствии с государственным заказом, который определяется исходя из демографической ситуации и потребностей народного хозяйства.

Таким образом, третий этап формирования информационной базы прогноза на уровне местного сообщества составляют:

3.1. Гипотезы изменения суммарного коэффициента рождаемости и репродуктивных планов населения;

3.2. Гипотезы изменения ожидаемой продолжительности жизни при рождении для мужчин и женщин;

3.3. Гипотезы изменения миграционных тенденций;

3.4. Гипотезы изменения образовательных тенденций.

Эти четыре группы прогнозов не должны противоречить друг другу. Например, не стоит ожидать увеличения числа выпускников учебных заведений при отрицательном миграционном сальдо и низких уровнях рождаемости. Поэтому образовательные тенденции рекомендуется формулировать в относительном выражении, исходя из численности населения соответствующих

половозрастных групп. Итоговая система показателей, характеризующих структуру, динамику населения и демографические тенденции представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Система показателей населения на уровне местных сообществ

Этап	Данные	Назначение	Источники
1. Моделирование исходного населения	1.1. Численность населения по территориям, их типам и 5-летним половозрастным группам	Формализация исходного населения	Итоги Всероссийской Переписи населения
	1.2. Распределение населения внутри 5-летних половозрастных групп	Вероятностное моделирование начального распределения населения (накопленные частоты)	
	1.3. Распределение женщин по числу рожденных детей и 5-летним возрастных групп		
	1.4. Распределение населения по образовательному уровню, территориям и половозрастным группам		
2. Определение начальных вероятностей демографических событий	2.1. Численность населения по полу, возрасту и типу поселения	Необходимо для расчетов 2.2-2.5	Статистические, демографические ежегодники
	2.2. Родившиеся живыми по возрасту матери, очередности рождения и типу поселения	Вероятностное моделирование демографических событий (доли от общей численности групп усредненные за четыре года)	Информационно-аналитические бюллетени о естественном движении населения
	2.3. Число умерших по полу, возрасту и типу поселения		Информационно-аналитические бюллетени о миграции населения
	2.4. Число мигрантов по полу, возрасту, поселениям, уровню образования и направлениям миграции		Статистические ежегодники, материалы министерств и ведомств
	2.5. Выпуск из образовательных учреждений по уровням, территориям, полу и возрасту выпускников		
3. Определение тенденций	3.1. Гипотезы изменения суммарного коэффициента рождаемости и репродуктивных планов	Изменения соответствующих вероятностей событий в течение всего прогнозного периода (несколько сценариев) для местных сообществ и территорий.	Прогнозы, материалы и отчеты о демографических тенденциях, стратегии, проекты, схемы планирования, НПА, Базы данных показателей МО.
	3.2. Гипотезы изменения ожидаемой продолжительности жизни при рождении для мужчин и женщин		
	3.3. Гипотезы изменения миграционных тенденций		
	3.4. Гипотезы образовательной сферы		

Таблица включает перечень необходимых для построения прогноза статистических данных, возможные источники их получения, а также указания по их обработке для применения в прогнозе. Наименее формализован третий этап, так как прогнозирование демографических тенденций в местных сообществах может осуществляться при помощи большого числа методов, каждый из которых эффективен лишь при определенных условиях и не может применяться к любому местному сообществу.

Представленный в данном параграфе диссертационного исследования методический подход к построению демографического прогноза на уровне местных сообществ позволяет из общедоступных источников получить детальную информацию о населении сообществ, включая пространственное распределение, образовательный состав и семейную структуру проживающих в них домохозяйств. Подход отличается учетом региональных и муниципальных мероприятий социально-демографической политики, законодательных инициатив и инвестиционных проектов, влияющих на структуру и динамику населения местных сообществ, для которых оцениваются вероятности успешной реализации и степень влияния на интенсивность демографических процессов. Методический подход позволяет учитывать в прогнозах степень инфраструктурного развития местных сообществ и влияние инвестиционных проектов на изменение их миграционной привлекательности

2.2. Методика построения демографических прогнозов на уровне местных сообществ

Основываясь на Выбранном в предыдущей главе подходе микроимитационного моделирования была разработана методика прогнозирования демографического развития местных сообществ. В данном параграфе будут описаны методика, ее элементы, особенности реализации и функционирования. Методика включает алгоритм и принципы демографического прогнозирования на уровне местных сообществ. Методика

была реализована в виде компьютерной модели, разработанной в среде Visual Studio 2010. Исходный код модели на языке программирования C# представлен в приложении 4.

Большинство существующих моделей населения, применяемых при построении демографических прогнозов, содержат столько иерархических уровней, сколько и сама рассматриваемая территория. Так, если прогноз строится для федерального и регионального уровней, то и сама модель ограничивается ими. Методика прогнозирования демографической динамики местных сообществ будет содержать также индивидуальный уровень (рисунок 2.2).

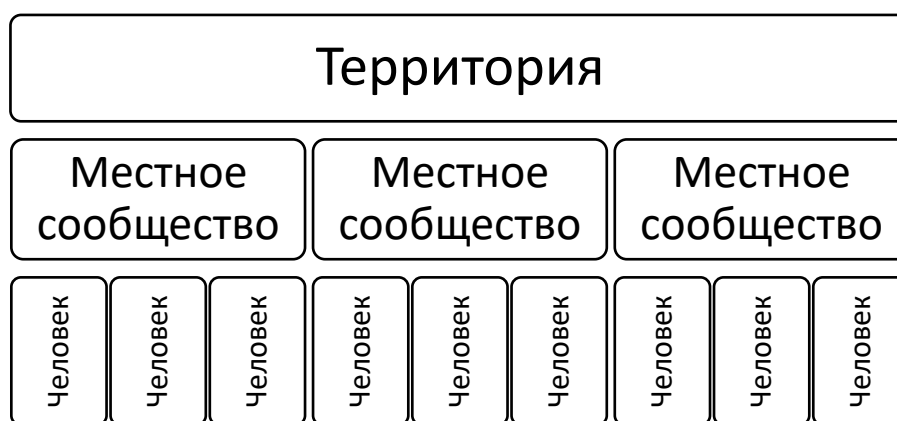


Рисунок 2.2 – Схема иерархических уровней прогноза

Число людей на первом (индивидуальном) уровне пропорционально численности реального населения территории. На индивидуальном уровне прогнозируется вся динамика населения, которая связана с демографическими событиями. Каждый человек в прогнозе может быть отнесен к одному из местных сообществ. Наступление любого события изменяет значения параметров лишь того индивида, с которым оно произошло.

Территориальный уровень прогноза необходим для отражения макродинамики. Здесь могут происходить процессы, которые имеют отношение к территории в целом. Например, изменение привлекательности местных сообществ для мигрантов задается на уровне местных сообществ, а на территориальном уровне описываются наиболее глобальные тенденции, такие как изменение ожидаемой продолжительности жизни и суммарной рождаемости

территории в целом. В случае если прогноз строится для большой территории (государство, федеральный округ), рекомендуется вводить дополнительный четвертый иерархический уровень.

Предложенная иерархия прогноза дает сразу несколько преимуществ. Во-первых, она обеспечивает единство микро- и макродинамики, что позволяет моделировать демографические процессы любого масштаба. Во-вторых, наличие индивидуального уровня дает возможность формировать и анализировать совокупности населения совершенно любого рода, по любым признакам и любого масштаба. В-третьих, имеется возможность моделировать демографическое поведение не статистически, а алгоритмически, что невозможно в традиционных моделях, не имеющих индивидуального уровня. При помощи алгоритмического моделирования демографическое поведение населения может быть описано более детально, с учетом дополнительных факторов.

Принципы прогнозирования. Центральным элементом предложенной методики стали принципы, в соответствии с которыми строятся демографические прогнозы на уровне местных сообществ. В первой группе принципов содержатся основополагающие положения методики.

1. Общие положения.

1.1. Местное сообщество состоит из множества индивидов (людей), которые моделируются независимо, но по общим правилам, и могут взаимодействовать друг с другом.

1.2. Каждый индивид имеет один из трех статусов: «жив», «умер» или «эмигрировал». Последние два статуса позволяют получать подробную статистику смертности и миграции.

1.3. Каждый индивид обладает набором характеристик, значения которых задаются при его генерации и могут изменяться в процессе прогнозирования. Ими могут быть пол, возраст, место жительства и другие показатели.

1.4. Индивид генерируется в трех случаях: при формировании исходного населения, при иммиграции из-за пределов территории или при рождении в

процессе прогнозирования. При генерации индивиду присваивается статус «жив». Значения его характеристик в разных ситуациях определяются по-разному: исходя из абсолютных величин, вероятно, либо наследуются от другого индивида (матери).

1.5. Каждый прогноз имеет свою информационную базу (данные об исходном населении местного сообщества, вероятностях демографических событий и набора гипотез).

1.6. При построении каждого варианта прогноза выбираются действующие гипотезы, масштаб прогноза, дата начала и окончания (горизонт) прогноза. Модельное время задается равным дате начала прогноза и увеличивается на каждом шаге до тех пор, пока не достигнет горизонта прогноза. Также в конце каждого шага сохраняются статистические данные о модельном населении.

Вторая группа принципов относится к демографическим событиям, с помощью которых прогнозируются изменения численности и состава населения на уровне местных сообществ.

2. Демографические события.

2.1. Все демографические события моделируются для каждого живого индивида на каждом шаге прогноза в отдельности. Вероятности наступления демографических событий в течение единичного временного промежутка зависят от значений характеристик индивида и изменяются при переходе к следующему временному промежутку под влиянием выбранных демографических гипотез.

2.2. Все допустимые последовательности наступления демографических событий считаются равновероятными. Исключением является событие «старение», которое всегда моделируется последним. Учитывается возможность наступления двух или более событий одного вида одновременно (например, рождение двойни, тройни и т.д. при многоплодной беременности).

2.3. Наступление события приводит к изменению значений характеристик индивида, его статуса или к генерации нового индивида. Например, событие «старение» изменяет возраст, а событие «смерть» статус человека. Событие

«рождение» одновременно создает нового человека и изменяет значение характеристики «число детей» у матери. Наступление события может влиять на характеристики другого индивида при моделировании групповой демографической динамики.

Третья группа принципов определяет порядок прогнозирования демографических гипотез (тенденций).

3. Демографические тенденции.

3.1. Тенденции демографического развития задаются набором гипотез, которые разделяются по уровням действия (гипотезы местных сообществ и территорий) и по видам демографических событий, к которым они относятся (миграционные, репродуктивные, смертности, образования).

3.2. Каждая гипотеза изменяет вероятности одного из событий для определенной группы населения в определенное время на заданную величину. Например, гипотеза может изменять вероятности рождения для женщин, имеющих более одного ребенка каждые пять лет.

3.3. Может быть сформулирован набор альтернативных гипотез для одного и того же явления. При этом альтернативные гипотезы для разных видов событий выбираются независимо. Например, может прогнозироваться оптимистичный вариант миграционного сценария при пессимистичных гипотезах о естественном движении населения.

Наконец, последняя группа принципов определяет на каком иерархическом уровне реализуются какие элементы прогноза, а также определяет перечень данных, передаваемых между микро- и макроуровнями прогноза.

4. Уровни реализации.

4.1. На микроуровне (индивидуальном уровне) хранятся данные об индивидах (наборы их характеристик), реализуются демографические события (определение последовательности моделирования событий, учет индивидуальных характеристик человека при определении вероятностей наступления событий, изменение характеристик или статусов, генерация новых

индивидов), переход к прогнозированию событий следующего индивида, первичный сбор результатов.

4.2. На макроуровне (уровне местного сообщества) хранятся информационная база, модельное время и результаты прогноза, реализуются изменение модельного времени, формирование исходной структуры населения, демографические тенденции всех видов (изменение вероятностей под влиянием выбранных гипотез), агрегация результатов.

4.3. С макроуровня на микроуровень передаются модельное время, демографические гипотезы, вероятности демографических событий и исходная структура населения.

4.4. С микроуровня на макроуровень передаются значения статусов и характеристик индивидов, которые агрегируются в промежуточные (за каждый временной промежуток) и итоговые (за прогнозный период) результаты прогноза.

Алгоритм прогнозирования. Данные принципы задают лишь основные идеи, лежащие в основе прогноза. Для более детального описания процесса прогнозирования на уровне местных сообществ рассмотрим предложенный алгоритм. В наиболее общем виде алгоритм прогнозирования, включающий семь шагов и два ветвления, представлен на рисунке 2.3.

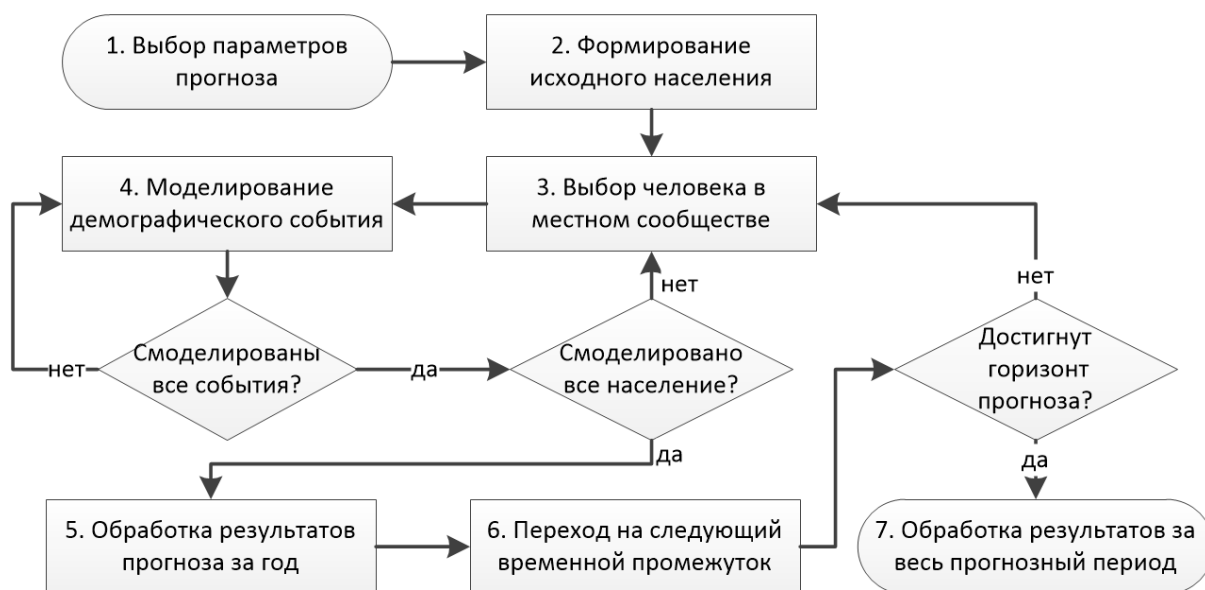


Рисунок 2.3 – Алгоритм прогнозирования

На первом шаге исследователь выбирает параметры прогнозирования, а именно: горизонт прогноза, масштаб модели и демографические тенденции. Считается, что продолжительность демографического прогноза не должна превосходить продолжительности жизни одного поколения людей. Более долгосрочные прогнозы не рассматриваются в связи с невозможностью экстраполяции демографических тенденций на столь длительный период времени. Набор демографических и образовательных тенденций, которые легли в основу модели подробно рассмотрим в следующей главе. Здесь же отметим лишь, что имеется возможность выбора между более оптимистичными и пессимистичными сценариями развития.

Масштаб модели - переменная, которая задает компромисс между точностью прогноза и временем, необходимым программе для его построения. При моделировании в масштабе 1:1 каждому человеку из реального населения соответствует ровно один моделируемый человек. Моделирование в масштабе 1:10 означает, что каждая когорта населения будет моделироваться числом людей, в 10 раз меньшим, чем в действительности. Число моделируемых демографических событий также сократится в 10 раз. Поскольку моделирование событий - наиболее вычислительно трудоемкий этап моделирования, его сокращение приводит к ускорению выполнения модели. Это может быть полезно при тестировании и отладке модели. Поскольку модель носит вероятностный характер, уменьшение модельного населения повышает скорость выполнения модели за счет снижения точности прогноза. Это утверждение является прямым следствием закона больших чисел.

Моделирование исходного населения. На втором шаге осуществляется формирование исходного (начального) населения, то есть населения, которое проживало на прогнозируемой территории в момент начала прогнозного периода. Наиболее предпочтительным начальным моментом прогноза является момент последней Всероссийской переписи населения, поскольку итоги переписи являются наиболее подробным источником статистических данных о населении. Начальное население должно наиболее точным образом отражать

реальную половозрастную структуру и пространственное размещение населения местных сообществ.

На данном этапе определяются первоначальные значения шести характеристик каждого из людей в начальном населении. Номер района, тип поселения, пол и возрастная группа каждого человека задаются в точном соответствии с итогами переписи или другого источника данных о населении. Численности когорт населения в модели по этим признакам заданы явно абсолютными числами (Приложение 1. Таблица 1.1.). Когда данные по 1-летним группам не доступны, более точный возраст внутри 5-летней группы определяется вероятностно с помощью эмпирических распределений для каждого пола в отдельности. Согласно Теореме Гливенко-Кантелли, эмпирические распределения в пределе сходятся к теоретическим в каждой точке, и, следовательно, являются качественными оценками возрастного распределения исходного населения.

Моделирование эмпирических распределений осуществляется при помощи дискретно-событийного моделирования. Генератор случайных чисел формирует число с равномерным распределением в интервале от 0 до 1. Затем это число сравнивается с накопленными вероятностями человека войти в ту или иную группу (пример представлен на рисунке 2.4).

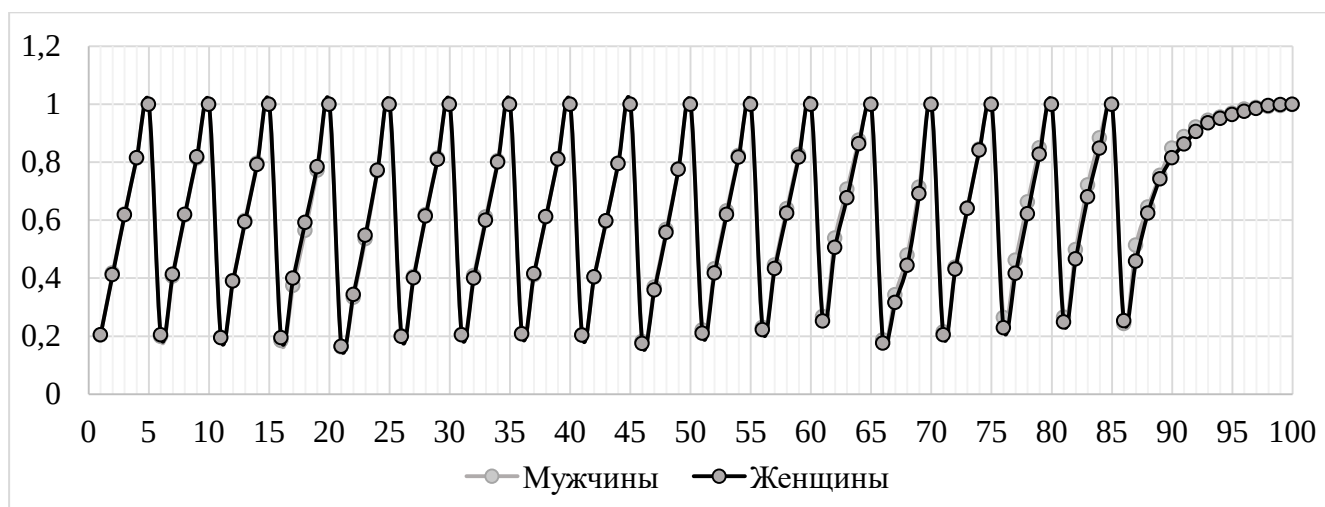


Рисунок 2.4 – Данные для эмпирических распределений возрастов внутри групп

В итоге выбирается наименьший из возрастов, вероятность которого превышает заданное случайное число. Для каждого человека процедура

повторяется в отдельности. Таким же образом определяются и значения числа рожденных детей, а также образовательный уровень населения. При определении числа детей учитывается возрастная группа женщины, а уровень образования зависит от пола, возраста и района проживания индивида.

Пространственное размещение населения может моделироваться с различной степенью детализации, вплоть до явного задания географических координат. Однако при долгосрочном прогнозировании населения с учетом всех населенных пунктов, включая малочисленные, невозможно обеспечить высокую точность модели. Например, из 720 населенных пунктов Республики Коми около 40% имеют население не более 50 чел., а 95% не превосходят 1000 чел. В большинстве регионов России наблюдается похожее распределение населенных пунктов по численности. Населения в них недостаточно для выявления устойчивых статистических закономерностей демографической динамики. Поэтому наименьшими единицами пространственной группировки населения в большинстве случаев логично сделать городские округа и муниципальные районы.

Прогнозирование образования. Для оценки уровня образования населения местных сообществ могут применяться абсолютные и относительные показатели. Абсолютные оценивают масштабность образовательной системы и образовательного потенциала общества, а относительные – ее качество. Приведем примеры абсолютных показателей образования:

- Число людей с законченным высшим образованием.
- Общее число студентов.
- Число мест в образовательных учреждениях по уровням.
- Суммарное число лет обучения взрослого населения.

Для определения степени образованности населения применяются такие относительные показатели, как:

- Среднее число лет, затраченных на обучение человеком.
- Продолжительность обязательного школьного образования.

- Доля населения с законченным высшим образованием.
- Доля студентов вузов в населении.
- Число мест в образовательных учреждениях на 1000 чел. населения.

Поскольку нам необходимо иметь возможность сравнивать образованность различных групп населения, как с точки зрения их общего образовательного потенциала, так и среднего, мы воспользуемся двумя взаимосвязанными показателями, которые назовем образовательным уровнем (ОУ) и образовательным потенциалом (ОП) населения. Эти два показателя относительно просты в подсчетах и достаточно содержательны для построения прогноза.

ОУ аккумулирует в себе число лет обучения всего населения территории, а ОП соответствует среднему числу лет, затраченных жителем на получение образования. Таким образом, ОП измеряется в человеко-годах, а ОУ – в годах. Образовательный потенциал можно представить как отношение образовательного уровня к общей численности населения территории. Значения этих показателей могут быть вычислены при помощи следующих формул:

$$ET(t) = \sum_l a_l x_l(t), \quad (2.9)$$

$$EA(t) = \frac{ET(t)}{\sum_l x_l(t)} = \frac{\sum_l a_l x_l(t)}{\sum_l x_l(t)}, \quad (2.10)$$

где $ET(t)$ и $EA(t)$ – образовательный потенциал и образовательный уровень населения территории в момент времени t соответственно; $x_l(t)$ – число людей с уровнем образования l в момент времени t ; a_l – число лет обучения, соответствующее образовательному уровню l .

В каждой из формул осуществляется взвешенное суммирование населения по всем уровням образования. Общая динамика населения каждого образовательного уровня при этом задается следующей формулой:

$$x_l(t+1) = p_l(t)x_l(t) + \sum_k \left(f_l^k(t)x_k(t) - f_k^l(t)x_l(t) \right) + \left(y_l^i(t) - y_l^o(t) \right), \quad (2.11)$$

где $x_l(t)$ – число людей с уровнем образования l в момент времени t ; $p_l(t)$ – коэффициент дожития этой группы; $f_l^k(t)$ – доля получивших уровень образования l из имевших уровень образования k в момент t ; $y_l^i(t)$ и $y_l^o(t)$ – число иммигрантов и эмигрантов с уровнем образования l в момент времени t соответственно.

Легко заметить, что изменение ОП разделяется на компоненты, соответствующие дожитию и обучению существующего населения, а также миграции образованного населения с другими территориями. Причем смертность способна только сокращать ОП, обучение – только увеличивать, а миграция может оказывать разнонаправленный эффект: иммиграция – положительный, эмиграция – отрицательный. Основываясь на этих фактах, построим схему факторов изменения образовательного потенциала населения (рисунок 2.5.б) и сравним ее с факторами изменения общей численности населения (рисунок 2.5.а). Стрелки здесь отражают направления изменения.



Рисунок 2.5 – Концептуальная схема изменения образовательного уровня населения

Рассмотрим вначале динамику общей численности населения. Ее увеличение происходит под влиянием рождаемости и иммиграции, а снижение – под влиянием смертности и эмиграции. Старение и внутренняя миграция не влияют на численность населения непосредственно, но ответственны за ее возрастное и пространственное перераспределение, которое окажет влияние на население впоследствии (например, за счет более высоких возрастных коэффициентов смертности в старших возрастах, изменения рождаемости в

результате входа и выхода населения из репродуктивного возраста, дифференциации районных коэффициентов смертности).

Набор факторов изменения ОП почти совпадает с теми, что влияют на численность населения. на основании этого можно подтвердить вывод об удобстве совместного изучения демографических и образовательных процессов. Разница заключается лишь в том, что рождаемость переходит в число факторов, которые влияют на образовательный уровень лишь в долгосрочной перспективе (а именно когда родившиеся сами начнут получать образование). Аналогом рождаемости здесь выступает обучение. Лишь оно ответственно за увеличение ОП без привлечения мигрантов.

Определим перечень уровней образования, которые будем использовать при моделировании населения Республики Коми. Согласно Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» [8], в РФ устанавливаются следующие уровни образования:

1. Общее образование:

- дошкольное образование;
- начальное общее образование;
- основное общее образование;
- среднее общее образование.

2. Профессиональное образование:

- среднее специальное образование;
- высшее образование – бакалавриат;
- высшее образование – специалитет, магистратура;
- высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации.

В подготовку кадров высшей квалификации входят программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программы ординатуры и ассистентуры-стажировки. Отметим, что начальное профессиональное образование отсутствует в перечне, поскольку с 2013 г. оно

перешло в структуру среднего профессионального образования, но мы будем его учитывать, так как многие люди указывали его в качестве своего образования в результатах переписи. Дошкольное образование в дальнейшем рассматривать не будем.

Будем считать, что человек обладает тем образовательным уровнем, который соответствует наиболее высокому из достигнутых им уровней. Двойное образование (например, два высших) в учет принимать не будем. Существуют различные образовательные траектории (последовательности, в которых люди приобретают образовательные уровни) и методы присвоения уровням эквивалента в баллах. Уровни могут оцениваться последовательно с равномерным шагом, но такая система оценки не позволяет достаточно точно отразить различия между уровнями. Более предпочтителен вариант, когда за основу для оценки принимается продолжительность обучения в годах [152].

Сложность этого подхода состоит в том, что не существует единого стандарта продолжительности обучения. Поэтому здесь также применяются разные методы. Может браться минимально необходимое для получения образования число лет или, напротив, приниматься условие обязательности прохождения каждого образовательного уровня. Мы воспользуемся компромиссным вариантом и определим продолжительность обучения исходя из средневзвешенных значений сроков обучения по наиболее популярным из возможных образовательных траекторий.

Продолжительность обучения людей, которые не имеют даже начального образования, логично принять за 0. Школьное образование также не вызывает каких-либо проблем с оценкой. Начальному, основному общему и среднему полному уровням соответствуют 4, 9 и 11 лет обучения соответственно. Люди, получавшие образование в предыдущие десятилетия, могли учиться несколько меньше, но мы примем за эталон текущие сроки. Поскольку программы начального и среднего профессионального образования (СПО) осуществляются как на базе 9-ти, так и на базе 11-ти классов, а их продолжительность колеблется от 1 до 4 лет, применим для этих уровней средневзвешенные оценки. Они

составили $(9+11)/2+(1+3)/2=12$ лет для начального профессионального и $(9+11)/2+(2+4)/2=13$ лет – для СПО.

Большинство поступающих на программы бакалавриата и специалитета из еще не имеющих высшего образования обладают средним (полным) общим уровнем. Следовательно, продолжительность обучения на бакалавриате примем равной $11+4=15$ годам, а на специалитете $11+5=16$ годам. Магистратуру, как логическое продолжение бакалавриата, соотнесем 17 годам обучения. В случае, если в статистических сборниках вид высшего образования не указан, будем считать его специалитетом, так как он был преобладающим на протяжении очень долгого времени. Неполному высшему образованию поставим в соответствие 14 лет обучения. Наконец, послевузовское образование получило средневзвешенную оценку, равную 20 баллам, так как продолжительность обучения обычно составляет от 3 до 4 лет, а получают этот уровень специалисты и магистры $((16+17)/2+(3+4)/2=20$ лет).

Итоговая схема образовательных уровней, которую мы будем использовать в дальнейшем, представлена на рисунке 2.6. Прямоугольниками представлены сами уровни; числа в прямоугольниках – их балльные оценки; числа в стрелках – количество лет, которое необходимо для перехода между связанными этими стрелками уровнями.

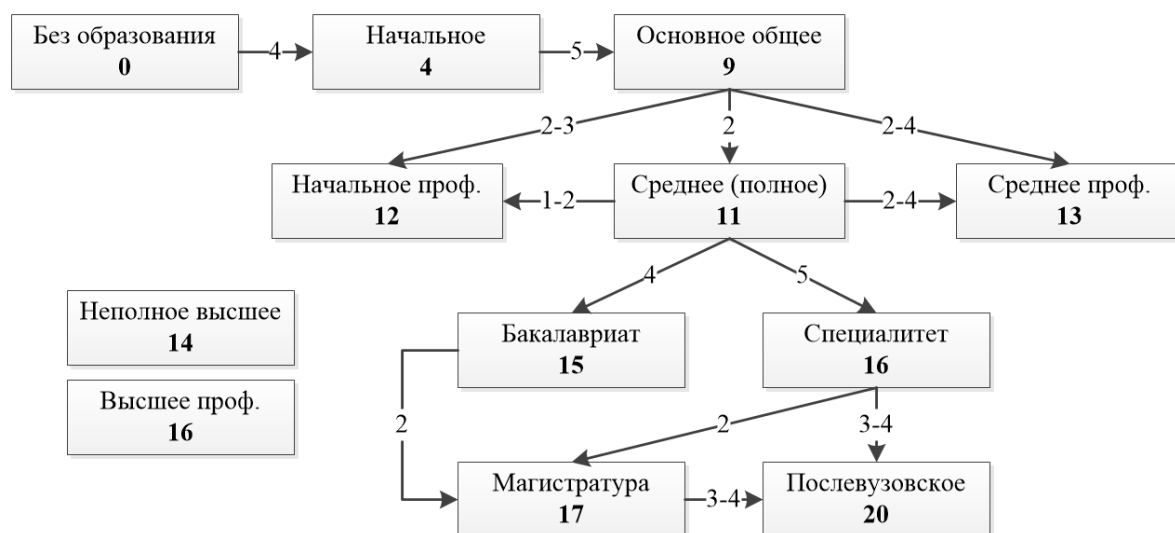


Рисунок 2.6 – Уровни образования в России по продолжительности обучения

Каждый индивид в модели обладает одним из представленных на схеме уровней образования. При наступлении одного из образовательных событий уровень может изменяться только в сторону увеличения.

Прогнозирование демографических событий. После выполнения второго шага алгоритма мы получаем модель местного сообщества, которая пригодна для проведения на ней вычислительных экспериментов. Но для этого необходимо определить и задать закономерности, в соответствии с которыми в населении будут происходить изменения. На третьем и четвертом шагах алгоритма моделируются демографические события. Модель поочередно выбирает моделируемых индивидов и в том случае, если они живы, производит моделирование демографических событий. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет перебрано все население.

Под демографическим событием будем понимать «событие, происходящее с отдельным человеком, которое имеет значение для смены поколений людей, изменения численности и структуры населения» [60]. Это рождение, смерть, вступление в брак, расторжение брака, перемена места жительства и др. Кроме того, демографическое событие можно трактовать как любое изменение демографического состояния человека. Изменения в количестве и составе населения определяются большим числом демографических событий, происходящих с отдельными людьми. В рассматриваемой методике эти события можно разделить на демографические и образовательные (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Виды событий прогноза

Демографические события	Образовательные события
• Рождение • Старение • Смерть • Миграция: ○ Внутренняя ○ Межрегиональная: ▪ Эмиграция ▪ Иммиграция ○ Международная: ▪ Эмиграция ▪ Иммиграция	• Получение образования: ○ Общее: ▪ Начальное ▪ Основное ▪ Среднее (полное) ○ Профессиональное: ▪ Начальное ▪ Среднее ▪ Неполное высшее ▪ Высшее ▪ Послевузовское

Демографические представлены рождением, старением, смертью и миграцией по видам и направлениям; образовательные – обучением по уровням. Моделирование наступления всех событий, осуществляется по следующей схеме:

1. Формируется равномерно распределенное в интервале от 0 до 1 случайное число.
2. Случайное число сравнивается с вероятностью выполнения события, зависящей от параметров человека.
3. Если случайное число не превосходит вероятность события, то событие наступает. Иначе, событие не наступает

Эта схема дискретно-событийного моделирования. Поскольку модель использует случайные числа как для определения порядка событий, так и для определения их наступления, она требует формирования очень большого их числа (до сотен миллионов при построении долгосрочного прогноза субъекта РФ). Поэтому необходим очень быстрый и качественный генератор псевдослучайных последовательностей. Мы используем хорошо себя зарекомендовавший субтрактивный алгоритм генератора случайных чисел Д. Кнута [71]. Более подробно моделирование демографических событий будет рассмотрено в параграфе 2.3.

Завершение моделирования. Перечисленные события моделируются для каждого живого индивида в населении. После того, как алгоритм перебрал всех людей, происходит фиксация результатов моделирования, которая является своеобразным «снимком» состояния модели на конец календарного года. Время в модели дискретное с шагом в один год. Затем алгоритм проверяет, достигнут ли горизонт прогноза. Если нет, то номер года увеличивается на единицу, выполняются поправки вероятностей событий исходя из выбранных тенденций и происходит еще один круг моделирования всех демографических событий. Если же горизонт достигнут, то происходит завершение моделирования, и исследователь имеет возможность ознакомиться с результатами.



Многоуровневая структура прогноза имеет сразу несколько преимуществ по сравнению с традиционной. Моделирование демографических событий на микроуровне позволяет добиться высокой степени детализации прогноза, учета большого числа факторов. Могут быть реализованы сложные алгоритмы

демографического поведения. Например, сравнение человеком потенциальных выгод и рисков от миграции. Методика позволяет отследить родственные связи между поколениями людей, что полезно при исследовании замещения поколений и репродуктивного поведения. Поскольку каждый человек в населении задан явно, модель позволяет формировать выборки населения любого рода для анализа будущей демографической ситуации. Все это расширяет прогностические возможности при изучении населения на территориях различных уровней и масштабов. Недостатком такой методики можно назвать более высокую вычислительную сложность, чем у традиционных прогнозов. Однако на современном этапе развития информационных технологий и вычислительной техники этот недостаток уже не является критичным.

Результаты прогнозирования населения местных сообществ Республики Коми будут подробно нами рассмотрены в главе 3. Исходный код модели на языке программирования C# представлен в приложении 4. Модель может быть полностью воспроизведена на его основе и с помощью исходных данных из приложений 1-3.

2.3. Прогнозирование демографических событий и тенденций.

Рассмотрим порядок прогнозирования демографических событий и тенденций. Таблица 2.3. содержит перечень событий, которые лежат в основе предложенной методики прогноза, их виды. Показана возможность одновременного наступления двух и более событий одного вида. Перечислены характеристики человека, которые учитываются при моделировании демографических событий, а также их изменение в случае наступления события. Кроме того, показано влияние событий одного человека на других индивидов, на общую численность населения и образовательный потенциал (суммарное число лет обучения всего населения) местного сообщества. Наконец, перечислены основные показатели, которые применяются при формулировке гипотез, связанных с событиями, а также названы возможности по повышению детализации отражения событий.

Таблица 2.3 – Демографические события в прогнозе на уровне МС.

	События				
	Рождение	Старение	Миграция	Обучение	Смерть
1. Виды событий	Рождение мальчика, девочки, двойни, тройни и т.д.	–	Внутренняя и внешняя; эмиграция и иммиграция	По уровням (от начального общего до послевузовского)	Отдельно выделяется младенческая смертность
2. Возможность наступления более одного события за раз	Есть (при многоплодной беременности)	Нет	Есть	Есть	Нет
3. Характеристики, влияющие на вероятность наступления события	Пол, возраст, число детей, тип поселения	–	Пол, возраст, территория, число детей, уровень образования	Пол, возраст, территория, уровень образования	Пол, возраст, тип поселения
4. Характеристики, изменяющиеся при наступлении события	Число детей	Возраст	Территория и/или тип поселения	Уровень образования	–
5. Влияние на вероятности последующих событий	Рождение	Рождение, миграция, обучение, смерть	Рождение, миграция, обучение, смерть	Обучение, миграция	Все вероятности обнуляются
6. Влияние на других индивидов	Есть (наследование ребенком места проживания матери)	Нет	Нет	Нет	Нет
7. Влияние на общую численность населения	Увеличение	Нет	Увеличение / уменьшение (при внешней миграции)	Нет	Уменьшение
8. Влияние на образовательный потенциал населения	Нет	Нет	Увеличение / уменьшение (при внешней миграции)	Увеличение	Уменьшение
9. Показатели, отражающие тенденции изменения вероятностей	Суммарный коэффициент рождаемости	–	Интенсивность миграционных потоков (по видам миграции)	Объем и структура выпуска из учреждений образования	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении
10. Возможности детализации тенденций	По очередности рождений и типу поселения	–	По видам и составу мигрантов	По уровням образования и составу выпускников	По полу, типу поселения; по причинам смерти

Подробно рассмотрим процесс прогнозирования демографических событий каждого вида (рождение, старение, миграция, обучение и смерть). Перед прогнозированием демографических событий необходимо определить их порядок и возможность совершения двух событий одного вида в течение шага моделирования (календарного года). Всякий возможный порядок демографических событий, происходящих с отдельным человеком будем считать равновероятным. Например, в течение года он может получить образование, а затем мигрировать, или, напротив, сначала мигрировать, а затем изменить свой образовательный уровень.

Момент старения будем считать четко фиксированным и происходящим в последнюю очередь. Это необходимо, чтобы годовые возрастные вероятности демографических событий использовались последовательно ровно один раз для каждого человека. Если момент старения будет случайным, то возможно двукратное или их использование, либо пропуск одного года. Так как без старения остается 4 типа демографических событий, то всего возможных последовательностей будет $4! = 24$, а вероятность наступления каждой из них составляет $1/4! = 1/24$. У мужчин (в связи с отсутствием события «рождение») вероятность каждой возможной последовательности несколько выше ($1/3! = 1/6$).

Два события смерти, очевидно, не могут произойти с одним человеком. Постареть на два года в течение одного календарного года (если воспринимать старение как демографический, а не биологический процесс) человек также не может. Двукратное получение образования в течение года также будем считать невозможным, поскольку получение нового образовательного уровня в подавляющем большинстве случаев требует более одного года обучения. Двойная или тройная миграция возможно, но для нас не так важно кто именно из моделируемых индивидов мигрировал. Главное, чтобы общая динамика по каждому району и половозрастной группе соответствовала демографическим тенденциям.

Более сложная ситуация с рождаемостью. Рождение двух или более детей в течение небольшого промежутка времени является результатом многоплодной

беременности. Ее вероятность может зависеть от множества факторов, главными среди которых являются возраст матери (пик между 35 и 38 годами), многоплодные беременности у родственников, а также степень распространения в регионе репродуктивных технологий (искусственное оплодотворение значительно повышает вероятность многоплодной беременности).

Согласно закону Хеллена [176], до широкого распространения вспомогательных репродуктивных технологий частота рождения двойни, тройни и т.д. подчинялась убывающей геометрической прогрессии $\frac{1}{89}, \frac{1}{89^2}, \frac{1}{89^3}, \dots$ со знаменателем $\frac{1}{89}$. Вероятность рождения двух или более детей можно определить как сумму сходящегося геометрического ряда:

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{89^i} = \frac{1/89}{1 - 1/89} = \frac{1}{88} \approx 0,0114; \quad (2.12)$$

Следовательно, частота рождений двух или более детей составляет по закону Хеллена лишь один случай из 88. В данной модели мы не ставим цели учитывать семейную структуру населения и все родственные связи. Единственной характеристикой родства является число детей у матери. Небольшое число многоплодных беременностей не способно таким серьезным образом повлиять на эту характеристику, чтобы значительно изменить число рождений в модели. Поэтому такие демографические события не могут оказать существенного влияния на демографическую динамику и ими можно пренебречь.

Прогнозирование естественного движения населения. Сопоставим рождаемость женщин городских и сельских поселений по возрастным группам и очередности рождений. К репродуктивному будем относить возраст женщин от 15 до 49 лет. На рис. 2.8 представлены отношения числа рождений к общей численности женщин в соответствующих группах в Республике Коми. Они получены путем усреднения значений за три календарных года.

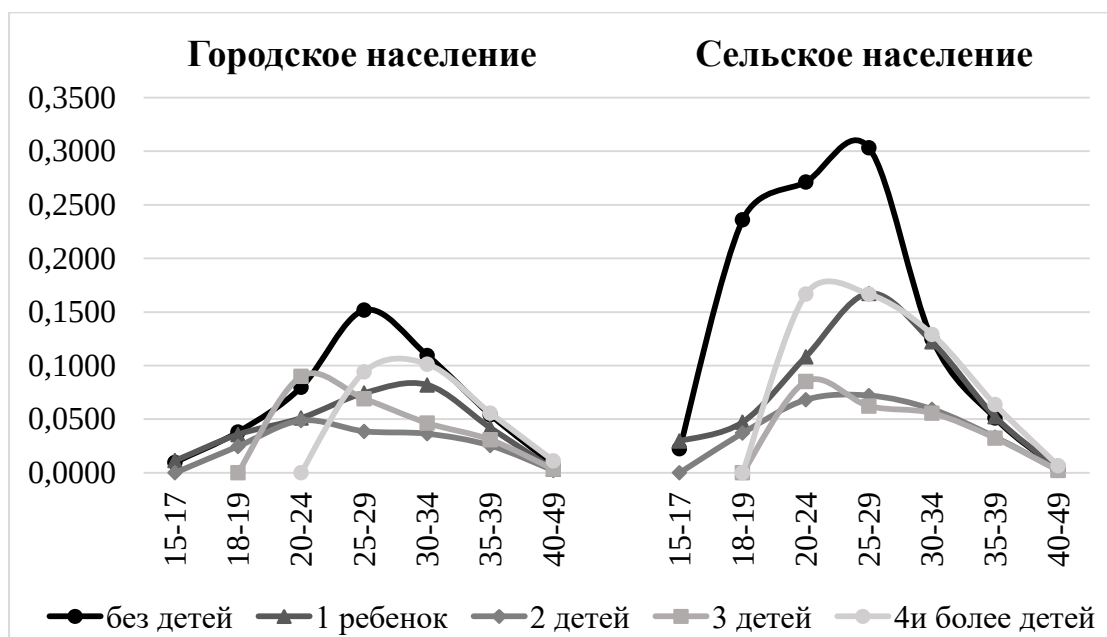


Рисунок 2.8 – Коэффициенты рождаемости по очередности рождений (на примере Республики Коми, 2013-2015 гг.)

Рождаемость различных очередностей существенно различается как по абсолютной величине, так и по возрастной группе, на которую приходится пик рождений. Поэтому для повышения качества прогноза мы включим в модель и очередность. Значения, на основе которых построен этот рисунок, и будут использоваться как годовые вероятности рождений при прогнозировании (Приложение 2).

При моделировании рождаемости и смертности часто используется параметрическая аппроксимация (т.е. поиск функции или семейства функций, которые достаточно точно описывают зависимости вероятностей рождений и смертей от возраста человека). Но даже наиболее удачные модели (например, модель рождаемости на основе гамма-распределения или модель смертности Гомперца-Мэйкхема [158]) редко обеспечивают высокую точность отражения эмпирических данных, особенно в крайних возрастах. Применение их для миграции – еще более сложная задача. Поэтому мы не будем использовать эти методы.

В случае, если событие наступило, в модели создается новый человек, то есть формируется новый набор характеристик. Место проживания (номер района

и тип поселения) ребенок наследует от своей матери. Возраст, уровень образования и число детей нового человека задаются равными нулю.

Пол ребенка определяется случайным образом. В соответствии с результатами глобальных статистических исследований, естественная вероятность рождения мальчика приблизительно равна 0,515. Однако в Европе она несколько сокращается с увеличением географической широты [178]. В Республике Коми показатель числа рожденных мальчиков на одного новорожденного в течение последних десяти лет варьировался от значения 0,504 до 0,516, в среднем составляя 0,511 [16]. Это значение и применяется в модели.

При наступлении события «смерть», напротив, человек удаляется из модели. То есть, его статус изменяется со значения «жив» на значение «мертв». После этого другие события с ним происходить не могут. Набор характеристик, влияющих на вероятность смерти, включает: пол, возраст, и тип поселения. Начальные годовые вероятности смерти также определены на основе усредненных за три года отношений числа смертей к общей численности соответствующих 5-летних групп [19, 20, 21, 38, 39]. Кривые смертности представлены на рисунке 2.9.

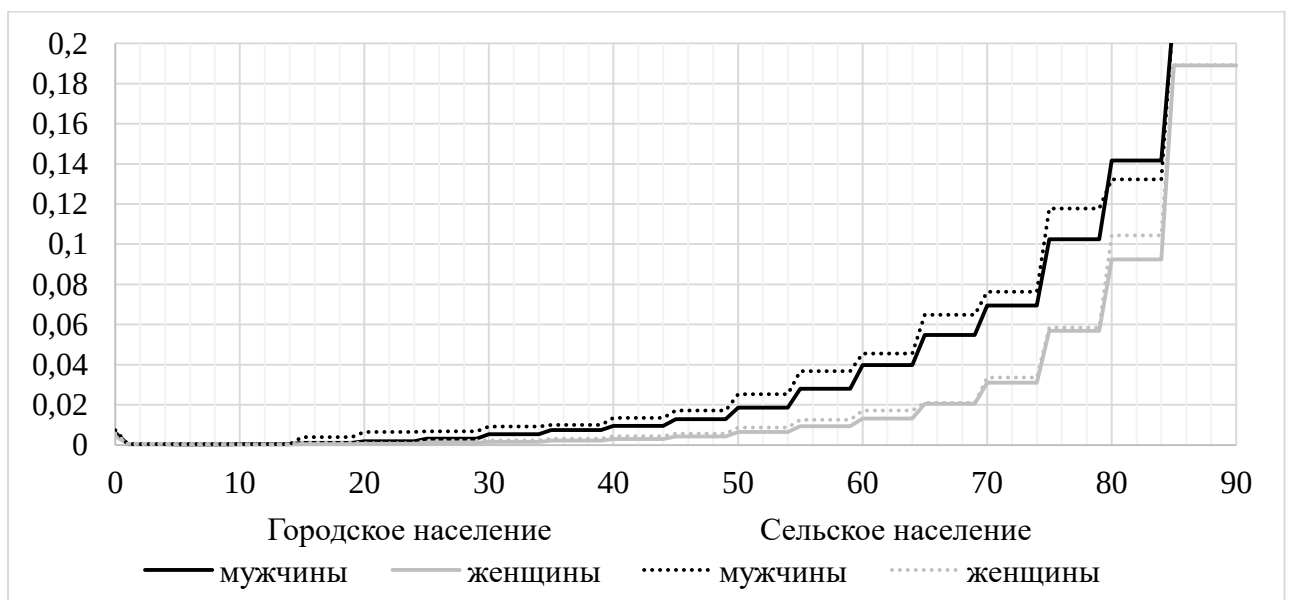


Рисунок 2.9 – Годовые вероятности смертей по полу и типу поселения
(Республика Коми, 2013-2015)

В целом, продолжительность жизни у мужчин ниже, чем у женщин, а в селе меньше, чем в городе. Со смертностью неразрывно связан процесс старения. Старение постепенно повышает вероятность смерти человека на протяжении всей его жизни (за исключением младенческого возраста). Старение – единственной демографическое событие в нашей модели, неизбежно происходящее с каждым живым человеком в течение каждого календарного года. Оно не зависит ни от каких характеристик человека. Можно сказать, что вероятность старения всегда равна единице. Наступление события «старение» приводит к увеличению возраста человека на единицу.

Нельзя не отметить также младенческую смертность. Для точного ее отражения в прогнозе необходимо, чтобы проверка ее наступления осуществлялась уже на первом году жизни. Это обеспечивается тем, что старение всегда происходит последним. Смертность, старение и миграция – единственные события, которые могут происходить с моделируемым человеком до тех пор, пока он не достигнет школьного возраста (тогда к ним добавляется образование). А с наименьшего репродуктивного возраста женщины имеют возможность родить ребенка.

Прогнозирование миграционного движения населения. Миграция – одно из самых сложных для прогнозирования явлений. Процесс моделирования миграционных событий кардинально различается в зависимости от направления. Внутренняя миграция лишь изменяет номер района и/или тип поселения. Прибытие, как и рождаемость, приводит к появлению в модели нового человека, а выбытие – к его удалению. При этом прибытие и выбытие делятся на межрегиональные и международные. У всех перечисленных видов миграции свои вероятности наступления событий.

Вначале осуществляется проверка на внутреннюю и выездную (межрегиональную и международную миграцию). Все три вероятности суммируются и если случайное число не превосходит их, то наступает миграционное событие. Выбор конкретного вида события зависит от того, на долю какой из трех вероятностей суммы пришлось случайное число. Это

стандартная схема дискретно-событийного моделирования наступления одного из нескольких событий. Вероятности выбытия определялись по данным бюллетеней Комистата о миграции [25, 26, 27]. Коэффициенты дифференцируются по району проживания, полу, возрастной группе и уровню образования потенциальных мигрантов. Все полученные вероятности отражены в Приложении 2.

Наиболее значимой характеристикой для мигрантов выступает территория проживания. В зависимости от территории миграционные коэффициенты могут различаться в десятки раз. Поэтому первоначально миграционная вероятность определяется аналогично вероятностям рождения и смерти исходя только из района проживания человека. Затем происходит ее корректировка на половозрастную группу и уровень образования человека. Исходная вероятность дважды умножается на коэффициенты, подобранные таким образом, чтобы в более точно отражать состав мигрантов, но, при этом, почти не влиять на общую миграционную динамику. Коэффициенты вычислялись как отношение вероятностей миграции для каждой группы к средневзвешенной по численности населения вероятности миграции.

Когда наступает событие «внутренняя миграция» происходит изменение номера района мигранта. Новый номер выбирается случайным образом пропорционально эмпирически наблюдаемой внутренней въездной миграции соответствующей социальной группы. То же и с типом поселения. Наступление «выездной миграции» независимо от того, международная она или межрегиональная, приводит к изменению статуса человека на «мигрировал» и удалению его из района.

Затем моделируется иммиграция. Она, как и другие виды миграция, привязана к существующему населению. Этим она напоминает рассматриваемые нами гравитационные методы моделирования. Чем больше численность населения района, тем более он привлекателен для мигрантов. Когда наступает событие «иммиграция», в модель добавляется новый человек, все параметры которого (пол, возраст, число детей и образование) определяются случайным

образом на основе статистических данных прошлых временных периодов. Они также приведены в Приложении 2.

Таким образом, мы рассмотрели последнюю третью причину, по которой в модели могут появиться новые индивиды. Обобщая все вышесказанное, построим таблицу, показывающую каким образом определяются все параметры новых индивидов во всех трех случаях (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Характеристики новых индивидов

Причина создания	Параметр					
	Территория	Город / село	Пол	Возраст	Число детей	Образование
Начальное население	А	А	А	А, В	В	В
Рождение	М	М	В	0	0	0
Иммиграция	С	С	В	В	В	В

Условные обозначения:

А – абсолютные величины из статистических сборников;

В – вероятностные (случайные величины на основе эмпирических данных);

М – ребенок наследует соответствующий параметр матери;

С – мигрант получает то место жительства, где произошло миграционное событие;

0 – задаются равными нулю.

Наступление события «обучение» изменяет в сторону увеличения переменную, которая отвечает за уровень образования человека. Вероятности наступления этого события зависят от пола, возраста, района и текущего образовательного уровня человека. Не все образовательные траектории возможны и не все равновероятны. Каждый образовательный уровень имеет свои специфические черты. Некоторые доступны только на определенных территориях, некоторые – с определенного возраста.

Мы рассмотрели последний вид событий, которые будут применяться в прогнозе и можем построить сводную таблицу, которая отражает взаимосвязи между событиями и характеристиками населения, которые учитываются при определении вероятностей их наступления. В таблице 2.5. плюсами отмечены пересечения таких столбцов-характеристик, которые влияют на строки-события. Минусы означают отсутствие влияния характеристик на вероятности событий.

Таблица 2.5 – Влияние характеристик населения на вероятности событий

		Характеристики населения					
		Территория	Город / село	Пол	Возраст	Число детей	Образование
События	Рождение	–	+	+	+	+	–
	Старение	–	–	–	–	–	–
	Смерть	–	+	+	+	–	–
	Миграция	+	–	+	+	–	+
	Обучение	+	–	+	+	–	+

Таким образом, наиболее значимыми, влияющими на наибольшее число событий, характеристиками населения в модели стали пол и возраст, а наименее значимой – число детей. Среди представленных событий смерть принимает во внимание наименьшее число характеристик людей (три), тогда как остальные события по четыре.

Мы описали алгоритм, принципы и последовательность прогнозирования населения местных сообществ. Однако для построения на основе предложенной в диссертации методики прогнозов территорий различных уровней и масштабов потребовалась разработка модели, которая связывает прогнозы на уровне МС со сценариями демографического развития территорий.

Прогнозирование демографических тенденций. Каждое местное сообщество имеет свою специфику, свою демографическую ситуацию и тенденции демографического развития. Для стратегического планирования

развития территорий необходимо учитывать различные варианты демографического развития местных сообществ, правильно их комбинировать. Кроме того, необходимо одновременно учитывать демографические тенденции и законодательные инициативы, которые распространяются сразу на все исследуемые местные сообщества.

Перечень методов, которые могут использоваться для построения гипотез о демографических тенденциях был приведен в параграфе 2.1, а пример их построения будет представлен в параграфе 3.1. Здесь более подробно рассмотрим, как именно демографические гипотезы реализуются в прогнозе.

Гипотезы будем подразделять с точки зрения их реализации на абсолютные и относительные. Абсолютные гипотезы задаются значениями в абсолютных числах. Они могут применяться в некоторых случаях при прогнозировании миграционного движения населения. Это, например, может быть миграционная гипотеза, в соответствии с которой местное сообщество в определенном году должно пополниться определенным числом мигрантов. Гипотезы о естественном движении населения почти всегда носят относительный характер. Относительные гипотезы изменяют вероятности определенных демографических событий определенных местных сообществ в определенный момент времени на определенную величину. Строится таблица, в которой каждому временному периоду (календарному году) ставится в соответствие значение множителя (или слагаемого), в соответствии с которым будут изменяться вероятности демографических событий. Гипотеза может влиять сразу на несколько, или на все местные сообщества. Так, инфраструктурный инвестиционный проект может оказать влияние сразу на несколько сообществ, в которых он реализуется. Значение вероятности под влиянием одной гипотезы в разные периоды времени изменяется следующим образом:

$$P_k = P_0 g_1 g_2 \cdots g_k = P_0 \cdot \prod_{i=1}^k g_i; \quad (2.13)$$

$$P_k = P_0 + g_1 + g_2 + \dots + g_k = P_0 + \sum_{i=1}^k g_i; \quad (2.14)$$

Где P_0 – начальная вероятность события; P_k – значение вероятности события в момент времени k ; g_k – значение множителя или слагаемого гипотезы, соответствующего этому моменту времени.

Чем больше гипотез влияют на вероятность, тем большее число изменений она претерпит в течении построения прогноза. Так как прогноз носит вероятностный характер, необходимо убедиться, что случайные факторы не вносят существенного влияния в результаты прогноза. Поэтому требуется проведения множества экспериментов, чтобы определить коэффициент вариации целевых значений прогноза. Это следует проделать для различных комбинаций гипотез демографического развития местных сообществ. Если коэффициент не находится в приемлемых границах, то следует изменить масштаб прогноза, уменьшить горизонт, либо укрупнять территории, по которым строится прогноз.

При использовании методов стохастического моделирования важно уделить внимание оценке необходимого числа экспериментов. Чем выше это число, тем ниже погрешность вычислений. Для ее определения использовать оценку математического ожидания и дисперсии целевого показателя по критерию Колмогорова-Смирнова или методом Монте-Карло [41]. Полезно также определить коэффициент вариации целевых показателей.

В данной главе были представлены авторский методический подход и авторская методика построения долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ. Рассмотренное методическое обеспечения прогнозирования населения МС позволяет выполнить следующую последовательность действий по демографическому прогнозированию местного сообщества:

1. Формирование информационной базы прогноза.
2. Реализация прогноза модели на основе предложенной методики.
3. Эксперименты с моделью и анализ результатов.

Методический подход к построению долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ, интегрирует: систему статистических данных о населении, перечень источников информации и методы обработки; методы формулировки гипотез о демографическом развитии местных сообществ на основе статистических данных и стратегических документов. Полученная база позволяет учитывать особенности демографического развития местных сообществ, их образовательную инфраструктуру и влияние инвестиционных проектов на миграционную привлекательность.

Методика построения долгосрочных демографических прогнозов на уровне местных сообществ на основе микроимитационного моделирования включает взаимосвязанные наборы характеристик населения и демографических событий, алгоритм и принципы прогнозирования демографических событий и тенденций. Методику отличает многоуровневая структура, которая совмещает преимущества микро- и макропрогнозов, позволяя добиться высокой степени детализации прогноза, более точно прогнозировать замещение поколений при помощи алгоритмического моделирования демографического поведения на индивидуальном уровне, учитывать качественный состав населения местного сообщества. Пример анализа результатов прогнозирования будет представлен в следующей главе.

Предложенный инструментарий прогнозирования может применяться почти для любой территории, даже относительно небольшой, независимо от ее структуры и особенностей демографической ситуации. По требованию к памяти вычислительной системы прогноз близок к традиционным методам, но несколько уступает им в быstroдействии. При этом обладает высокой детализацией и возможностью описывать демографическое поведение алгоритмически. Последнее свойство позволяет частично компенсировать нехватку статистических данных на местном уровне. Кроме того, модель прогнозирует образовательную структуру населения, что дает возможность анализировать качество будущего населения местного сообщества.

ГЛАВА 3. ПОСТРОЕНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

3.1. Характеристика демографических тенденций в Республике Коми

Апробацию предложенного методического инструментария произведем на примере долгосрочного демографического прогноза Республики Коми и ее муниципальных образований. «Статус Республики Коми - государство в составе Российской Федерации – определяется Конституцией Республики Коми и Конституцией Российской Федерации... Столицей Республики Коми является город Сыктывкар» [2]. В Республике Коми насчитывается двадцать городских округов и муниципальных районов. При этом в восьми из них расположены только сельские населенные пункты, а в остальных население смешанное (рисунок 3.1).

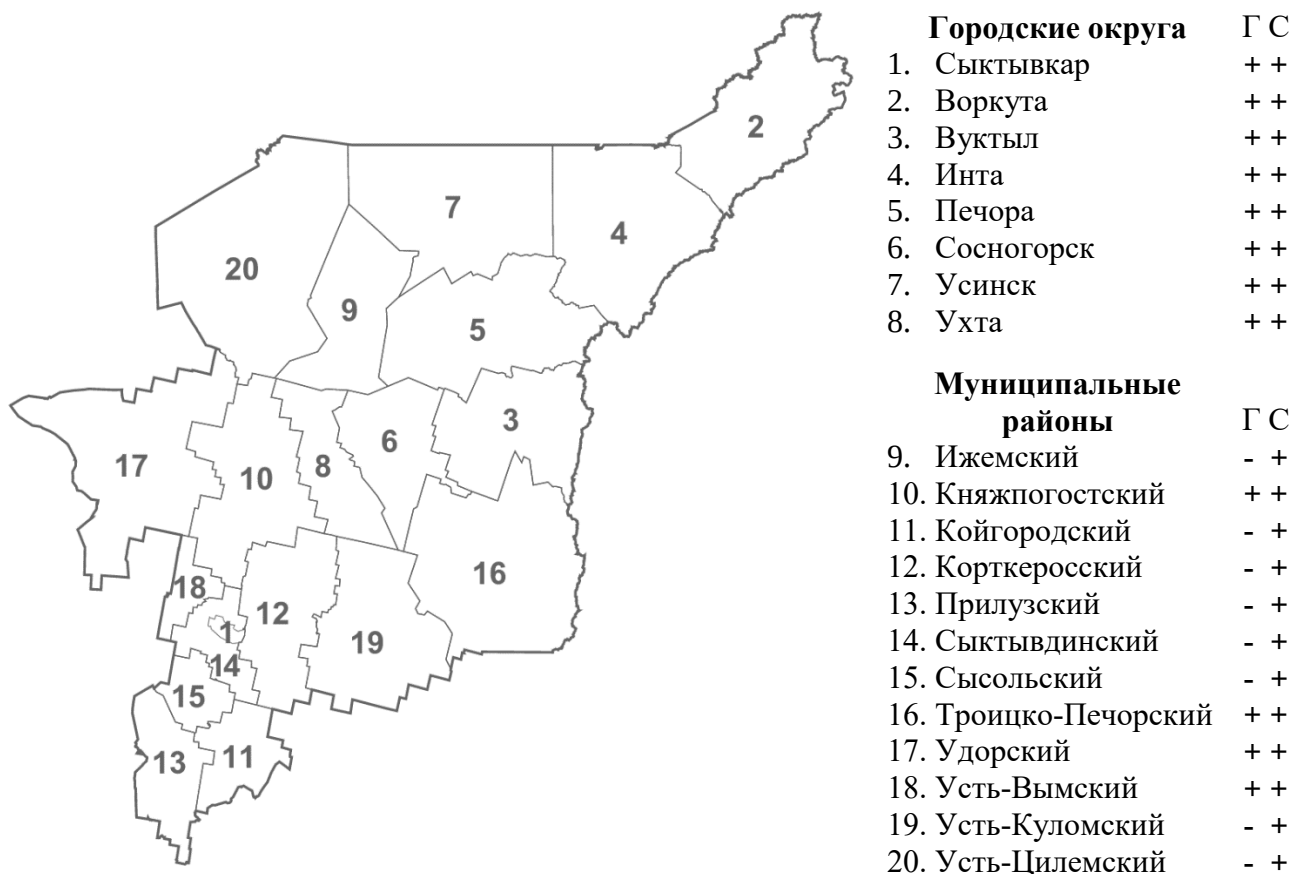


Рисунок 3.1 – Административно-территориальное деление Республики Коми

Схематично пространство прогноза можно представить в виде двумерной решетки размером 20x2, где первое измерение отражает порядковый номер города или района, а второе – тип поселения (городское или сельское). Каждому

моделируемому индивиду соответствуют две координаты его пространственного размещения в этой решетке. Среднее население ячейки решетки на начало 2016 г. составляло 21421 чел., максимальное – 258373 (городское население г. Сыктывкар), минимальное из ненулевых – 475 (сельское население г. Воркута). В Республике Коми, как и в большинстве регионов РФ с большой территорией, наблюдается тенденция к концентрации населения в крупных населенных пунктах [54].

Поселки городского типа республики невелики по размерам и обязаны своему образованию лесной, угольной и нефтегазовой отраслям промышленности [142]. В регионе лишь Сыктывкар можно отнести к большим городам (более 100 тыс. человек). К средним (от 50 до 100 тыс. человек) относятся Воркута и Ухта. Городской округ Воркута входит в состав Арктической зоны РФ, которая характеризуется существенным миграционным оттоком населения [130]. Воркута и северная часть республики имеют избыточное по сравнению с потребностями рынка труда население, особенно в старших возрастных группах [143], что может привести к дальнейшему миграционному оттоку. Тенденция к сокращению населения за счет выбытия является всеобщей для северных территорий [156].

Данные по исходному населению Республики Коми, которые были использованы в прогнозе, приведены в приложении 1. Это половозрастной состав и территориальное размещение населения на начало 2016 г., а также образовательный состав и распределение матерей по числу рожденных ими детей на момент проведения микропереписи населения (конец 2015 г.). Начальным моментом прогноза выбрано начало 2016 г., так как эта временная точка позволяет использовать итоги микропереписи ввиду небольшой разницы во времени.

Информационная база прогноза по начальным вероятностям демографических событий содержится в приложении 2. Значения получены в соответствии с разработанным методическим подходом усреднением данных за 2013-2015 гг.

Существуют целевые значения демографических показателей, на достижение которых направлена социально-экономическая политика государства и республики. Цели, задачи и основные направления демографической политики РФ зафиксированы в «Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» [5]. Целевые значения показателей смертности и рождаемости в РФ отражены в указе «О мерах по реализации демографической политики Российской Федерации» [4]. Согласно указу, в 2018 году суммарный коэффициент рождаемости должен составить не менее 1,753, а ожидаемая продолжительность жизни должна достигнуть 74 лет. Реализуется стратегия социально-экономического развития Республики Коми на период до 2020 года [3]. Разрабатывается стратегия до 2030 года, в которую заложены целевые демографические показатели (численность населения 756,3 тыс. чел., ожидаемая продолжительность жизни 75,2 лет, общий коэффициент рождаемости 13,1 на 1000 человек населения в базовом сценарии до 2030 года).

Миграционные коэффициенты на протяжении последнего десятилетия также претерпевали существенные изменения. Рассмотрим их динамику по миграционным направлениям (таблица 3.1) [22-27].

Таблица 3.1 – Число мигрантов на 10 тыс. человек населения по видам миграции в 2005-2015 гг.

Год	Внутри региона	Между регионами		Международная	
		Прибывшие	Выбывшие	Прибывшие	Выбывшие
2005	97,6	54,3	122,5	4,6	10,7
2006	101,9	53,4	132,6	7,7	9,1
2007	103,1	53,1	125,9	20,6	7,9
2008	97,1	44,1	145,4	9,9	6,2
2009	101,5	40,2	120,7	8,7	4,8
2010	109,0	41,3	137,8	6,4	4,5
2011	183,2	82,3	208,4	19,3	4,7
2012	191,2	115,0	244,1	17,1	9,2
2013	193,3	126,2	256,8	19,8	8,8
2014	211,0	146,0	256,3	20,6	16,9
2015	209,9	146,7	256,5	24,4	15,7

На протяжении всего периода наблюдается увеличение миграционных потоков внутри региона на фоне непрерывного сокращения общей численности населения с 88,6 до 209,9 миграций на 10 тыс. чел. населения (рост в 2,2 раза). Межрегиональная миграция выросла в 2,4 раза для прибывших и в 2,3 – для выбывших. Коэффициенты международной миграции не возрастали непрерывно, а изменялись в обоих направлениях. Такие значительные изменения не могут объясняться одним лишь изменением половозрастного состава населения. Эволюция миграционных установок вызвана социальными и экономическими факторами. В последние годы внутренняя миграция перестала способствовать увеличению городского населения республики [144]. Она лишь позволяет замедлить общий отток населения городских округов. Не смотря на разнообразие регионов России, на всей ее территории действуют общие закономерности возрастной специфики миграционных процессов [63].

Тенденции естественного движения населения. Северо-Западный федеральный округ РФ, в котором расположена Республика Коми, характеризуется относительно низкими показателями рождаемости и высокими показателями смертности [98]. Республика Коми входит в число субъектов РФ, в которых прирост суммарного коэффициента рождаемости по третьим и последующим рождениям под влиянием материального капитала относительно высок (0,059) [43].

Траектории изменения трендов Республики Коми близки к общероссийским. Ожидаемая продолжительность жизни в России на протяжении последних лет превосходила республиканскую на 0,9-6,4%. В среднем разница составляла 3,31%. Мужская смертность существенно превышает женскую, причины чего кроются как в условиях труда, так и в различном самосохранительном поведении [145]. Достигнуть уровня 1991 г. удалось лишь в 2011 г. женщинам и в 2013 г. мужчинам. Превышение уровня смертности в 1992-2001 гг. по сравнению с 1991 г. «более чем на 2/3 обусловлено приростом половозрастной интенсивности смертности, являющимся следствием ухудшения условий жизни населения в результате

социально-экономического кризиса» [109]. Сегодняшнее снижение уровней смертности является устойчивым, т.к. наблюдается уже 10 лет и его уже нельзя трактовать как непродолжительное снижение компенсаторного типа после ряда лет сверхсмертности населения [108].

Для суммарного коэффициента рождаемости, напротив, региональный показатель на протяжении последних лет превосходит общероссийский (в среднем на 4,42%). Республика Коми занимает 28 место среди субъектов РФ по уровню рождаемости [140]. «Рост рождаемости отчасти связан с тем, что в фертильный возраст стали вступать более многочисленные поколения женщин, родившихся в 1980-е гг., отчасти — с повышением интенсивности рождаемости после введения новых мер поддержки семей с детьми» [141]. В то же время, эффект от политики стимулирования демографического роста в данный момент носит явно затухающий характер [121]. Поэтому не стоит ожидать чрезмерно высокого роста уровней рождаемости. Это будет учитываться при прогнозировании.

При формулировке гипотез о рождаемости и смертности ограничимся определением нескольких сценариев изменения суммарного коэффициента рождаемости и ожидаемой продолжительности жизни при рождении для мужчин и женщин. Ожидаемая продолжительность жизни характеризует среднее число рождений у одной женщины за всю ее жизнь при неизменных уровнях рождаемости в каждом возрасте и независимо от смертности. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении отражает среднее число лет предстоящей жизни новорожденного при условии сохранения возрастных коэффициентов смертности на существующем уровне. Эти показатели хороши тем, что совмещают в себе коэффициенты рождаемости и смертности для всех возрастов.

Наиболее широко известные оценки изменения этих показателей для всех стран мира разработаны Департаментом народонаселения ООН и содержатся в World Population Prospects [214]. Они определены с применением комбинированной методологии, включающей экспертное оценивание и

экстраполяцию временных рядов [215]. Оценки суммарной рождаемости даны для 5-летних интервалов до 2100 г. включительно в трех вариантах: «высоком», «среднем» и «низком», а ожидаемой продолжительности жизни при рождении также для 5-летних интервалов, но с разбиением по полу. Таблица 3.2. содержит прогнозные значения данных показателей до 2055 г.

Таблица 3.2 – Прогноз Департамента народонаселения ООН для России

Показатель	Вариант	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2030-2035	2035-2040	2040-2045	2045-2050	2050-2055
Суммарный коэффициент рождаемости	Высокий	1,66	1,97	2,16	2,29	2,32	2,34	2,35	2,37	2,38
	Средний	1,66	1,72	1,76	1,79	1,82	1,84	1,85	1,87	1,88
	Низкий	1,66	1,47	1,36	1,29	1,32	1,34	1,35	1,37	1,38
Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет	Мужчины	64,15	64,74	65,40	66,05	66,70	67,41	68,13	68,81	69,59
	Женщины	75,55	76,08	76,62	77,11	77,59	78,06	78,54	79,00	79,47

Возможные сценарии изменения показателей рождаемости и смертности населения регионов России разрабатывались также по заказу Росстата в рамках конкурса «Методологические рекомендации по разработке сценариев демографического развития Российской Федерации и ее субъектов на долгосрочный период для расчета перспективной численности и возрастно-полового состава населения», Институтом демографии Высшей школы экономики под руководством А.Г.Вишневого. Прогнозные оценки по регионам разработаны до 2030 г., а сам прогноз выполнен в трех вариантах: «низкий», «средний» и «высокий» [96]. Кроме того, оценки изменения ожидаемой продолжительности жизни при рождении содержатся в проекте стратегии социально-экономического развития Республики Коми, подготовленном Министерством экономики Республики Коми (значения за 2020, 2025, 2030 гг.). Для их сравнения построим график (рисунок 3.2.) [14-18, 147].



Рисунок 3.2 – Ожидаемая продолжительность жизни при рождении в
Республики Коми (динамика и прогнозы), лет

График показывает, что до 2020 года прогноз Росстата превосходит прогноз Минэкономки, а затем наблюдается противоположная картина. В 2015 г. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении в Республике Коми составила 63,3 года у мужчин и 75,7 у женщин. В качестве оптимистичного сценария мы возьмем сценарий, соответствующий прогнозу Минэкономки РК, в качестве консервативного – сценарий Росстата. Значения базового сценария будут определены как среднее арифметическое между оптимистичным и пессимистичным сценариями (приложение 3, таблица 3.2).

Динамика суммарного коэффициента рождаемости и прогнозные значения Росстата представлены на рисунке 3.3. В качестве консервативного варианта прогноза будем использовать сохранение уровня рождаемости на существующем уровне (2,00). Базовый сценарий совпадает со сценарием Росстата и подразумевает увеличение коэффициента до (2,10), а оптимистичный – до 2,20 (приложение 3, таблица 3.1). Полученные оценки, как и любые другие известные

методы, не позволяют точно предугадать результаты долгосрочных демографических изменений. Однако они послужат хорошим их приближением при исследовании возможных сценариев развития населения региона, его состава и существенных характеристик.

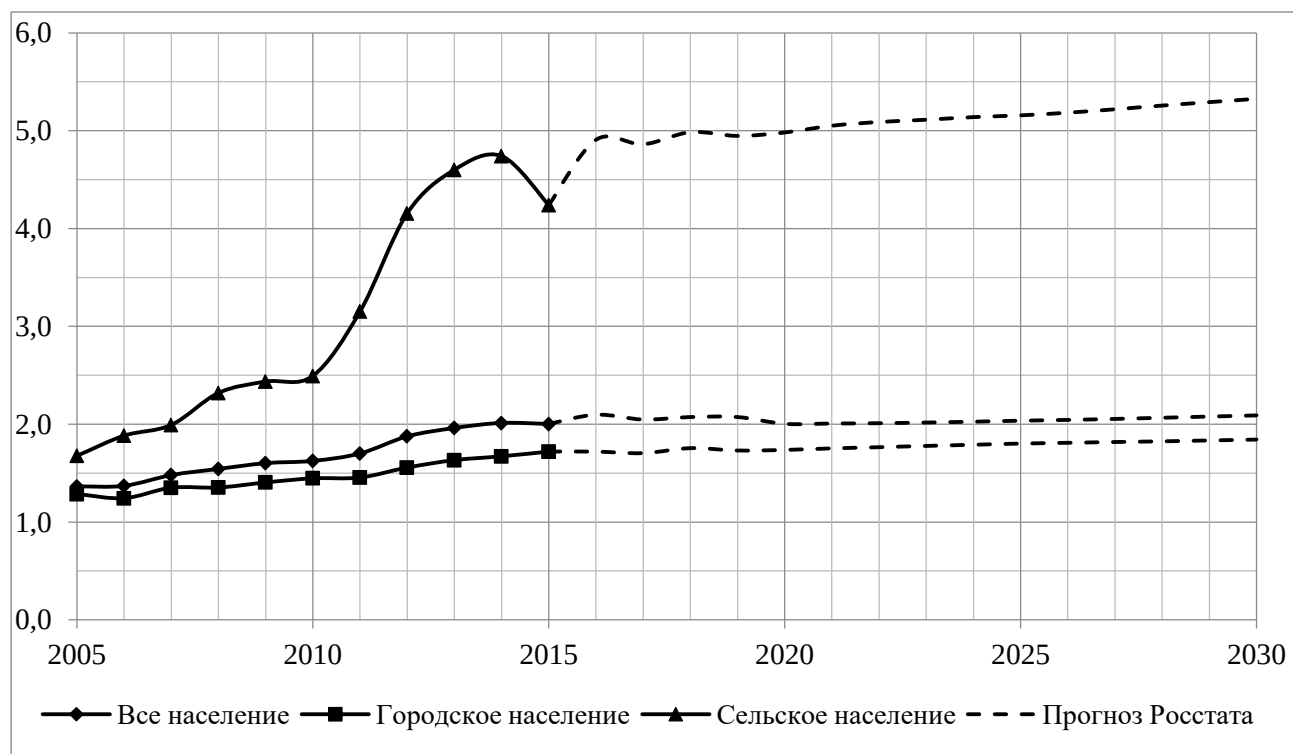


Рисунок 3.3 – Суммарный коэффициент рождаемости в Республике Коми (динамика и прогнозы)

Тенденции миграционного движения населения. Поскольку миграционные потоки – наиболее непредсказуемый компонент нашей модели, то консервативный вариант прогноза мы будем рассчитывать при принятии гипотезы об инерционном миграционном поведении, т.е. при сохранении существовавших в 2013-2015 гг. миграционных установок населения различных половозрастных и образовательных групп. Это не значит, что величина этих потоков будет неизменной, так как непрерывно изменяются состав населения и его пространственное размещение.

Другие два варианта прогноза будут основаны на предположении, что реализуемые на территориях местных сообществ инвестиционные проекты могут улучшить их миграционную привлекательность. Для учета влияния

проектов в соответствии с предложенным методическим подходом был получен перечень инвестиционных проектов в таких сферах, как транспорт, инфраструктура, социальные объекты, туризм, добыча полезных ископаемых, лесная промышленность, сельское хозяйство. Всего на основании документов регионального и муниципального стратегического планирования были отобраны 60 инвестиционных проектов, для каждого из которых определены предполагаемая дата начала и окончания реализации, а также стоимость. Перечень проектов представлен в таблице 3.3.1 приложения 3.

Были определены местные сообщества, на территориях которых реализуется каждый из проектов. В некоторых случаях это 2-4 местных сообщества. Для каждой сферы и каждого проекта были даны оценки силы их воздействия на миграционную привлекательность по 5-балльной шкале. Затем получено и нормировано по 10-балльной шкале среднее геометрическое значение этих оценок. Итоговая таблица воздействия инвестиционных проектов на миграцию представлена в таблице 3.3.2 приложения 3. Следующая таблица (3.3.3) содержит вероятность реализации инвестиционных проектов и значения для перевода силы воздействия в изменения интенсивностей миграционных потоков местных сообществ. Предполагается, что каждый балл из перечня проектов увеличивает входящие миграционные потоки и уменьшает исходящие на 0,3% в реалистичном сценарии и на 0,5% в оптимистичном сценарии.

Образовательный состав населения. Рассмотрим население республики с точки зрения образовательного потенциала. Опробуем предложенную методику (т.е. формулы 2.9-2.10 и схему уровней образования) для оценки образовательного потенциала взрослого населения Республики Коми по данным переписи населения 2010 г. [40, 33]. В целом по региону ОП составил 8769,9 млн. человеко-лет, а ОУ – 12.2 года. На рисунке 3.4 изображена дифференциация между городским и сельским населением, а также между мужчинами и женщинами.

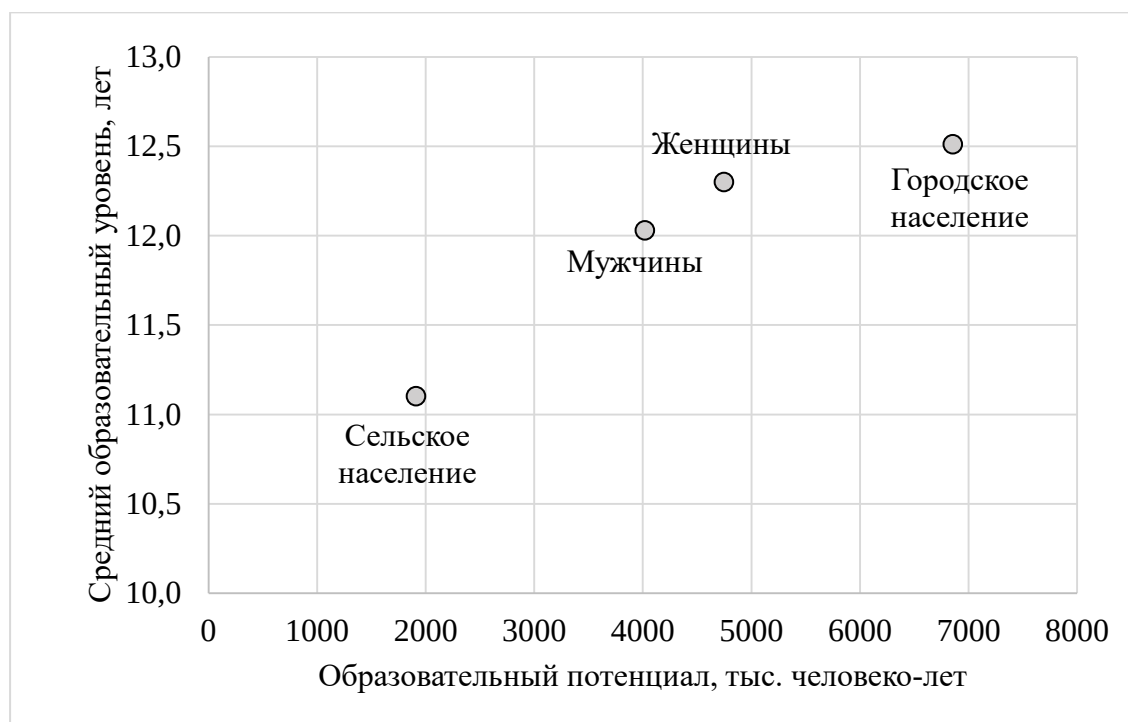


Рисунок 3.4 – Образовательный уровень населения Республики Коми

Городское население более чем втрое превосходит сельское по ОП (6856,3 против 1913,6), а также существенно превышает по ОУ (12,5 против 11,1). Таким образом, доля образовательного потенциала, содержащегося в городах составляет 78,2%. Причем на Сыктывкар приходится 29,4%, на Ухту – 14,0%, на Воркуту – 9,7%. Для сравнения, на Ижемский район приходится лишь 0,9%, на Усть-Цилемский – 1,3%. Т.е. наблюдается высокая концентрация ОП в нескольких наиболее крупных городских округах. Гендерное распределение значительно более равномерно. На женщин приходится 54,2% суммарного ОП. В среднем, женское население (12,3 лет) Республики Коми также более образовано, чем мужское (12,0 лет). Отметим, что 0,5% населения региона на момент переписи не имели даже начального общего образования, а почти половина из них были неграмотными.

Проанализируем половозрастное распределение ОП региона, представленное на рисунке 3.5.

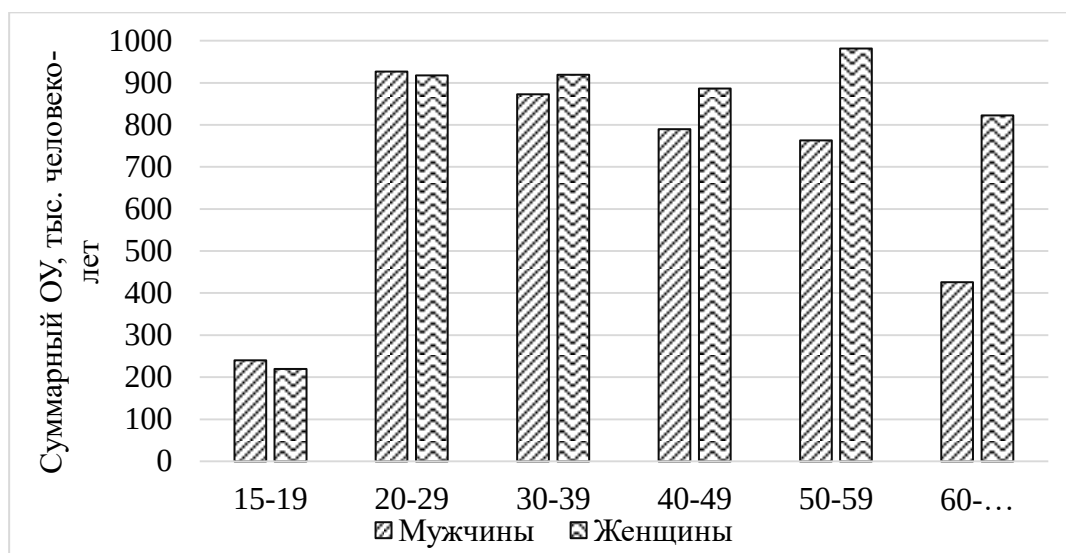


Рисунок 3.5 – ОП населения РК по полу и возрастным группам

Первая возрастная группа лишь пятилетняя, но ее ОП в четыре раза меньше, чем в последующих десятилетних. Это можно объяснить тем, что ее представители еще не успели в полной мере получить образование в силу их возраста. Образовательный потенциал всех остальных возрастных групп среди женщин различается в пределах 20% и составляет от 822,5 (60 лет и более) до 981,7 (50-59 лет) человеко-лет.

ОП мужского населения имеет заметный убывающий с возрастом тренд и резко снижается, начиная с 60 лет. Гендерные диспропорции вызваны чрезмерной мужской смертностью, которая выступает одной из главных причин неполной реализации образовательного и интеллектуального потенциала региона. Интересно также отметить, что в группах возрастом до 30 лет суммарный ОУ у мужчин превосходит женский. Затем наблюдается прямо противоположная картина.

Люди без образования имеют возможность получить только начальное образование. Подавляющее большинство представителей этой образовательной группы – дети. В 2010 г. всего 4274 человека (1726 мужчин и 2548 женщин) старше 14 лет в Республике Коми не имели начального образования [33]. Причем 1599 из них имели возраст 70 лет и более. Сегодня подавляющее большинство детей школьного возраста получают начальное образование. В 2013/2014 учебном году лишь 37 детей и подростков никогда не учились (кроме

не подлежащих обучению по состоянию здоровья) либо выбыли из учреждений, реализующих программы общего образования, и не продолжили обучение [35].

Основное общее образование также получают почти все школьники с начальным образованием, но уже полное общее – около 59,3% жителей Республики Коми в 2011-2014 гг. в возрасте 17-18 лет. Среднее (полное) общее образование доступно только получившим основное общее на базе 9-ти классов. Основное образование можно получить во всех районах республики, а вероятности перехода на следующий образовательный уровень, заложенные в модель, соответствуют статистическим данным.

Учреждения профессионального образования есть уже не во всех районах. На 2015 г. учреждения НПО отсутствовали в 6 районах, СПО – в 7 районах, ВПО – в 16 из 20 районов (таблица 2.4 приложения 2). Численность учащихся на 10 000 чел. населения также существенно различается территориально [10-13].

Треть учреждений НПО, и более 40% СПО сосредоточены в Сыктывкаре. Здесь же расположены более половины государственных вузов региона. Жители большинства районов для получения высшего образования (очной формы обучения) вынуждены мигрировать в Ухту, Сыктывкар или за пределы Республики Коми. При моделировании мы будем учитывать территориальное размещение учебных заведений. Не менее важно учесть и половозрастной состав учащихся. На рисунке 3.6 оно представлено для средних специальных и высших учебных заведений в 2012 г.

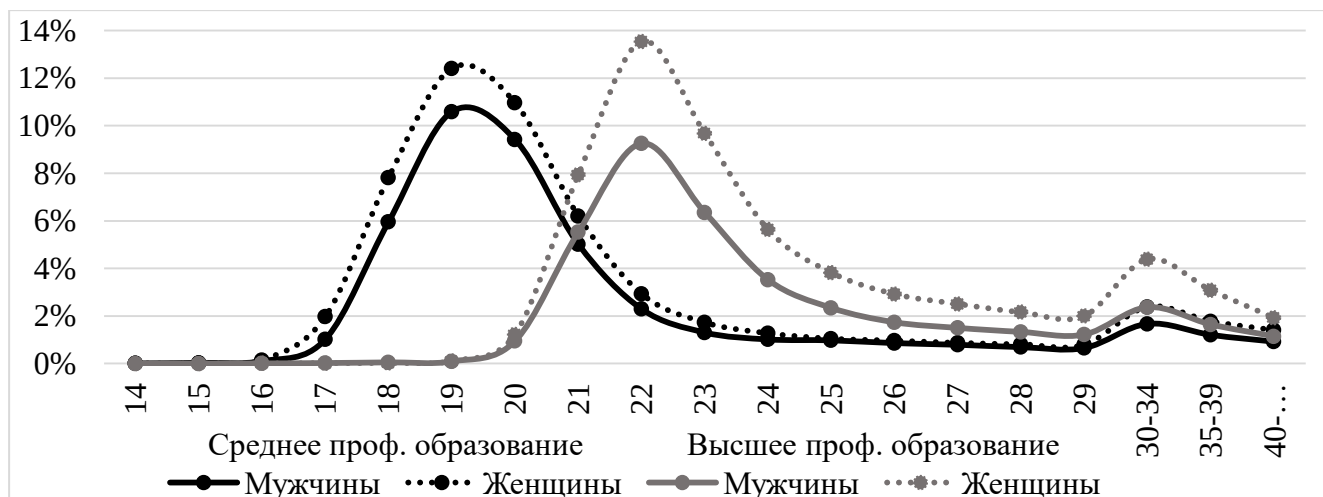


Рисунок 3.6 – Половозрастное распределение студентов СПО и ВПО [29, 30]

Пик возрастного распределения студентов в учреждениях СПО приходится на 19 лет, ВПО – на 22 года. Более 80% студентов СПО имеют возраст от 17 до 24 лет, ВПО – от 21 до 29 лет. Поэтому даже высшие ступени образования оказывают влияние преимущество на молодежь. Выпуск из аспирантуры в Республике Коми в течение 2011-2015 гг. варьировался от 62 до 86 чел. со средним значением равным 81. Следовательно, в нашей модели подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре окажет очень незначительное воздействие на суммарный образовательный потенциал населения региона.

Образовательные тенденции. Гипотезы и тенденции, связанные с образованием населения, будем рассматривать по уровням (ступеням) обучения. Нет причин полагать, что в ближайшем будущем существенно изменятся процессы, связанные с охватом населения начальным или основным общим образованием. Доля выпускников девятых классов, которые продолжают обучение в 10-11 классах тоже стабильна на протяжении последних лет. Поэтому мы не будем закладывать в модель никаких гипотез об изменении образовательного поведения населения, связанных с общим образованием.

Ситуация в профессиональном образовании гораздо более изменчива. На рисунке 3.7 показана динамика числа студентов в учреждениях профессионального образования различных уровней (начальное, среднее и высшее) на 1000 человек [31]. населения в регионе в тех возрастных группах, которые включают более 80% всех студентов (от 15 до 29 лет).

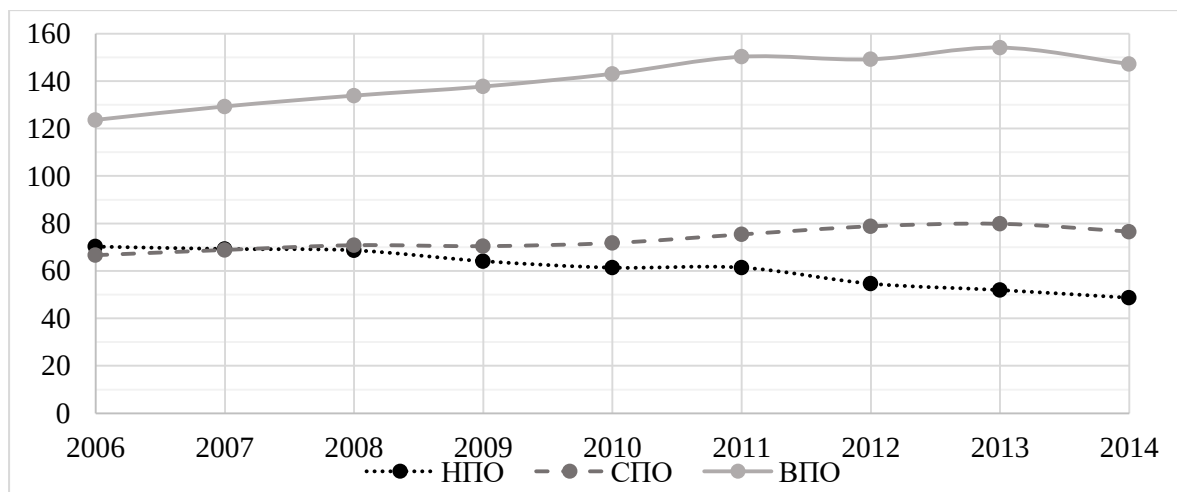


Рисунок 3.7 – Число студентов на 1000 чел. населения в возрасте 15-29 лет

Число учащихся учреждений НПО сокращалось на протяжении почти всего периода с 70,3 до 48,7. Учреждения СПО же до последнего времени, напротив, увеличивали прием. с 66,6 до 79,8, но в 2014 г. произошло падение до 76,6. Начиная с 2013 г., НПО вошло в структуру СПО. Это замещение можно наблюдать на графике. Поэтому, уместно рассматривать сумму числа студентов этих уровней. С 2011 г. по 2014 г. наблюдалось сокращение числа студентов со 136,7 до 125,2 на 1000 чел. населения.

Высшее образование Республики Коми же демонстрируют уверенный рост (со 123,6 до 147,2 за 12 лет). Небольшой спад наблюдался лишь в 2014 г. В ближайшие годы на динамику числа студентов значительное влияние может оказать широкое внедрение программ прикладного бакалавриата. «Идея прикладного бакалавриата ... заключается в том, чтобы готовить квалифицированных исполнителей по программам высшего профессионального образования, поскольку траектория начального и даже среднего профессионального образования давно считается тупиковой, родители не хотят отдавать детей в ПТУ и техникумы» [111].

По замыслу авторов идеи, к 2018 г. не менее трети бакалавров должны осваивать именно программы прикладного бакалавриата. Таким образом, будет осуществляться дальнейшее замещение среднего профессионального образования высшим. В Республике Коми уже ведется набор по множеству направлений прикладного бакалавриата. Только в Сыктывкарском государственном университете в 2014 г. было открыто восемь таких направлений, в Сыктывкарском лесном институте и Ухтинском государственном техническом университете – по два направления.

Рассматривая изменения в системе высшего образования, нельзя обойти стороной негосударственные учебные заведения. Их доля в общем числе студентов и выпускников ВПО представлена на рисунке 3.8 [34, 35].

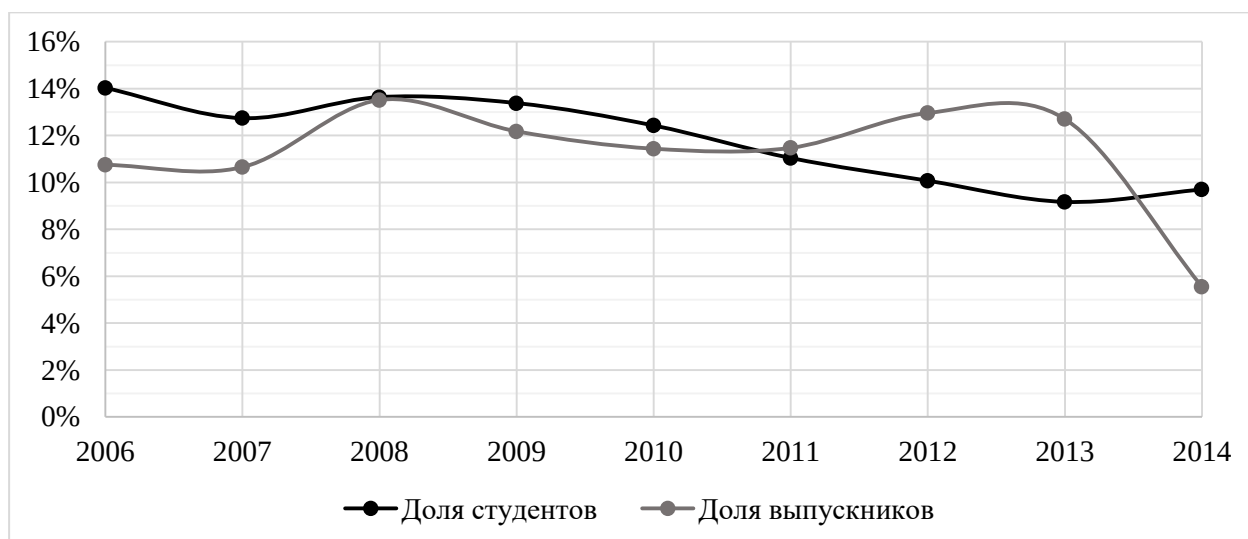


Рисунок 3.8 – Доля негосударственных учреждений ВПО.

Вес негосударственных учебных заведений в высшем профессиональном образовании сокращается. В 2014 г. наблюдалось резкое падение доли выпускников негосударственных вузов (более чем в два раза). Оно явилось как результатом целенаправленных действий правительства (лишение лицензий и права на прием студентов) по сокращению негосударственных вузов, значительная часть из которых не нацелена на предоставление образовательных услуг высокого качества, так и изменения самого отношения абитуриентов и их родителей к выбору учебных заведений.

Эта тенденция носит позитивный характер, так как свидетельствует о повышении ответственности абитуриентов и востребованности качественного образования. На 2012 г. в регионе оставалось шесть негосударственных вузов и филиалов. Вероятнее всего, в Республике Коми продолжится сокращение доли негосударственного высшего образования. Не последнюю роль здесь сыграет и демографический спад. Другая образовательная тенденция последних лет, а именно сокращение числа филиалов государственных вузов, может привести к тому, что в Усинске и Воркуте не останется высших учебных заведений. Однако мы не будем закладывать эту гипотезу в прогноз.

В результате Болонского процесса, к которому Россия присоединилась в 2003 г., происходит унификация образовательных систем стран Европы, в том числе уровней образования. Она предусматривает переход от одноуровневой

системы высшего образования (специалитет) к двухуровневой (бакалавриат и магистратура). Первые два пункта Болонской декларации звучат следующим образом: «1. Принятие системы легко понимаемых и сопоставимых степеней ... для обеспечения возможности трудоустройства европейских граждан и повышения международной конкурентоспособности европейской системы высшего образования. 2. Принятие системы, основанной, по существу, на двух основных циклах – достепенного (undergraduate) и послестепенного (graduate). Доступ ко второму циклу будет требовать успешного завершения первого цикла обучения продолжительностью не менее трех лет. Степень, присуждаемая после первого цикла, должна быть востребованной на европейском рынке труда как квалификация соответствующего уровня. Второй цикл должен вести к получению степени магистра и/или степени доктора, как это принято во многих европейских странах.» [48]. Рассмотрим распределение выпускников вузов по видам полученных ими дипломов [35] (рисунок 3.9).

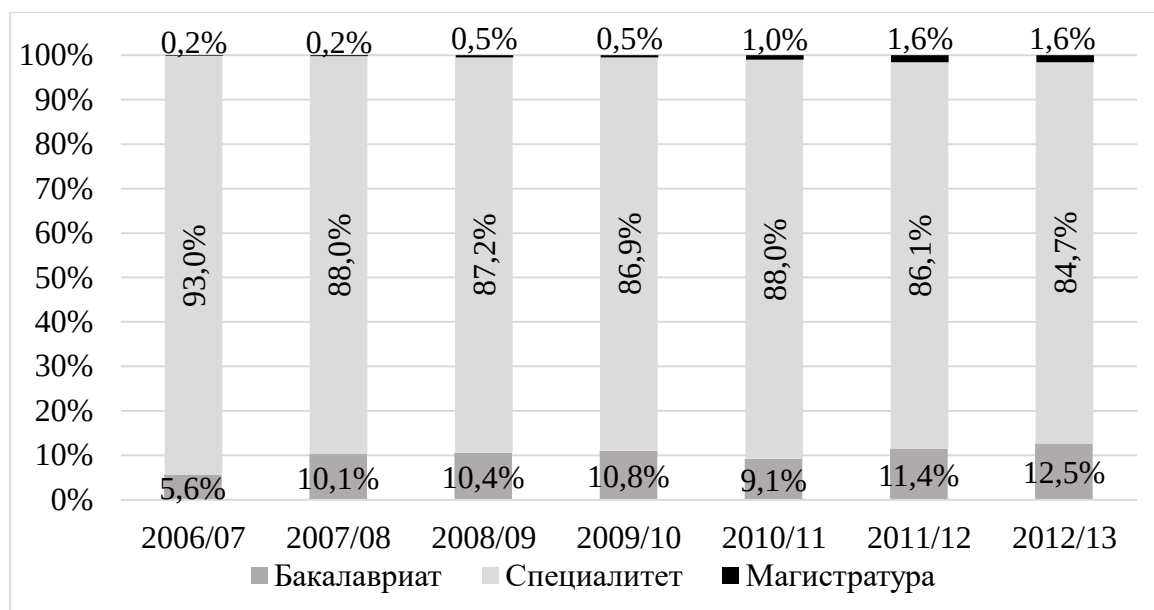


Рисунок 3.9 – Выпускники вузов Республики Коми по видам дипломов.

Значения полученных образовательных гипотез представлены в таблицах 3.4.1-3.4.3 приложения 3.

В итоге, после рассмотрения существующих демографических и образовательных тенденций Республики Коми, для построения прогноза был выбран следующий набор гипотез.

Демография:

1. Повышение ожидаемой продолжительности жизни мужчин и женщин (3 сценария).
2. Постепенное увеличение суммарного коэффициента рождаемости (3 сценария).
3. Изменение миграционной привлекательности местных сообществ под влиянием реализуемых инвестиционных проектов (2 сценария) и инерционный миграционный сценарий.

Образование:

4. Постепенный переход на двухуровневую систему высшего профессионального образования.
5. Сокращение доли негосударственных высших учебных заведений в структуре высшего образования.
6. Замещение среднего специального уровня образования прикладным бакалавриатом.

Республика Коми во многих отношениях является характерным регионом Севера России. В ней на протяжении последних десятилетий наблюдалась существенная депопуляция, преимущественно миграционного характера, которая привела к сокращению ее человеческого потенциала. Демографический прогноз позволит оценить возможные перспективы демографического развития региона. Завершив описание демографической и образовательной ситуации в Республике Коми, перейдем к рассмотрению результатов прогнозирования.

3.2. Демографический прогноз на уровне местных сообществ

Эксперименты с разработанной моделью позволили спрогнозировать демографическое развитие всех городов и районов Республики Коми до 2030 г. Прогноз изменения общей численности населения районов Республики Коми представлен в таблице 3.3.

Среди двадцати городских округов и муниципальных районов лишь в двух ожидается рост населения – это г. Сыктывкар и Сыктывдинский район. Население столицы республики будет возрастать, достигнув максимума в 2030 г. – 266,7 тыс. человек. Росту населения столицы вплоть до 2030 г. будет способствовать высокая внутренняя миграция, а в последующие годы здесь ожидается небольшое сокращение численности населения. Прирост населения в Сыктывдинском районе объясняется удобным географическим положением – близостью к столице.

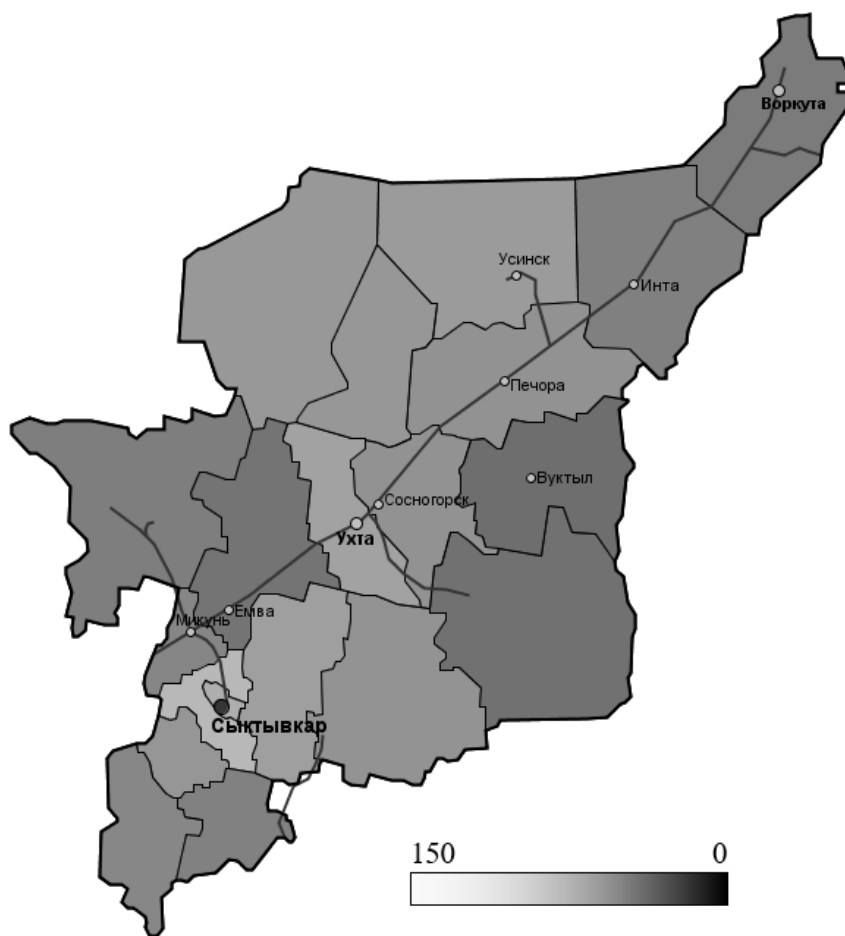
Таблица 3.3 – Прогноз численности населения Республики Коми по городам и районам на период до 2030 гг., человек

Города и районы	Общая численность населения, человек				Прирост/убыль 2030 к 2016, %
	2016 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	
Республика Коми	856540	831894	804034	778964	-10,0
Сыктывкар	259406	262349	265210	266631	2,8
Воркута	81442	73976	66212	59244	-27,3
Вуктыл	12348	10826	9286	7915	-35,9
Инта	29732	27322	24440	22115	-25,6
Печора	52883	50455	47810	45243	-14,4
Сосногорск	44255	42561	40305	38184	-13,7
Усинск	44799	43516	42169	40453	-9,7
Ухта	119763	117688	115288	112749	-5,9
<i>районы</i>					
Ижемский	17557	16974	16269	15592	-11,2
Княжпогостский	19925	17743	15463	13524	-32,1
Койгородский	7630	7191	6663	6162	-19,2
Корткеросский	18814	18476	18081	17486	-7,1
Прилузский	18179	16874	15389	14071	-22,6
Сыктывдинский	24111	25350	25941	26217	8,7
Сысольский	13165	12896	12480	12009	-8,8
Троицко-Печорский	11724	10466	9181	8079	-31,1
Удорский	18104	16697	15127	13929	-23,1
Усть-Вымский	26530	24992	23247	21655	-18,4
Усть-Куломский	24775	23525	21973	20658	-16,6
Усть-Цилемский	11689	11019	10277	9453	-19,1

Население в остальных муниципальных образованиях будет сокращаться. В Ухте и Корткеросском районе сокращение будет наименее существенным (5,9% и 7,1% соответственно). Сокращение населения выше республиканского уровня (10,0%) будет наблюдаться в шестнадцати муниципальных образованиях.

Наиболее ярко оно выражено в городах на севере республики – в Воркуте (27,3%), Вуктыле (35,9%) и Инте (25,6%), а также в сельских муниципальных районах: Княжпогостском (32,1%), Троицко-Печорском (31,1%), Прилузском (22,6%).

Почти во всех городах и районах региона динамика численности населения носит убывающий характер. На рисунке 3.10 можно наблюдать карту, на которой цветом отражена степень депопуляции муниципальных районов в процентах к уровню 2016 г.



2030 г.

Рисунок 3.10 – Депопуляция Республики Коми по районам, в % от 2016 г.

Наибольшее относительно снижение численности населения прогнозируется в Воркуте, Вуктыле, Инте, а также в Троицко-Печорском и Княжпогостском районах. На Крайнем Севере наименьший миграционный отток наблюдается в Усинске.

Из двадцати районов прирост населения ожидается лишь в двух – в Сыктывкаре и Сыктывдинском районе. Положительная динамика последнего объясняется близостью к столице региона и обусловлена в первую очередь значительными миграционными потоками внутри региона. В таблице 3.4 показана матрица, классифицирующая города и районы Республики Коми по преобладающему типу поселений (городские и сельские) и по типу воспроизводства населения (расширенное и суженное).

Таблица 3.4 – Матрица муниципальных образований Республики Коми по типу поселений и типу воспроизводства населения

		Воспроизводство населения	
		Расширенное	Суженное
Типы поселений	Городские	Сыктывкар	Воркута Вуктыл Инта Печора Сосногорск Усинск Ухта
	Сельские	Сыктывдинский	Ижемский Княжпогостский Койгородский Корткеросский Прилузский Сыктывдинский Сысольский Троицко-Печорский Удорский Усть-Вымский Усть-Куломский Усть-Цилемский

Среднегодовое изменение численности населения в процентах по всем районам Республики Коми представлено в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Среднегодовое изменение численности населения по районам

Городские округа и муниципальные районы	Среднегодовой прирост численности населения, %	Городские округа и муниципальные районы	Среднегодовой прирост численности населения, %
Сыктывкар	0,20	Койгородский	-1,37
Воркута	-1,95	Корткеросский	-0,50
Вуктыл	-2,56	Прилузский	-1,61
Инта	-1,83	Сыктывдинский	0,62
Печора	-1,03	Сысольский	-0,63
Сосногорск	-0,98	Троицко-Печорский	-2,22
Усинск	-0,69	Удорский	-1,65
Ухта	-0,42	Усть-Вымский	-1,31
районы:		Усть-Куломский	-1,19
Ижемский	-0,80	Усть-Цилемский	-1,37
Княжпогостский	-2,29		

Территорией, где прогнозируется наибольший рост численности населения в абсолютном выражении стал г. Сыктывкар. Прогноз по основным возрастным группам представлен на рисунке 3.11. Поскольку столица региона содержит более четверти всего его населения, ее прогноз менее всего подвержен отрицательным эффектам, вызванным объемом выборки при определении вероятностей демографических событий. Поэтому прогноз Сыктывкара с высокой вероятностью будет наиболее точным из всех городов и районов.

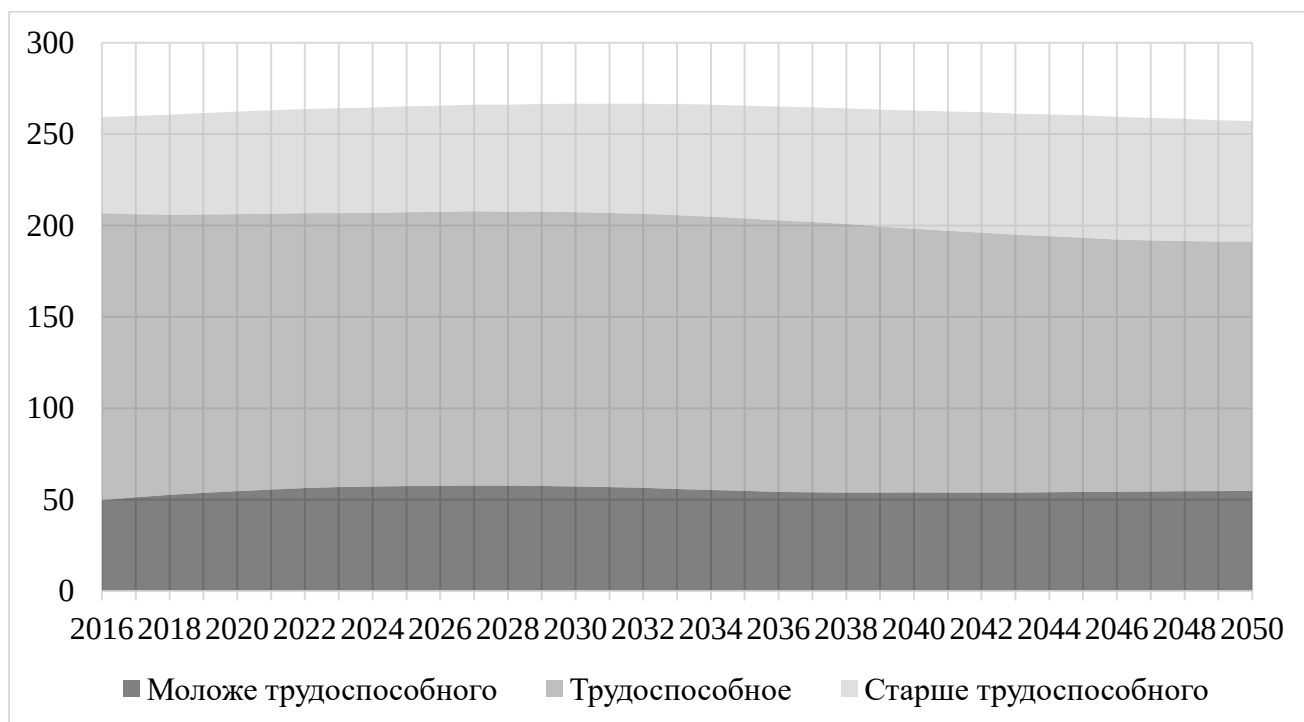


Рисунок 3.11 – Прогноз населения Сыктывкара

Пик численности населения Сыктывкара, согласно прогнозу, приходится на 2027-2034 гг, когда он превысит 266 тыс. чел. Затем, по мере исчерпания потенциала внутренней миграции в связи с общей депопуляцией населения региона, население Сыктывкара все же начнет сокращаться до 257,2 тыс. чел. к концу периода прогноза. Доля пенсионеров возрастет с 20,3% до 25,6%. Доля людей моложе трудоспособного возраста будет возрастать с 19,2% до 21,7% к 2027 г., а затем начнет сокращаться, достигнув 21,3% к концу периода. В таблице 3.6 представлен прогноз численности населения Республики Коми по основным возрастным группам, демонстрирующий будущую территориальную дифференциацию возрастного состава населения Республики Коми.

Таблица 3.6 – Прогноз населения Республики Коми в разрезе муниципальных образований до 2030 г. по основным возрастным группам, %

Города и районы	2016 г.			2030 г.		
	Моложе трудоспособного	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного	Моложе трудоспособного	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного
Республика Коми	19,8	59,0	21,2	21,6	53,6	24,8
Сыктывкар	19,2	60,5	20,3	21,5	56,3	22,3
Воркута	20,0	63,4	16,6	20,6	55,8	23,6
Вуктыл	20,6	55,7	23,7	19,3	50,5	30,2
Инта	19,1	58,7	22,2	19,7	52,6	27,7
Печора	19,3	56,4	24,3	19,8	53,2	27,0
Сосногорск	19,5	57,3	23,2	19,8	53,6	26,6
Усинск	22,4	63,3	14,3	22,0	58,3	19,7
Ухта	17,7	61,5	20,8	20,1	56,0	23,9
<i>районы</i>						
Ижемский	24,4	55,0	20,6	25,8	46,2	28,0
Княжпогостский	17,9	58,7	23,5	17,2	51,4	31,4
Койгородский	21,2	50,8	28,0	24,8	44,9	30,3
Корткеросский	22,5	52,8	24,8	26,9	44,7	28,3
Прилузский	22,4	50,7	26,9	24,0	42,6	33,3
Сыктывдинский	21,8	56,0	22,2	29,1	47,8	23,2
Сысольский	21,1	52,3	26,6	25,0	45,1	29,8
Троицко-Печорский	19,1	50,1	30,8	19,6	44,5	35,9
Удорский	20,2	59,4	20,4	21,5	50,3	28,2
Усть-Вымский	19,7	54,4	25,9	19,8	50,7	29,5
Усть-Куломский	24,4	53,2	22,4	25,3	44,7	30,0
Усть-Цилемский	22,1	53,6	24,3	25,5	44,1	30,4

Выполненные расчеты позволяют сделать ряд выводов о перспективном возрастном составе населения Республики Коми в разрезе муниципальных образований. Согласно прогнозу, более молодой возрастной структурой будут обладать крупные города. Так, при средней по республике доле пенсионеров в 24,8%, в Сыктывкаре в 2030 г. ожидается значение 22,3%, в Усинске – 19,7%, в Ухте – 23,9%. Относительно молодая возрастная структура сохранится также в Сыктывдинском районе (23,2%). В остальных районах прогнозное значение доли пенсионеров превышает среднереспубликанское значение, достигая 35,9% в Троицко-Печорском районе, 33,3% в Прилузском районе и 30,23% в городском округе Вуктыл.

Наиболее существенно изменится возрастная структура в Воркуте, где доля пенсионеров увеличится с 16,6 до 23,6%, а также в ряде сельских районов. Доля населения моложе трудоспособного возраста наиболее существенно возрастет в Сыктывдинском (7,3%), Корткеросском (4,4%), Сысольском (3,9%) и Койгородском (3,6%) районах. Небольшой рост вклада данной группы в общую численность населения наблюдается во всех городах и районах за исключением Вуктыла, Усинска и Княжпогостского района, где ожидается незначительное сокращение молодежи. Доля трудоспособного населения сократится во всех муниципальных образованиях Республики Коми. Это сокращение составит от 4,2% в городском округе Сыктывкар до 9,5% в Усть-Цилемском муниципальном районе.

Демографическая нагрузка населения районов также неоднородна. Например, в Сыктывкаре в 2030 г. она составит 0,778; в Воркуте – 0,792; в Печоре – 0,880; в Ухте – 0,786. Карта распределения демографической нагрузки по районам содержится на рисунке 3.12.

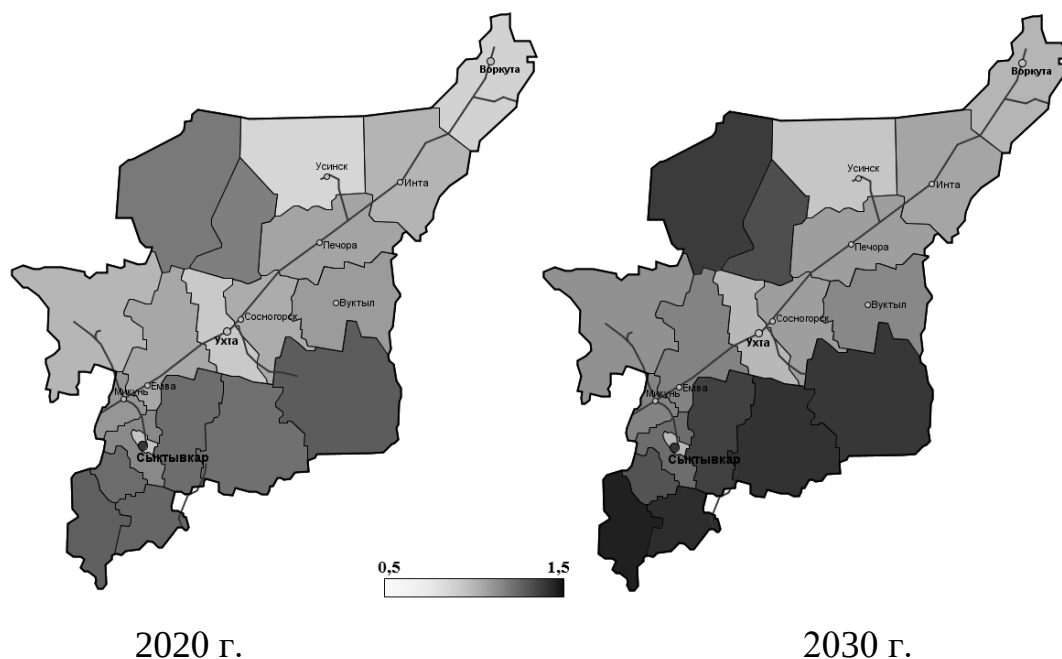


Рисунок 3.12 – Демографическая нагрузка Республики Коми по районам

Неравномерность в демографической нагрузке по территориям определяется различиями в оттоке молодого населения. Это приводит, во-первых, к старению населения района, а во-вторых, к снижению рождаемости в результате сокращения наиболее репродуктивных когорт населения. Снижение рождаемости в долгосрочной перспективе также приводит к изменению состава населения в направлении увеличения среднего возраста.

Анализируя прогноз численности и состава населения региона, можно сделать вывод о характере будущих демографических процессов. Однако их истоки содержатся в настоящем и прошлом. Экстенсивное экономическое развитие региона на протяжении XX в. привело к такому распределению населения, которое совершенно не соответствовало потребностям экономики после перехода к рыночным формам хозяйствования. Особенно это заметно на примере моногородов Севера.

Образовательный потенциал Республики Коми распределен крайне неравномерно. Достаточно лишь сказать, что в 2016 г. на столицу региона приходилось чуть более 30% образовательного потенциала региона, а на 2030 г. прогнозируется уже 44,2%. Карта прогнозируемого на 2030 г. среднего образовательного уровня представлена на рисунке 3.13.

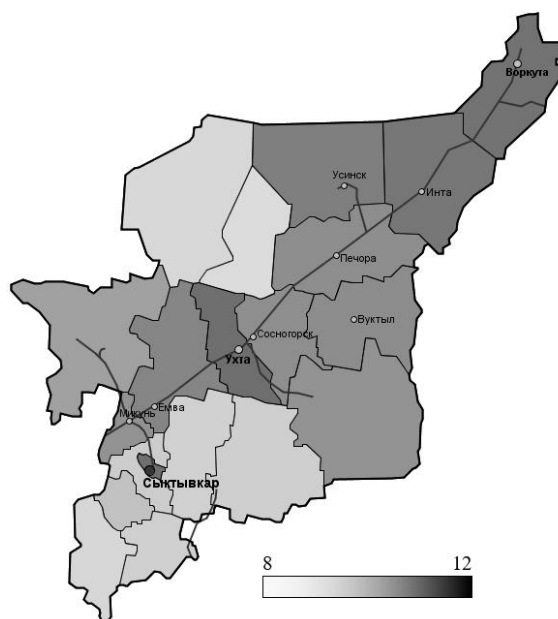


Рисунок 3.13 – Средний образовательный уровень населения РК в годах, 2030 г., лет

На рисунке видно, что средний ОУ сильно коррелирует со степенью урбанизации территорий. Он достигает наивысших значений в крупных образовательных центрах, таких как Сыктывкар, Ухта и Воркута, а наименее высоких – в отдаленных сельских территориях (Ижемский, Усть-Куломский, Усть-Цилемский районы и др.). Прогнозные значения ОУ всех исследуемых территорий содержатся в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Прогноз среднего образовательного уровня населения РК (2030 г.)

Городские округа и муниципальные районы	Средний образовательный уровень населения, лет	Городские округа и муниципальные районы	Средний образовательный уровень населения, лет
Сыктывкар	10,9	Койгородский	8,8
Воркута	10,2	Корткеросский	8,6
Вуктыл	10,0	Прилузский	8,5
Инта	10,0	Сыктывдинский	8,6
Печора	9,9	Сысольский	8,6
Сосногорск	9,8	Троицко-Печорский	9,5
Усинск	10,0	Удорский	9,4
Ухта	10,7	Усть-Вымский	9,5
районы:		Усть-Куломский	8,5
Ижемский	8,4	Усть-Цилемский	8,6
Княжпогостский	9,9		

Можно сделать вывод, что демографическое развитие Республики Коми будет носить неравномерный характер. В то время, как на большей части территорий будет наблюдаться депопуляция, столичные районы сумеют сохранить и даже в некоторой степени увеличить свой человеческий и образовательный потенциал. При этом существенно возрастет демографическая нагрузка на население трудоспособных возрастов.

3.3. Перспективы демографического развития Республики Коми

Согласно предложенной модели был построен прогноз демографического развития Республики Коми вплоть до середины XXI в. на основе демографических прогнозов на уровне местных сообществ региона. Рассмотрим основные результаты прогноза. В таблице 3.8 содержатся девять сценариев демографического развития Республики Коми, построенные с учетом различных гипотез.

Таблица 3.8 – Сценарии демографического развития Республики Коми, тыс. чел.

Год	Сценарий естественного движения населения								
	Оптимистичный			Базовый			Консервативный		
	Миграционные сценарии								
	Оптимистичный	Базовый	Инерционный	Оптимистичный	Базовый	Инерционный	Оптимистичный	Базовый	Инерционный
2016	856,5	856,5	856,5	856,5	856,8	856,5	856,5	856,5	856,5
2020	833,9	831,9	829,7	831,4	830,9	830,5	830,2	829,3	829,5
2025	808,3	804,0	797,7	802,7	800,8	795,4	800,5	794,6	791,8
2030	786,3	779,0	768,7	774,7	771,4	760,8	769,4	760,0	753,1
2035	765,4	753,3	741,4	747,6	741,6	727,9	735,5	724,8	714,5
2040	744,8	727,5	713,9	720,3	712,1	695,3	702,9	690,3	676,5
2045	725,8	705,0	688,2	694,9	685,1	664,7	673,2	658,0	640,5
2050	708,3	685,6	664,9	671,6	659,8	635,6	646,8	628,0	607,8

На рисунке 3.14 изображены графики изменения общей численности населения Республики Коми при наступлении этих сценариев. Разница между наиболее оптимистичным и наиболее пессимистичным сценариями к 2030 году составила 33,2 тыс. человек, а к 2050 году – 100,5 тыс. человек.

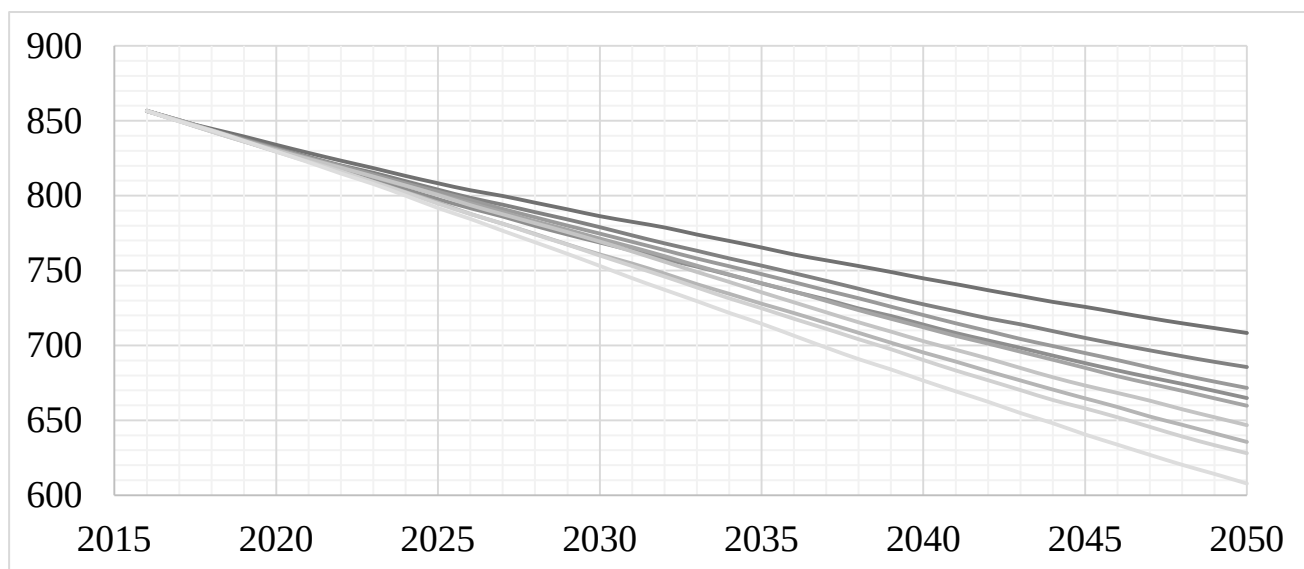


Рисунок 3.14 – Прогноз общей численности населения Республики Коми до 2050 года (9 сценариев), тыс. чел.

Численность и состав населения. При анализе результатов моделирования, если не указано обратное, будем рассматривать средний вариант прогноза до 2050 г. (т.е. предполагать базовый вариант изменения всех компонент динамики населения). Вначале обратим внимание на будущие изменения общей численности населения региона (таблица 3.9).

Прогноз позволил оценить предполагаемый масштаб сокращения человеческих ресурсов региона. Согласно его результатам, к 2050 г. общая численность населения сократится на 23,0% к уровню 2016 г. В абсолютном выражении население уменьшится с 856,8 тыс. чел. до 659,8 тыс. чел. При этом сельское население будет сокращаться более быстрыми темпами (33,9% к 2050 г.), чем городское (19,9%). Депопуляция женщин будет несколько превосходить мужскую.

Таблица 3.9 – Прогноз численности населения Республики Коми до 2050 г., тыс. человек

Год	Все население	Мужчины	Женщины	Городское население	Сельское население
2016	856,8	404,4	452,5	667,1	189,7
2017	849,9	401,4	448,5	661,5	188,4
2018	843,4	398,5	444,8	656,3	187,1
2019	837,0	395,5	441,5	651,6	185,5
2020	830,9	392,9	438,0	647,2	183,7
2021	825,0	390,4	434,6	642,9	182,0
2022	818,9	388,0	430,9	638,7	180,2
2023	812,5	385,1	427,4	634,0	178,4
2024	806,5	382,4	424,1	629,8	176,7
2025	800,8	380,1	420,8	625,8	175,0
2026	795,0	377,6	417,3	621,7	173,3
2027	789,0	375,0	414,0	617,8	171,2
2028	783,0	372,7	410,3	613,5	169,5
2029	777,3	370,2	407,1	609,7	167,6
2030	771,4	367,7	403,6	605,7	165,6
2035	741,6	355,9	385,7	585,1	156,5
2040	712,1	344,5	367,7	565,6	146,5
2045	685,1	333,1	352,0	549,2	135,9
2050	659,8	323,0	336,7	534,4	125,4

Рассмотрим предполагаемый возрастной состав населения. Таблица 3.10 содержит прогноз численности населения республики по основным возрастным группам. Под трудоспособным возвратом здесь будем понимать тот, который действует на всей территории России: 16-59 лет для мужчин, и 16-54 лет – у женщин. Гражданам, проработавшим определенное время в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностям, предоставлено право на досрочное назначение пенсии по старости [107], но в большинстве статистических сборников этот факт не учитывается. Поэтому, во избежание лишней путаницы, мы также будем рассматривать общероссийские границы трудоспособного возраста.

Таблица 3.10 – Прогноз населения Республики Коми по трем основным возрастным группам на 2016-2050 гг., тыс. человек

Год	Население в возрасте			Год	Население в возрасте		
	младше трудоспо- собного	трудо- способное	старше трудоспо- собного		младше трудоспо- собного	трудо- способное	старше трудоспо- собного
2016	169,9	505,4	181,5	2034	161,1	398,0	188,3
2017	172,0	492,5	185,4	2035	160,6	393,9	187,1
2018	173,3	481,3	188,8	2036	160,1	389,5	186,3
2019	173,6	471,6	191,8	2037	159,8	384,7	185,3
2020	173,9	463,2	193,9	2038	159,3	380,2	184,1
2021	173,9	455,5	195,5	2039	159,3	375,1	183,3
2022	174,3	448,2	196,4	2040	159,2	370,5	182,4
2023	174,3	441,7	196,5	2041	158,8	366,4	181,2
2024	173,8	436,7	196,1	2042	158,5	362,7	180,0
2025	172,9	432,4	195,5	2043	158,4	358,7	178,7
2026	172,1	428,1	194,7	2044	158,2	354,9	177,3
2027	171,3	423,8	193,9	2045	157,7	351,7	175,7
2028	170,0	420,0	192,9	2046	157,2	348,6	173,7
2029	168,2	417,0	192,1	2047	157,0	345,9	171,6
2030	166,5	413,7	191,2	2048	156,5	344,1	169,1
2031	164,6	410,5	190,5	2049	155,9	342,2	166,6
2032	163,5	406,3	189,8	2050	155,3	340,7	163,8
2033	162,1	402,1	189,1				

На рисунке 3.15 показан прогноз численности населения Республики Коми по основным возрастным группам. Доля населения старше трудоспособного возраста к концу прогнозного периода вырастет с 21,1 до 24,5%. При сохранении существующих тенденций численность населения региона в трудоспособных возрастах к 2050 г. снизится с 505,4 тыс. чел. до 340,7 тыс. чел., т.е. почти на треть. Этот процесс оттока трудоспособного населения закономерен, т.к. в советский период миграционный прирост зачастую обеспечивался принудительными методами и не учитывал реального желания населения работать на Севере и потребностей региона в трудовых ресурсах. Такие перспективы неизбежно ставят вопрос о необходимости повышения эффективности труда и более оптимальном использовании имеющегося трудового потенциала.

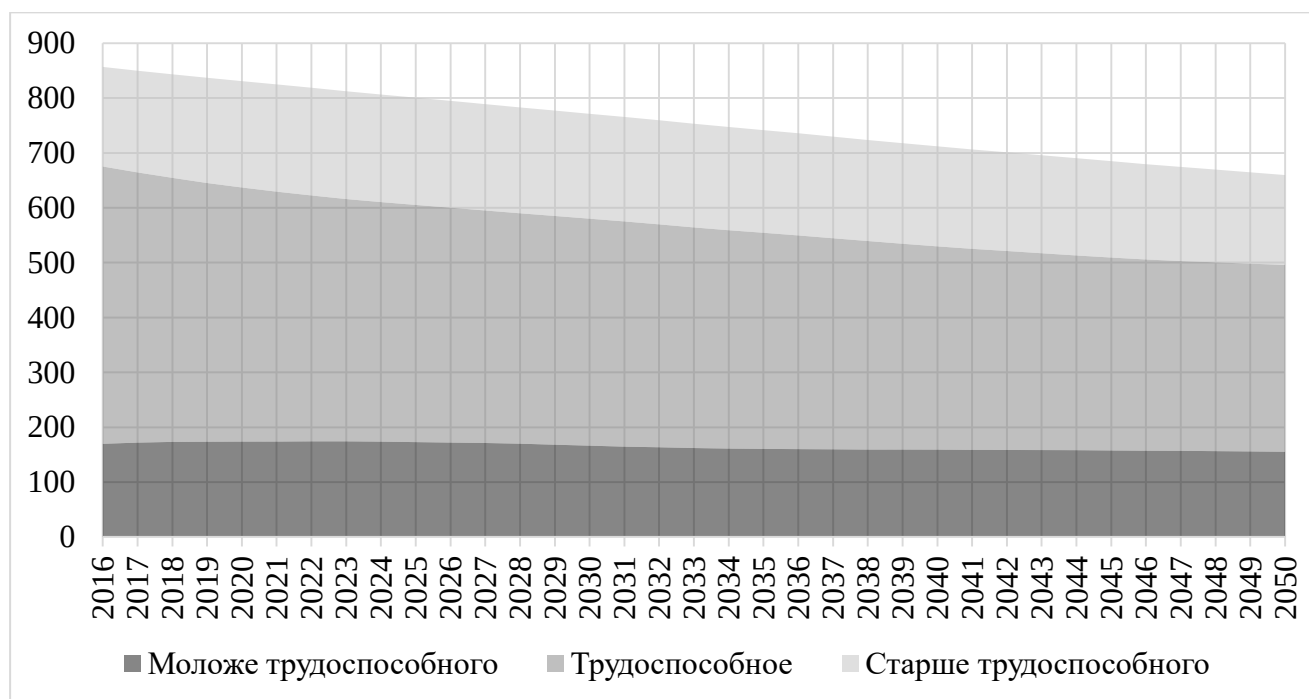


Рисунок 3.15 – Прогноз численности населения Республики Коми по основным возрастным группам

Демографическая нагрузка – одна из характеристик возрастного состава населения, представляющая собой отношение численности населения нетрудоспособного возраста к численности населения трудоспособного возраста [60]. Различают общую демографическую нагрузку, нагрузку молодыми и пожилыми. Первая определяется как сумма второй и третьей. Предполагаемая динамика демографической нагрузки представлена на рисунке 3.16.

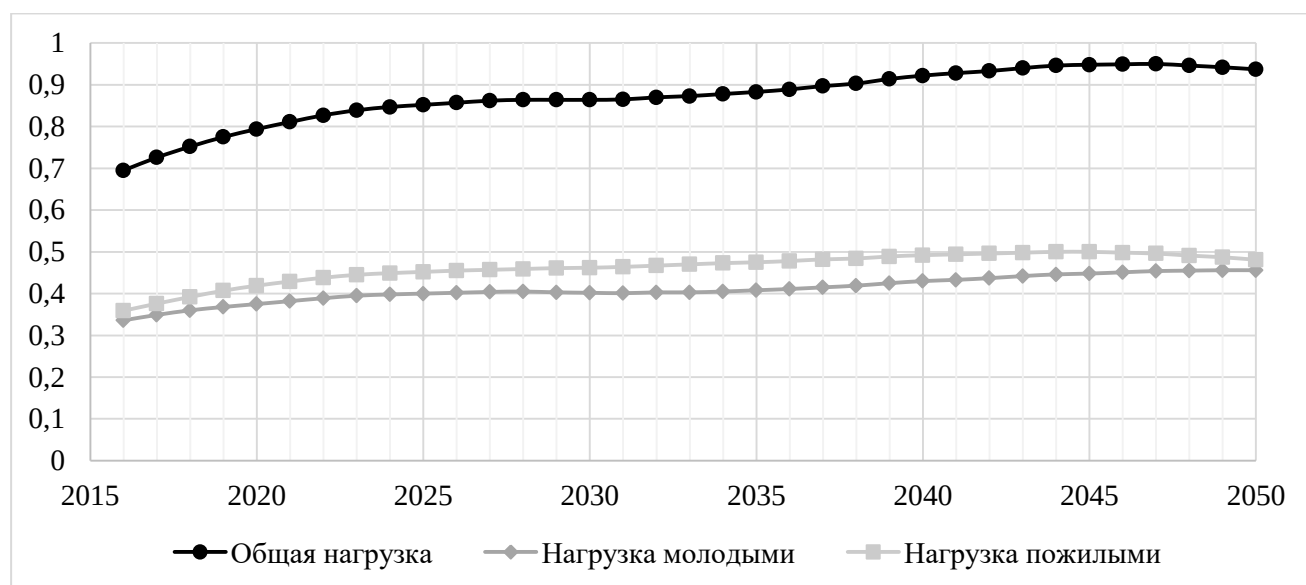


Рисунок 3.16 – Прогноз демографической нагрузки населения Республики Коми

В начальный момент прогнозного периода значения нагрузки молодыми и пожилыми почти равны (0,336 и 0,359 соответственно). Они возрастают волнообразно, достигая к 2050 г. значений 0,356 (молодые) и 0,481 (пожилые). Суммарное значение, следовательно, возрастает с 0,695 до 0,937. Причем максимум достигается еще в 2047 г. и составляет 0,950. В целом демографическая нагрузка по прогнозу возрастет на 24,3% к 2030 г. и на 34,8% к 2050 г. по сравнению с уровнем 2016 г. Такой прогноз демографической нагрузки позволяет сделать вывод о необходимости если не повышения пенсионного возраста, то по крайней мере введения системы мер по стимулированию увеличения продолжительности трудовой деятельности людей старших возрастов.

Амплитуда колебаний графика, вызванных демографической волной, весьма существенна, но она скорее гасит рост нагрузки пожилыми, чем вызывает его сокращение в периоды спада. Нагрузка молодыми же сокращается в период с 2028 по 2034 г. Рассмотрим в какой степени различные демографические компоненты будут влиять на общую динамику численности населения региона (рисунок 3.17). Числовые значения на схеме соответствуют тысячам человек за весь период прогноза.

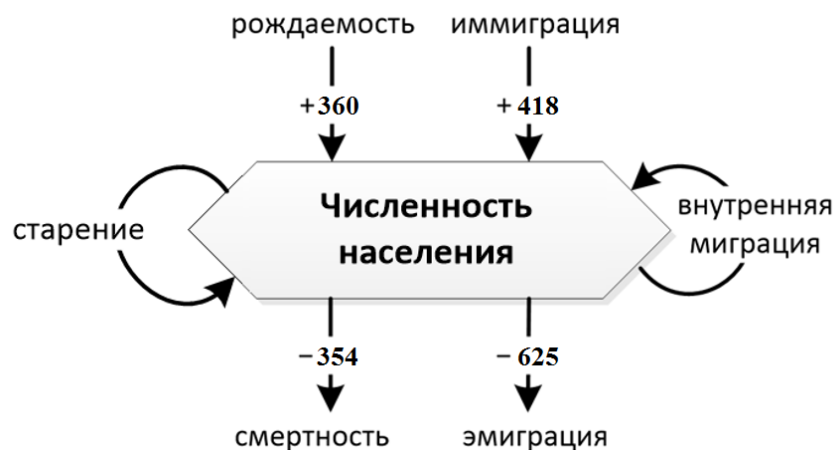


Рисунок 3.17 – Схема воспроизводства населения РК

Естественное движение населения по прогнозу имеет положительное сальдо. На 360 тыс. родившихся с 2016 по 2050 г. приходится 354 тыс. умерших. На рисунке 3.18 представлен прогноз естественного и миграционного прироста

населения. Положение графика ниже горизонтальной оси отражает убыль населения.

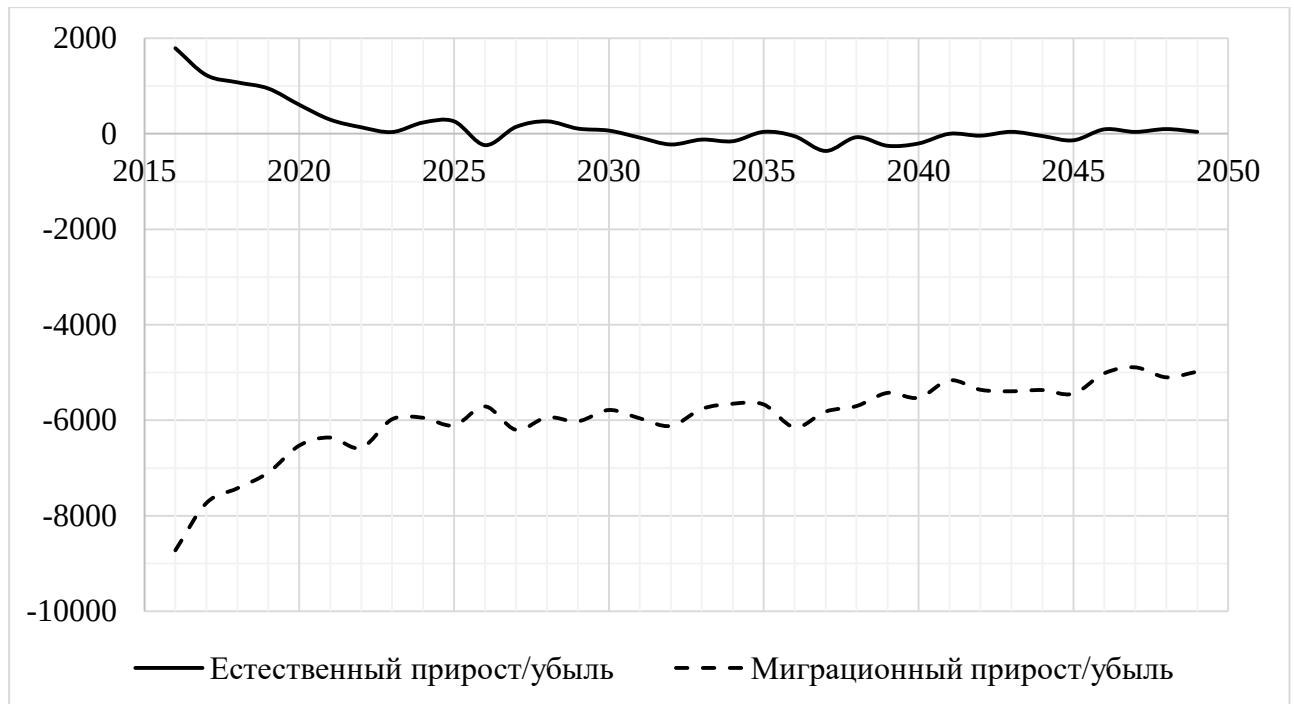


Рисунок 3.18 – Прогноз прироста населения по видам

Уровень рождаемости будет превосходить смертность примерно до 2023 г., а затем, в связи с вступлением в наиболее репродуктивный возраст малочисленных когорт женщин, будет наблюдаться равенство смертей и рождений. Этот уровень сохранится вплоть до конца периода прогнозного периода.

Миграционные перспективы еще более пессимистичны. Отток превосходит приток на 49,5%. При этом существенная часть оттока приходится на первое десятилетие прогноза. Затем, вследствие снижения численности населения региона, сократится и выездная миграция. Однако необходимо отметить, что социальные или экономические перемены могут привести к пересмотру миграционных установок населения.

На рисунке 3.19 показаны половозрастные пирамиды населения региона в начале, середине и конце периода. Число мужчин отражено слева от вертикальной оси, а женщин – справа.

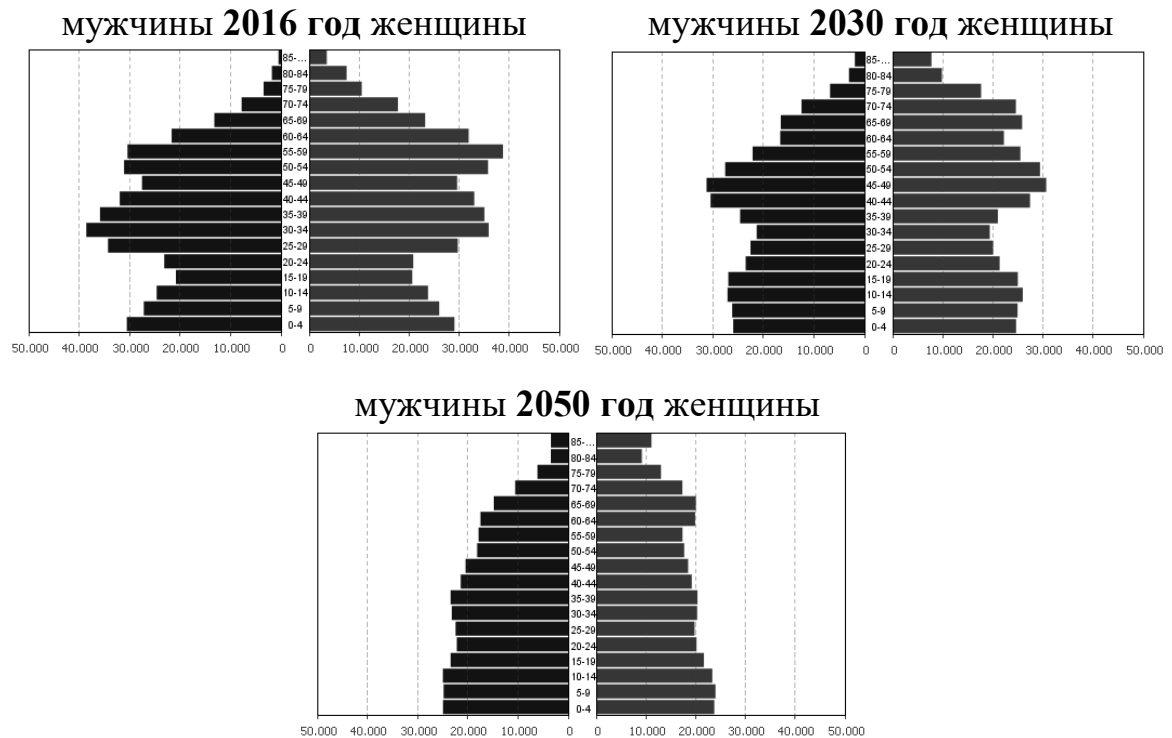


Рисунок 3.19 – Половозрастной состав населения

Пирамиды показывают, что возрастной состав станет более равномерным. Это закономерный результат развития населения при отсутствии социальных потрясений. Демографическая волна постепенно сглаживается естественным образом. Значительно возрастет вес наиболее старших возрастных групп в общем населении региона. В приложении 5 представлены пирамиды с десятилетними временными интервалами.

Степень урбанизации населения региона также изменится. График на рисунке 3.20. отражает прогноз доли жителей сельских населенных пунктов в общей численности населения.

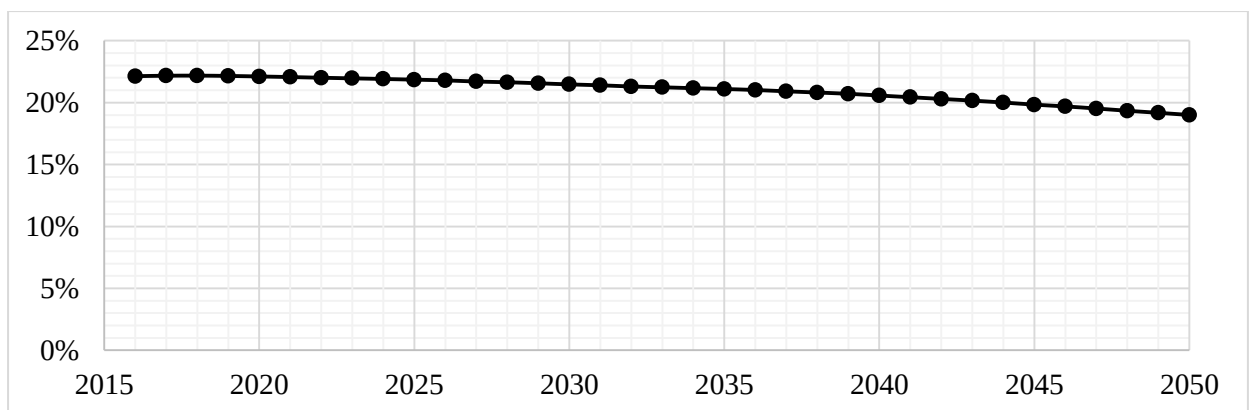


Рисунок 3.20 – Доля сельского населения

Прогнозируется сокращение доли сельского населения региона с 22,1% до 18,9% к концу периода. В абсолютном выражении это 125,4 тыс. чел., что на треть меньше, чем в 2016 г. Темпы депопуляции сельского населения, согласно прогнозу, значительно опережают городское.

Динамика образовательного потенциала региона очень схожа с динамикой общей численности населения, но имеются и некоторые различия. Рисунок 3.21 демонстрирует прогноз изменения суммарного образовательного уровня населения региона в млн. человеко-лет обучения. Население моложе трудоспособного возраста здесь отдельно выделять не будем, так как оно не могло реализовать свои образовательные установки в силу молодого возраста.

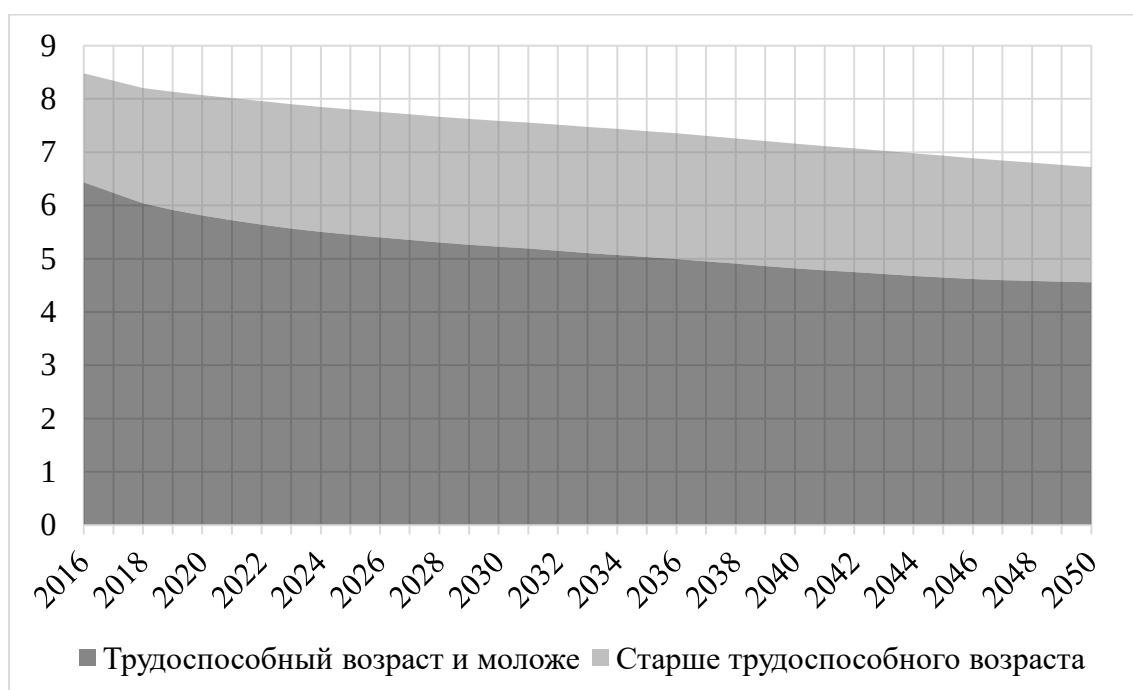


Рисунок 3.21 – Прогноз суммарного ОУ населения РК, млн. человеко-лет

Очертания графика в целом похожи на те, которые наблюдались на рис. 3.1, но сокращение осуществляется чуть меньшими темпами. Суммарный ОУ за период прогноза снизится на 1,76 млн. человеко-лет, а именно с 8,48 до 6,72. Таким образом, к 2050 г. прогнозируется сокращение чуть более чем на пятую часть (на 20,8%) от изначальной величины.

Интересно проследить предполагаемую динамику образовательного уровня населения старше трудоспособного возраста. Его вклад в суммарный ОУ, согласно прогнозу, вырастет кардинально – с 24,1% в 2016 г. до 32,2% в 2050 г.

Можно выделить две основные причины данной тенденции. Во-первых, это общее старение возрастной структуры населения региона. Во-вторых, оно дополнительно усиливается тем, что в старших возрастах происходит замещение менее образованных послевоенных поколений, более образованными поколениями родившихся в последней трети 20 в. В абсолютном выражении суммарный ОУ пожилого населения возрастет менее значительно, с 2,05 до 2,16 млн. человеко-лет к концу периода.

На рисунке 3.22 представлена предполагаемая динамика среднего образовательного уровня населения Республики Коми в годах обучения. При построении графика в учет принимались все возрастные и образовательные группы населения.

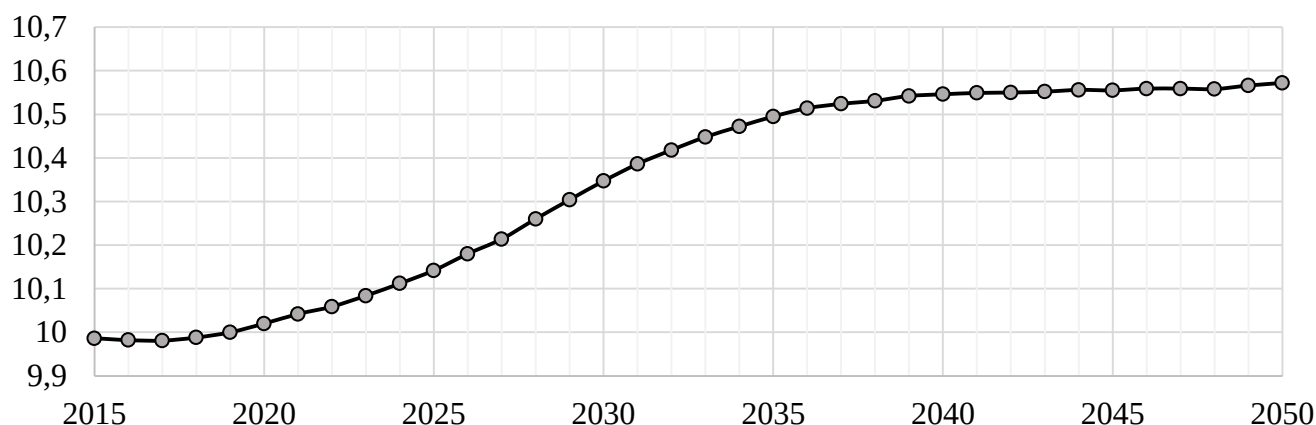


Рисунок 3.22 – Прогноз изменения среднего ОУ населения РК, лет

Средний образовательный уровень, согласно прогнозу, вырастет с 10 до 10,6 лет. Если учитывать только лишь взрослое население, то рост выглядит еще существенней. Таким образом, повышение среднего образовательного уровня населения позволит частично компенсировать депопуляцию Севера. Однако при сохранении существующих тенденций ситуация все-равно выглядит угрожающей. Необходимо отметить, что график по своим очертаниям напоминает логистическую кривую. Большая часть роста среднего ОУ приходится на 2020-2035 гг. В остальное время график почти параллелен оси абсцисс. Проведем анализ факторов, влияющих на суммарный ОУ аналогично тому, как мы анализировали общую численность населения. Схема представлена на рисунке 3.23.

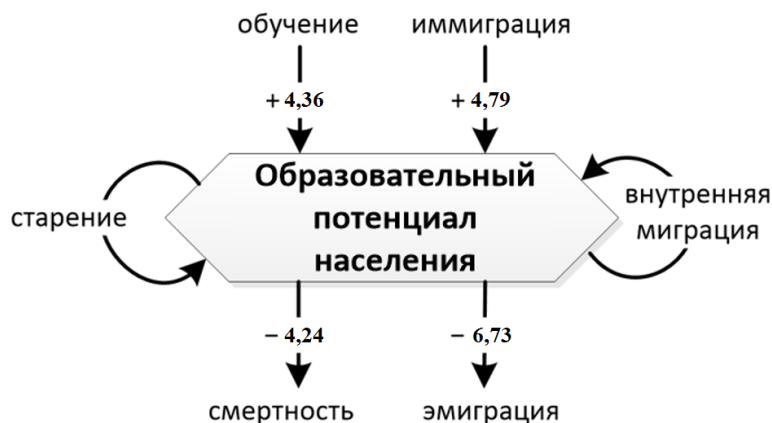


Рисунок 3.23 – Воспроизводство суммарного ОУ населения РК, млн. человеко-лет.

Обучение (4,36 млн. человеко-лет за весь период) и смертность (4,24) почти уравнивают друг друга с небольшим превышением обучения. Сальдо составляет 0,12 млн. человеко-лет. Поэтому определяющей вновь выступает миграция. Влияние выездной миграции (6,73) превосходит въездную (4,36) на 54,4%. Сальдо здесь также отрицательное для суммарного ОУ региона и значительно больше по абсолютной величине (2,37 млн. человеко-лет). На миграцию приходится 61,3% общего негативного влияния на ОУ населения Республики Коми. Поэтому именно миграционная политика должна стать важнейшим инструментом управления образовательным и интеллектуальным потенциалом региона.

Если разбить влияние обучения на суммарный ОУ по уровням, то будет получено следующее распределение:

- Начальное и основное общее – 53%;
- Среднее полное – 13%;
- Начальное и среднее профессиональное – 13%;
- Высшее и послевузовское – 21%.

На общее образование приходится почти две трети (66%) внутреннего прироста суммарного ОУ региона. При этом профессиональное образование гораздо более изменчиво и подвержено реформам. Например, по прогнозу доля взрослого населения региона с высшим профессиональным образованием повысится более чем вдвое, с 17,0% в 2016 г. до 35,7% в 2050 г. Это

результат как изменения образовательных установок населения, так и государственной политики в сфере ВПО. Поэтому при разработке мер образовательной политики будем опираться главным образом на возможности управления профессиональным образованием.

На рисунке 3.24 представлен график гендерной динамики ОП территории. Согласно ему, различия между вкладом мужчин и женщин в суммарный ОП со временем будут сокращаться.

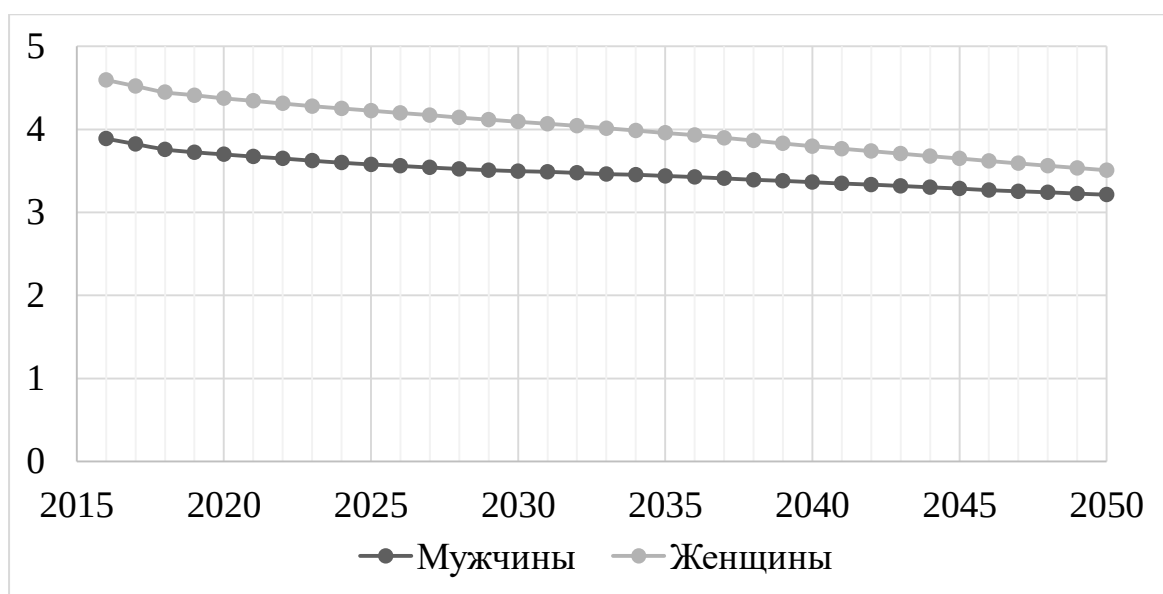


Рисунок 3.24 – Прогноз образовательного потенциала РК по полу.

Экономическая оценка потерь. Оценим экономические потери для региона от оттока квалифицированных кадров. Для этого воспользуемся оценкой государственных расходов на образование в расчете на одного обучающегося. В 2013 г. в фактических ценах они составляли 96,4 тыс. руб. на общее образование, 74,0 тыс. руб. – НПО, 116,8 тыс. руб. – СПО и 295,8 тыс. руб. – ВПО [30]. Учитывая образовательную структуру населения Республики Коми [37], средневзвешенная оценка одного года его обучения составляет 114,7 тыс. руб.

У такого подхода есть несколько недостатков. Во-первых, он не учитывает изменение затрат. Ведь разные люди получали образование в разные периоды времени. Во-вторых, он не принимает во внимание изменение образовательного состава населения. Тем не менее он позволяет оценить примерный порядок потерь от существующих негативных тенденций.

Так как убыль суммарного ОУ за прогнозный период составляет 1,76 млн. человеко-лет, то общие экономические потери от этих процессов можно оценить в $1,76 \cdot 114,7 = 201,9$ млрд. руб. Среднегодовые потери, следовательно, составляют 5,94 млрд. руб., из которых 3,64 млрд. руб. в ценах 2013 г. приходятся на миграционные процессы, а 2,30 млрд. руб. являются результатом процессов смертности.

Предложенная методика позволила построить прогноз, отличающийся от существующих как степенью детализации результатов (муниципальный уровень), так и широтой прогнозируемых характеристик населения и моделируемых событий. Определена общая демографическая динамика региона, а также территориальные диспропорции в количестве и составе населения.

Прогноз дал возможность оценить темпы депопуляции населения при сохранении существующих тенденций, потери для образовательного потенциала региона под влиянием миграционного оттока населения и вклад в него каждой половозрастной группы. Спрогнозированы изменение возрастной структуры населения, динамика демографической нагрузки молодыми и пожилыми на трудоспособное население. Прогноз также дифференцирует население по полу, числу детей и типу поселений, в которых оно проживает. Апробация подтвердила возможности методики решать поставленные задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на результатах проведенного исследования, можно сформулировать ряд обобщающих выводов:

1. Показано, что имеется потребность в создании демографических прогнозов для малых демографических совокупностей – на муниципальном уровне, для отдельных городов и районов. Они могут быть востребованы при стратегическом планировании территорий различных уровней. Путем построения таких прогнозов может стать понимание демографических процессов, происходящих в местных сообществах, проживающих на этих территориях.

2. Раскрыто содержание демографических прогнозов на уровне местных сообществ, как перспективной оценки численности и состава населения территории малых масштабов на основе: данных о состоянии населения на момент начала прогнозного периода; исторически сложившихся на территории значениях параметров демографических процессов; наборе гипотез о тенденциях демографического развития территории на разных уровнях с учетом социально-экономической ситуации и мер государственной политики; методике расчета сценариев демографического развития, исходя из выбранных гипотез.

3. Определена специфика местных сообществ как объекта демографического прогноза. С одной стороны, местные сообщества характеризуются высокими неопределенностью демографических тенденций и трудоемкостью формирования информационной базы прогноза. С другой стороны, имеют общность структуры миграционных и репродуктивных установок. Имеется возможность формализации демографических взаимодействий внутри сообществ. Сформулирован перечень задач и требований к демографическим прогнозам на уровне местных сообществ с учетом их специфических особенностей и потребностей социально-экономического развития.

4. Сформулированы принципы построения прогнозов на уровне местных сообществ, синтезирующие теорию демографического прогнозирования на микроуровне с концепцией искусственных обществ: единство микро- и макроуровней, взаимосвязь демографического развития с социально-экономической ситуацией, ограниченная рациональность индивидов и неполнота информации. Принципы позволяют рассматривать прогнозы местных сообществ в качестве искусственных обществ и применять соответствующие методологические приемы.

5. Предложена система факторов демографической динамики местных сообществ, связывающая демографические прогнозы с характеристиками населения и демографическими событиями. Обоснована необходимость учета в демографических прогнозах местных сообществ образовательного состава населения и очередности рождений. Корреляционный и регрессионный анализ степени влияния образования и числа детей в семьях на вероятности демографических событий показали высокую значимость данных факторов при прогнозе естественного и миграционного движения населения. Кроме того, эти факторы хорошо поддаются прогнозированию и позволяют повысить объяснительные возможности прогнозов без чрезмерного усложнения методического инструментария. Учет образования дает возможность прогнозировать качественный состав населения.

6. Получены оценки применимости различных методологических подходов к построению демографических прогнозов на уровне местных сообществ. Определены сильные и слабые стороны подходов при прогнозировании малых демографических совокупностей. Проведенный анализ показал, что прогнозы, основанные на микроимитационном и агент-ориентированном моделировании, позволяют компенсировать нехватку статистических данных, высокую неопределенность и неустойчивость демографических тенденций местных сообществ путем моделирования сложного демографического поведения и взаимодействий внутри и между местными сообществами.

7. Предложен методический подход к построению демографических прогнозов, учитывающий особенности местных сообществ. Он включает обоснование системы показателей, характеризующих состав и динамику населения на уровне местных сообществ, и метод формулировки гипотез о демографических тенденциях местных сообществ. Подход отличается учетом региональных и муниципальных мероприятий социально-демографической политики, законодательных инициатив и инвестиционных проектов, влияющих на структуру и динамику населения местных сообществ, для которых оцениваются вероятности успешной реализации и степень влияния на интенсивность демографических процессов.

8. Для формулировки гипотез демографического развития местных сообществ разработан перечень необходимых данных и их источников, включающий источники статистических данных о населении, документы регионального и муниципального уровней (муниципальные программы, программы территориального развития, схемы территориального планирования и др.), прогнозы международных организаций о макродинамике населения. Даны рекомендации по применению этих данных при построении демографических прогнозов. В прогнозах учитывается степень инфраструктурного развития местных сообществ и влияние инвестиционных проектов на изменение их миграционной привлекательности.

9. Разработана методика построения демографических прогнозов на уровне местных сообществ на основе микроимитационного моделирования. Эта методика благодаря своей двухуровневой структуре и реализации демографических событий на микроуровне позволяет добиться более высокой степени детализации прогноза состава и динамики населения местных сообществ при сохранении высокой точности, дает возможность компенсировать нехватку статистических данных при помощи алгоритмического моделирования сложного демографического поведения.

10. Сформулированы положения по прогнозированию на уровне местных сообществ при помощи микроимитационных моделей. Они включают общие

положения по прогнозированию, принципы моделирования демографических событий и тенденций, а также принципы разделения прогноза по уровням реализации. Принципы также описывают какие элементы прогноза, реализуются на микроуровне (индивидуальном уровне) и какие на макроуровне (уровне местного сообщества).

11. Предложен набор характеристик населения и перечень зависящих от них демографических событий, позволяющий с высокой точностью и детализацией прогнозировать демографическую динамику на уровне местных сообществ. Характеристики населения включают пол, возраст, номер территории, тип поселения, уровень образования (в годах) и число детей (для женщин). Демографические события: рождение, старение, миграция (по видам и направлениям), обучение (по уровням), смерть. Установлена степень влияния характеристик на демографические события.

12. Разработан алгоритм демографического прогнозирования на уровне местных сообществ. Он включает последовательность шагов, в ходе которых выполняется формирование населения модели на момент начала прогнозного периода, определение порядка и наступление демографических событий разных видов, изменение вероятностей событий под влиянием выбранных гипотез и обработка результатов прогноза.

13. Апробация разработанного методического инструментария произведена на примере долгосрочного демографического прогноза Республики Коми и ее муниципальных образований. Дан обзор существующей демографической ситуации в регионе. Сформулированы основные тенденции демографического развития республики (гипотезы об изменении уровней рождаемости, ожидаемой продолжительности жизни и миграции), а также ее образовательной сферы. Прогноз учитывает предполагаемое влияние от реализации 60 крупнейших инвестиционных проектов на миграционную привлекательность городов и районов Республики Коми.

14. Впервые построен демографический прогноз населения Республики Коми на уровне муниципальных образований. Прогноз учитывает

демографические тенденции, происходящие в местных сообществах республики, систему расселения, образовательный состав населения и распределение женщин по числу детей. Согласно прогнозу, прирост численности населения будет наблюдаться только в г. Сыктывкаре и в Сыктывдинском районе.

15. Получены оценки ожидаемых изменений возрастного состава населения Республики Коми и муниципальных образований региона, роста демографической нагрузки на население трудоспособного возраста молодыми и пожилыми, динамики среднего возраста населения. Спрогнозирована степень влияния современных мер социально-экономической политики на демографические перспективы Республики Коми.

16. Впервые спрогнозирован качественный (образовательный) состав населения Республики Коми. Оценена степень влияния ряда факторов (рождаемости, смертности, миграции, обучения по уровням образования) на воспроизводство человеческого и образовательного потенциалов региона, его городов и районов при различных миграционных сценариях. Дана экономическая оценка потерь от убыли населения для образовательного потенциала республики.

17. Построена матрица перспектив демографического развития всех муниципальных образований Республики Коми в разрезе: город/село, расширенное/суженное воспроизводство населения. Она дала возможность выявить демографические перспективы местных сообществ Республики Коми в зависимости от типов поселений, в которых они проживают. Городские округа и сельские районы классифицированы по степени предполагаемого прироста/убыли населения.

18. Полученные результаты позволяют считать поставленные в диссертационном исследовании цель и задачи выполненными. Результаты работы могут быть использованы при разработке демографических и социально-экономических прогнозов, а также стратегических планов развития территорий различных масштабов и иерархических уровней.

Перечень сокращений и условных обозначений

- АОМ – агент-ориентированная модель
- ВВП – валовой внутренний продукт
- ВПО – высшее профессиональное образование
- ДП – демографический прогноз
- ЕС – Европейский союз
- ИМ – имитационная модель
- ИТ – информационные технологии
- ИРЧП – индекс развития человеческого потенциала
- ИЧР – индекс человеческого развития
- ЛС – локальное сообщество
- МО – муниципальное образование
- МС – местное сообщество
- НПА – нормативно-правовые акты
- НПО – начальное профессиональное образование
- ООН – Организация Объединенных Наций
- ОП – образовательный потенциал
- ОУ – образовательный уровень (населения)
- ППС – паритет покупательной способности
- РАН – Российская академия наук
- РК – Республика Коми
- РФ – Российская Федерация
- СЗФО – Северо-Западный федеральный округ
- СПО – среднее профессиональное образование
- СППР – система поддержки принятия решений
- США – соединенные штаты Америки
- ФЗ – федеральный закон
- ЭВМ – электронная вычислительная машина

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) // Информационно-справочная система Гарант. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://constitution.garant.ru/> (01.05.2016).

2. Конституция Республики Коми от 17 февраля 1994 г. (с изменениями и дополнениями) // Информационно-справочная система Гарант. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://constitution.garant.ru/region/cons_komi/ (01.05.2016).

3. Стратегия социально-экономического развития Республики Коми на период до 2020 года (в ред. Постановлений Правительства РК от 22.03.2013 N 88, от 12.02.2014 N 65, от 25.02.2015 N 78, от 15.01.2016 N 7) [Электронный ресурс] : [Одобрено постановлением правительства РК от 27 марта 2006 г.]. – Режим доступа: <http://rkomi.ru/services/strategia/> (01.05.2016).

4. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. N 606 "О мерах по реализации демографической политики Российской Федерации"// Информационно-справочная система Гарант. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/70170932/> (01.05.2016).

5. Указ Президента РФ от 9 октября 2007 г. N 1351 "Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года" // Информационно-справочная система Гарант. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/191961/> (01.05.2016).

6. Федеральный закон от 20 июля 1995 г. № 115-ФЗ "О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Российской Федерации" [Электронный ресурс] : федер. закон : [Принят Гос. Думой 23 июня 1995 г.]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/1518908/> (01.05.2016).

7. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] : федер. закон : [Принят Гос. Думой 20 июня 2014 г. : одобр. Советом Федерации 25 июня 2014 г.]. – Режим доступа: <http://rg.ru/2014/07/03/strategia-dok.html> (01.05.2016).

8. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] : федер. закон : [принят Гос. Думой 21 декабря 2012 г. : одобр. Советом Федерации 26 декабря 2012 г.]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (01.05.2016).

9. Федеральный закон от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [Электронный ресурс] : федер. закон : [принят Гос. Думой 16 сентября 2003 г. : одобр. Советом Федерации 24 сентября 2003 г.]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/186367/> (01.05.2016).

Справочно-статистические материалы

10. Города и районы Республики Коми. Социально-экономические показатели. 2013 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2013. – 261 с.

11. Города и районы Республики Коми. Социально-экономические показатели. 2014 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2014. – 265 с.

12. Города и районы Республики Коми. Социально-экономические показатели. 2015 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2015. – 264 с.

13. Города и районы Республики Коми. Социально-экономические показатели. 2016 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2016. – 264 с.

14. Демографический ежегодник Республики Коми. 2006 [Текст] : стат.сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2006. – 163 с.

15. Демографический ежегодник Республики Коми. 2015 [Текст] : стат.сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2015. – 200 с.

16. Демографический ежегодник Республики Коми. 2016 [Текст] : стат.сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2016. – 200 с.

17. Демографический ежегодник России. 2006 [Текст] : стат. сб. / Росстат. – М., 2006. – 561 с.
18. Демографический ежегодник России. 2015 [Текст] : стат. сб. / Росстат. – М., 2015. – 263 с.
19. Естественное движение населения Республики Коми в 2013 году. Инф.-аналит. бюл. № 06-54-57/5 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2014. – 71 с.
20. Естественное движение населения Республики Коми в 2014 году. Инф.-аналит. бюл. № 06-57-60/4 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2015. – 70 с.
21. Естественное движение населения Республики Коми в 2015 году. Инф.-аналит. бюл. № 06-57-60/4 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2016. – 70 с.
22. Миграция населения Республики Коми. 2009: стат. сб. [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2009. – 100 с.
23. Миграция населения Республики Коми за 2011 год. Инф.-аналит. бюллетень № 48-59-50/2 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2012. – 81 с.
24. Миграция населения Республики Коми за 2012 год. Инф.-аналит. бюллетень № 48-51-54/3 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2013. – 86 с.
25. Миграция населения Республики Коми за 2013 год. Инф.-аналит. бюллетень № 06-54-57/1 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2014. – 85 с.
26. Миграция населения Республики Коми за 2014 год. Инф.-аналит. бюллетень № 06-57-60/1 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2015. – 86 с.
27. Миграция населения Республики Коми за 2015 год. Инф.-аналит. бюллетень № 06-57-60/1 [Текст] / Комистат. – Сыктывкар, 2016. – 86 с.
28. Образование Республики Коми в цифрах и фактах [Электронный ресурс] : публичный доклад / Под ред. В. В. Шаркова. – Сыктывкар, 2014. – 109 с. – Режим доступа: http://minobr.rkomi.ru/right/stat_info/ (01.03.2017).
29. Образование в Российской Федерации: 2012 [Текст] : стат. сб. / М. – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2012. – 444 с.

30. Образование в Российской Федерации: 2014 [Текст] : стат. сб. / М. – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. – 464 с.

31. Основные показатели образования [Электронный ресурс] / Комистат. – Сыктывкар, 2015. – 2 с. – Режим доступа: http://komi.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/komi/ru/statistics/sphere/ (01.03.2017).

32. Рождаемость. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года. Республика Коми. Том 7 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2013. – 111 с.

33. Состояние в браке, образование. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года. Республика Коми. Том 2 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2012. – 158 с.

34. Статистический ежегодник Республики Коми. 2009 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2009. – 450 с.

35. Статистический ежегодник Республики Коми. 2014 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2014. – 412 с.

36. Статистический ежегодник Республики Коми. 2015 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2015. – 399 с.

37. Статистический ежегодник Республики Коми. 2016 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2016. – 391 с.

38. Численность населения Республики Коми, городов и районов по полу и возрасту на 1 января 2011, 2012, 2013 и 2014 годов [Электронный ресурс] / Комистат. – Режим доступа: http://komi.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/komi/ru/statistics/population/ (01.03.2017).

39. Численность населения Республики Коми, городов и районов по полу и возрасту на 1 января 2015 года [Электронный ресурс] / Комистат. – Режим доступа: http://komi.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/komi/ru/statistics/population/ (01.03.2017).

40. Численность, размещение, возрастно-половой состав населения. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года. Республика Коми. Том 1 [Текст] : стат. сб. / Комистат. – Сыктывкар, 2012. – 99 с.

Научно-исследовательские работы

41. Акопов А. С. Имитационное моделирование [Текст] / А. С. Акопов. М.: Юрайт, 2014. – 389 с.

42. Антонов А. И. Современные демографические тенденции и аналитические прогнозы, проблемы семейно-демографической политики в социальном государстве [Текст] / А. И. Антонов // Вестник Московского университета. Серия 19. Социология и политология. – 2010. – № 4. – С. 134-150.

43. Архангельский В. Н. Региональные особенности динамики рождаемости и демографическая политика [Текст] / В. Н. Архангельский, Н. Г. Джанаева // Уровень жизни населения регионов России. – 2014. – № 1. – С. 73-82.

44. Бахметова Г. Ш. Методы демографического прогнозирования [Текст] / Г. Ш. Бахметова. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 159 с. : ил.

45. Бахметова Г. Ш. Современные методы демографического прогнозирования [Текст] / Г. Ш. Бахметова // Валентей Д. И., Первушин А. С. (ред.). Народонаселение. Современное состояние научного знания. – М. Издательство МГУ, 1991. – С. 68-83.

46. Бахтизин А. Р. Агент-ориентированные модели экономики [Текст] / А. Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2008. – 279 с.

47. Беккер Г. С. Человеческое поведение: экономический подход. Избранные труды по экономической теории [Текст] : Пер. с англ. / Г. С. Беккер. М.: ГУ ВШЭ, 2003. – 672 с.

48. Болонская декларация [Электронный ресурс] / Режим доступа: www.gubkin.ru/links/umongo/bolon/declaration.doc (01.03.2017).

49. Васильева А. В., Быков Д.С., Тарасьев А.А. Программное моделирование миграционного движения и его экономических эффектов [Текст] // Журнал экономической теории. – 2014. – № 3. – С. 74-84.

50. Валентей Д. И. Система знаний о народонаселении [Текст] / Под ред. Д. И. Валентея. – М.: Высшая школа, 1991. – 225 с.

51. Венецкий И. Г. Вероятностные методы в демографии [Текст] / И. Г. Венецкий. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 223 с. : ил.

52. Венецкий И. Г. Математические методы в демографии [Текст] / И. Г. Венецкий. – М. : Статистика, 1970. – 296 с.

53. Волков А. Г. Избранные демографические труды [Текст] : сб. науч. ст. / А. Г. Волков ; сост. и науч. ред. А. Г. Вишневский ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 567 с.

54. Воробьева О. Д. Анализ миграционных процессов по данным переписей населения в России / О. Д. Воробьева, А. В. Топилин, А. А. Гребенюк, Т. В. Лебедева // Экономика региона. – 2016. – № 1. – С. 175-188.

55. Граунт Дж., Галлей Э. Начала статистики населения, медицинской статистики и математики страхового дела [Электронный ресурс] / Пер. О. Б. Шейнина. – Берлин, 2005. – 87 с. – Режим доступа: <http://www.sheynin.de/download/NS.pdf> (01.03.2017).

56. Григорьев Ю. А., Соболева С. В. Репродуктивное здоровье как качественная характеристика популяции [Текст] // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2013. – № 3-2 (91) . – С. 157-161.

57. Дарский Л. Е. Формирование семьи [Текст] / Л. Е. Дарский. – М.: Статистика, 1972. – 208 с.

58. Демографические модели [Текст] : сб. ст. / Под ред. Е. М. Андреева и А. Г. Волкова. – М. : Статистика, 1977. – 182 с. : ил. – (Новое в зарубежной демографии).

59. Демографические прогнозы [Текст] : сб. ст. / Под ред. А. Г. Волкова. – М. : Статистика, 1973. – 168 с. : ил. – (Новое в зарубежной демографии).

60. Демографический понятийный словарь [Текст] / Под ред. Л. Л. Рыбаковского. – М.: ЦСП, 2003. – 352 с.

61. Денисенко М. Б. Демография [Текст] / М. Б. Денисенко, Н. М. Калмыкова. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 424 с.

62. Доклад о человеческом развитии 2014. Обеспечение устойчивого прогресса человечества: уменьшение уязвимости и формирование жизнестойкости [Текст] / Коллектив авторов. – Нью-Йорк: Программа развития ООН, 2014. – 28 с.

63. Ермаков С. П. Возрастные особенности миграции в субъектах Российской Федерации в 2000-2010 гг. [Текст] / С. П. Ермаков, С. Ю. Никитина // Народонаселение. – 2015. – № 3. – 15-29.

64. Иванова А. Е. Различия смертности взрослого населения России по уровню образования [Текст] / А. Е. Иванова, Е. В. Землянова, А. Ю. Михайлов, С. Е. Головенкин // Здравоохранение Российской Федерации. – 2014. – № 2. – С. 4-8.

65. Имитационные модели в демографии [Текст] : сб. ст. / Под ред. А. Г. Волкова. – М. : Статистика, 1980. – 207 с. : ил. – (Новое в зарубежной демографии).

66. Интернет-журнал – Лаборатория искусственных обществ [Электронный ресурс] / ЦЭМИ РАН. – Режим доступа: <http://www.artsoc.ru/magazine/> (01.03.2017).

67. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AniLogic 5 [Текст] / Ю. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 400 с.: ил.

68. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении [Текст] / Д. Ю. Каталевский. – М.: Издательство Московского университета, 2001. – 304 с. : ил.

69. Кельтон, В. Имитационное моделирование. Классика CS. [Текст] / В. Кельтон, А. Лоу. – Спб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с. : ил.

70. Киселев К. В. Структурирование местных сообществ и группы интересов [Текст] / К. В. Киселев // Научный ежегодник Института философии и права УрО РАН. – 2010. – Выпуск 10. – С. 259-270.

71. Кнут Д. Э. Искусство программирования, том 2. Получисленные алгоритмы, 3-е изд. [Текст] : Пер. с англ. / Д. Э. Кнут. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 832 с.

72. Козлова О. А. Вопросы моделирования пространственной организации российских регионов [Текст] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 5. – С. 154-156.

73. Козлова О. А., Кузьмин А. И., Шаймарданов Н. З. Социально-экономические механизмы реализации трудового потенциала региона [Текст] // Экономика региона. – 2012. – № 2. – С. 208-218

74. Козлова О.А., Макарова М.Н. Научно-методические вопросы мониторинга и пространственной локализации социально-трудовых систем [Текст]. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2014. – 128 с.

75. Козлова О.А., Макарова М.Н., Казакова Н.В. Методические вопросы прогнозирования рынка труда крупного города [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-2. – С. 402-406.

76. Козлова О.А., Макарова М.Н., Третьяк А.Н. Методический инструментарий оценки влияния пространственной локализации на миграционные процессы в регионе [Текст] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 309-315.

77. Кузьмин А. И., Лопатова В. А. Методологические и практические аспекты формирования параметров для прогнозирования динамики населения северных территорий Свердловской области [Текст] // Экономика региона. – 2008. – № 2. – С. 199-203.

78. Куклин А. А. Прогноз воспроизводства населения России [Текст] / А.А. Кукулин, Г.П. Быстрой, А.В. Васильева, И.А. Лыков // Народонаселение. – 2014. – № 4(66) – С. 18-32.

79. Куклин А. А., Васильева А. В., Быков Д. С. Компьютерная программа прогнозирования трудовой миграции и экономических эффектов в регионе [Текст] // Экономика и социум. – 2016. – № 8 (27). – С. 247-266.

80. Куклин А. А., Черепанова А. В., Тарасьев А. А. Моделирование потоков трудовых мигрантов в регион (на примере Свердловской области) [Текст] // Уровень качества жизни населения регионов России. – 2012. – № 3. – С. 79-86.

81. Локосов В. Н. Региональная дифференциация показателей человеческого потенциала [Текст] / В. Н. Локосов, Е. В. Рюмина, В. В. Ульянов // Экономика региона. – 2015. – № 4. – С. 185-196.

82. Лычкина Н. Н. Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений [Электронный ресурс] / Н. Н. Лычкина. – 26 с. – Режим доступа: <http://simulation.su/uploads/files/default/lych-comp-sim.pdf> (01.03.2017).

83. Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д. Имитация особенностей репродуктивного поведения населения в агент-ориентированной модели региона [Текст] // Экономика региона. – 2015. – № 3. – С. 312-322.

84. Макаров В. Л. Искусственные общества [Текст] / В. Л. Макаров // Искусственные общества. – 2006. – №1. – С. 10-24.

85. Макаров В. Л. Применение суперкомпьютерных технологий в общественных науках [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин // Экономика и математические методы. – 2013. – № 4. – С. 18-32.

86. Макаров В. Л. Социальное моделирование набирает обороты [Текст] / В. Л. Макаров // Экономика и математические методы. – 2013. – № 4. – С. 5-17.

87. Макаров В. Л. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели) [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2013. – 295 с.

88. Макарова М.Н. Измерение пространственной локализации социально-трудовых систем [Текст] // Управление экономикой: методы, модели, технологии. Материалы XIV международной научной конференции. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет. – 2014. – С. 150-152.

89. Макарова М.Н. Мониторинг локальных социально-трудовых систем как инструмент муниципальной и региональной социально-экономической политики [Текст] // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 10. – С. 28-36.

90. Макогон Т. И. К вопросу об анализе местных сообществ с точки зрения теории систем и топологии [Текст] / Макогон Т. И. // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2011. – № 2. – С. 104-113.

91. Макогон Т. И. Топологические перспективы описания местных сообществ [Текст] / Макогон Т. И. // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 1. – С. 24-30.

92. Мальтус Т. Р. Опыт закона о народонаселении [Текст] / Т. Р. Мальтус. – Л. : Петроком, 1993.- 292 с.

93. Медков В. М. Качество населения: сущность, содержание, критерии [Текст] / В. М. Медков // Валентей Д. И., Первушин А. С. (ред.). Народонаселение. Современное состояние научного знания. – М. Издательство МГУ, 1991. – С. 57-68.

94. Медоуз Д. Пределы роста, 30 лет спустя [Текст] : пер. с англ. / Д. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Медоуз. – М. : Академкнига, 2007. – 342 с.

95. Менделеев Д. И. К познанию России. [Текст] / Д. И. Менделеев. – М. : Айрис-Пресс, 2002. – 559 с. (Б-ка истории и культуры).

96. Методологические рекомендации по разработке сценариев демографического развития Российской Федерации и ее субъектов на долгосрочный период для расчета перспективной численности и возрастно-

полового состава населения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.hse.ru/org/projects/111718049> (01.03.2017).

97. Методология демографического прогноза [Текст] / Отв. редактор А. Г. Волков. – М.: Наука, 1988. – 224 с.

98. Миллер А. Е. Региональные различия демографического развития федеральных округов Российской Федерации [Текст] / А. Е. Миллер, М. А. Миллер // Вестник Омского университета. Серия: экономика. – 2010. – № 4. С.: 88-93.

99. Мокин К. С. Миграция как фактор формирования этнокультурного ландшафта локальных сообществ [Текст] / К. С. Мокин, А. А. Муфтигалиева // Актуальные проблемы современности: наука и общество. – 2014. – № 4. – С. 3-7.

100. Морозова Л.П. «Местное сообщество» как аспект социологического анализа [Текст] // Социология управления. – 2009. – № 2. – С. 177-187.

101. Мотрич Е. Л. Мотивация трудового и миграционного поведения молодежи в Дальневосточном федеральном округе [Текст] / Е. Л. Мотрич // Пространственная экономика. – 2006. – № 3. – С. 125-136.

102. Мясникова Т. А. Потребности местного сообщества как основа планирования экономического развития [Текст] / Т. А. Мясникова // Регион: системы, экономика, управление. – 2012. – № 4. – С. 19-23.

103. Нечипоренко О. В. Сельские локальные сообщества как объект исследования [Текст] / О. В. Нечипоренко // Вестник НГУ. Серия: Философия. – 2012. – Том 10. – Выпуск 2. – С. 126-131.

104. Нечипоренко О. В. Социальный капитал локальных сообществ в стратегиях развития сельских территорий: европейский опыт и российская специфика / О. В. Нечипоренко, С. Шлюктич // Вестник НГУ. Серия: Философия. – 2014. – Том 12. – Выпуск 4. – С. 69-77

105. Нифантова Р. В. Методологические основы и современные методы демографических прогнозов [Текст] / Р. В. Нифантова // Экономика региона. – 2013. – № 2. – С. 185-192.

106. Особенности развития демографических процессов в современной России [Текст] / Н. М. Римашевская [и др.] // Дайджест-Финансы. – 2012. – №. 6. – С. 56-65.

107. Пенсионное обеспечение северян [Электронный ресурс] / Пенсионный фонд Российской Федерации. – Режим доступа: http://www.pfrf.ru/grazdanam/pensions/pens_sever/ (01.03.2017).

108. Попова Л. А. Смертность и продолжительность жизни населения северных регионов России [Текст] / Л. А. Попова // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2014. – Т4, №. 41. – С. 49-52.

109. Попова Л. А. Сущность, причины и последствия современного демографического кризиса (на примере Республики Коми) / Л. А. Попова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 203 с.

110. Поппер К. Логика и рост научного знания. Избранные работы [Текст] : пер. с англ. / К. Поппер. – М. : Прогресс, 1983. – 605 с.

111. Прикладной бакалавриат: образование выше среднего [Электронный ресурс] / Высшая школа Экономики. – Режим доступа: <http://www.hse.ru/news/avant/73442060.html> (01.03.2017).

112. Пространственная организация социально-трудовых систем: генезис и проблемы развития [Текст] / О.А. Козлова, Н.З. Шаймарданов, Е.Б. Бедрина, Ю.Г. Мыслякова, В.А. Лопаева, Е.В. Юровских, Л.Н. Воронина, О.А. Шахова, М.Н. Макарова, Л.В. Петухова. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2010. – 206 с.

113. Прохоров Д. В. К вопросу о роли местных сообществ в стратегическом развитии муниципального образования [Текст] / Д. В. Прохоров // Вестник Самарского государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 235–240.

114. Путилов В. А. Системная динамика регионального развития [Текст] / В. А. Путилов, А. В. Горохов. – Мурманск: НИЦ «Пазори», 2002. – 206 с. : ил.

115. Ромер Д. Высшая макроэкономика [Текст] / Д. Ромер ; пер. с англ. под науч. ред. В. М. Полтеровича ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 855 с.

116. Рыбаковский Л. Л. Демографическое будущее России в экстраполяционных и нормативных координатах [Текст] // Социологические исследования. – 2014. – № 12. – С. 21-30.

117. Рыбаковский Л. Л. Методологические вопросы прогнозирования населения [Текст] / Л. Л. Рыбаковский. – М. : Статистика, 1977. – 208 с.

118. Рыбаковский Л. Л. Миграция населения: прогнозы, факторы, политика [Текст] / Л. Л. Рыбаковский. М. : Наука, 1987. – 200 с.

119. Рыбаковский Л. Л. Факторы депопуляции в России [Текст] / Л. Л. Рыбаковский // Народонаселение. – 2013. – №3. - С. 4-19.

120. Рябова Л. А. Концепция устойчивого развития и формирование социальной политики в местных сообществах Севера РФ [Текст] / Л. А. Рябова // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2011. № 27. С. 155-163.

121. Рязанцев С. В. Демографическое будущее России [Текст] / С. В. Рязанцев, К. Х. Зоидов // Международные процессы. – 2013. – № 32. – С. 63-75.

122. Саградов А. А. Теория и методы изучения качества населения [Текст] / А. А. Саградов. – М.: Гуманитарный фонд, 1995.

123. Саградов А. А. Экономическая демография [Текст] / А. А. Саградов. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 254 с.

124. Саймон Г. А. Рациональность как процесс и продукт мышления [Электронный ресурс] : пер. с англ. / Г. А. Саймон, пер. К. Б. Козловой и М. А. Бланко. – Режим доступа: http://ecsocman.hse.ru/data/629/779/1217/3_1_2simon.pdf (01.03.2017).

125. Системы имитационного моделирования [Электронный ресурс] / Элина-Компьютер. – Режим доступа: http://www.gpss.ru/rhsyst_w.html (01.03.2017).

126. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов [Электронный ресурс] / А. Смит. – Режим доступа: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Econom/smit/smit_1.pdf (01.03.2017).

127. Староверов О. В. Азы математической демографии [Текст] / О. В. Староверов. – М. : Наука, 1997. – 158 с. : ил.

128. Староверов О. В. Отдельные модели экономической социологии [Текст] / О. В. Староверов ; Центр. экон.-мат. ин-т РАН. – М. : Наука, 2006. – 232 с.

129. Статистический анализ в демографии [Текст] : сб. ст. / Под ред. А. Г. Волкова. – М. : Статистика, 1980. – 167 с. : ил. – (Новое в зарубежной демографии).

130. Сукнева С. А. Арктическая зона Северо-Востока России: проблемы демографического развития [Текст] / С. А. Сукнева // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 25. – С. 13-16.

131. Тарасьев А. А. Построение прогноза миграционных потоков в регионы России [Текст] / А. А. Тарасьев // Экономика региона. – 2013. – № 2. – С. 192-199.

132. Татаркин А. И., Некрасов А.А. Теоретико-методологические подходы к оценке стратегий городов-миллионников: роль местного сообщества [Текст] // Управленец. – 2014. – № 1(47). – С. 19-25.

133. Тихомиров Н. П. Демография. Методы анализа и прогнозирования [Текст] / Н. П. Тихомиров. – М. : Экзмен, 2005. – 256 с.

134. Тихомиров Н. П. Статистические методы анализа воспроизводства населения [Текст] / Н. П. Тихомиров. – М. : Финансы и статистика, 1984. – 231 с.

135. Урланис Б. Ц. Эволюция продолжительности жизни [Текст] / Б. Ц. Урланис. – М. : Статистика, 1978. – 309 с. : ил.

136. Урманов Д. В. Локальные территории в пространственном развитии системы «центр - периферия» региона / Д. В. Урманов // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 339. – С. 127-130.

137. Фаттахов М. Р. Агент-ориентированная модель социально-экономического развития мегаполисов (на примере г. Москвы) : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13: защищена 13.02.12 / Фаттахов Марат Рафаэлевич. – М., 2012. – 197 с.

138. Фаттахов М. Р. Агент-ориентированная модель социально-экономического развития Москвы [Текст] / М. Р. Фаттахов // Экономика и математические методы. – 2013. – № 2. – С. 30-43.

139. Фаттахов Р. В. Городское расселение В России за 50 лет: оценка тенденций и перспектив [Текст] / Р. В. Фаттахов, М. М. Низамутдинов // Экономика и математические методы. – 2014. – № 2. – С. 24-34.

140. Фаузер В. В. Демографические проблемы северных регионов России: сокращение численности населения и снижение рождаемости [Текст] / В.В. Фаузер // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. Вестник НИЦ КПУВИ СыктГУ. – 2015. – № 1. – С. 129-144.

141. Фаузер В. В. Демографический потенциал северных регионов России – фактор и условие экономического освоения Арктики [Текст] // Экономика региона. – 2014. – № 4. – С. 69-81.

142. Фаузер В. В. Оценка роли миграций в формировании населения Республики Коми [Текст] / В.В. Фаузер // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. Вестник НИЦ КПУВИ СыктГУ. – 2014. – № 4. – С. 170-183.

143. Фаузер В. В. Основные тенденции расселения населения в районах Севера [Текст] / В.В. Фаузер, Г.Н. Фаузер // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. Вестник НИЦ КПУВИ СыктГУ. – 2013. – № 1. – С. 152-179.

144. Фаузер В. В. Продолжительность жизни и факторы убыли населения Республики Коми [Текст] / В.В. Фаузер, Т.С. Лыткина, Г.Н. Фаузер, И.А. Матлах // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. Вестник НИЦ КПУВИ СыктГУ. – 2015. – № 3. – С. 134-150.

145. Фаузер В. В., Стукалов И. Е., Конакова О. И. Влияние демографических процессов и образовательной системы на экономическое развитие региона [Текст] / В. В. Фаузер, И. Е. Стукалов, О. И. Конакова. – Сыктывкар, 2007. – 140 с.

146. Фаузер В. В. Республика Коми в XX веке: демография, расселение, миграция [Текст] / В. В. Фаузер, Е. Н. Рожкин, Г. В. Загайнова. – Сыктывкар, 2001. – 124 с.

147. Фаузер В. В. Население северных регионов: от количественных показателей к качественному измерению [Текст] / В. В. Фаузер, Т.С. Лыткина, Г. Н. Фаузер, В.А. Залевский. – Сыктывкар. : Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2016. – 240 с. – (Б-ка демографа; вып. 17).

148. Фаузер В. В., Черных А. И. Профессиональное и дополнительное образование: историко-социологический анализ [Текст] / В. В. Фаузер, А. И. Черных. – Сыктывкар: Изд-во Коми пед. ин-та, 2006. – 124 с.

149. Филлипов Ю., Гассий В. Развитие местных сообществ [Текст] / Ю. Филлипов, В. Гассий // Муниципальная власть. – 2004. – № 11-12. – С. 64-72.

150. Форрестер Дж. Динамика развития города [Текст] : пер. с англ. / Дж. Форрестер. – М. : Прогресс, 1974. – 281 с.

151. Форрестер Дж. Мировая динамика [Текст] : пер. с англ. / Дж. Форрестер. – М. : АСТ ; СПб. : Terra Fantastica, 2003. – 379 с. – (Philosophy).

152. Человеческий потенциал российских регионов [Текст] / Н. М. Римашевская [и др.] // Народонаселение. – 2013. – №3. - С. 82-141.

153. Черешнев В.А., Куклин А.А., Черепанова А.В. Теоретико-методический подход к прогнозированию социально-демографического развития региона [Текст] // Экономика региона. – 2010. – № 2. – С. 38-66.

154. Чичканов В.П., Васильева А.В., Быстрой Г.Н., Охотников С.А. Прогнозная оценка демографического развития России [Текст] // Экономика региона. – 2015. – № 2(42). – С. 313-320.

155. Чичканов В. П., Куклин А. А., Быстрой Г. П., Васильева А. В. Выявление социально-экономических причин репродуктивного кризиса и

прогнозирование воспроизводства населения в России методами нелинейной динамики // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2015. – № 11. – с. 125-134.

156. Шеломенцев А.Г., Козлова О.А., Бедрина Е.Б., Терентьева Т.В. Вопросы применения компаративного анализа в исследованиях демографического развития северных территорий [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 5-3. – С. 679-683.

157. Экономика народонаселения [Текст] / Под ред. В. А. Ионцева. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 668 с.

158. Яворский В. А. Параметрические модели популяционной динамики и их приложение к задачам демографии : дисс. ... канд. физ.-мат. наук : 03.00.02 / Яворский Владислав Антонович. – Долгопрудный, 2002. – 99 с.

Зарубежная литература

159. A Guide to Global Population Projections [Text] / B. C. O'Neill, D. Balk, M. Brickman, M. Ezra // Demographic Research. – 2001. – Vol. 4. – P. 203-288.

160. Agent-Based Computational Demography. Using Simulation to Improve Our Understanding of Demographic Behaviour [Text] / F. C. Billari [et al.] ; edited by F. C. Billari and A. Prskawetz. – Heidelberg : Physica-Verlag, 2003. – 214 p.

161. Barthelemy J. A Stochastic and Flexible Activity Based Model for Large Population. Application to Belgium [Electronic resource] / J Barthelemy, Ph. Toint // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2015. – Vol. 18, №3. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/3/15.html> (01.03.2017).

162. Becker G. S. Human capital [Text] / G. S. Becker. – Chicago: University of Chicago Press, 1993. – 412 p.

163. Biondo A. Return Migration After Brain Drain: A Simulation Approach [Electronic resource] / A. E. Biondo, A. Pluchino, A. Rapisarda // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2013. – Vol. 16, №2. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/2/11.html> (01.03.2017).

164. Blaug M. The quality of population in developing countries, with particular reference to education and training [Text] / M. Blaug. In World population and development: challenges and prospects. – Syracuse Univ. Press, 1979. – P. 361-402.

165. Cioffi-Revilla C. A Methodology for Complex Social Simulations [Electronic resource] / C. Cioffi-Revilla // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2010. – Vol. 13, № 1. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/13/1/7.html> (01.03.2017).

166. Creating Realistic Synthetic Populations at Varying Spatial Scales: A Comparative Critique of Population Synthesis Techniques [Electronic resource] / K. Harland [et al.] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2012. – Vol. 15, № 1. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/15/1/1.html> (01.03.2017).

167. Cutler D. M. Education and Health: Evaluating Theories and Evidence [Electronic resource] / D. M. Cutler, A. Lleras-Muney. – National Bureau of Economic Research, 2006. – 39 p. – Режим доступа: <http://www.nber.org/papers/w12352.pdf> (01.03.2017).

168. Denison E. F. Measuring the contribution of education to economic growth, in the residual factor and economic growth [Text] / E. F. Denison. – Paris: OECD, 1964.

169. Differences In Life Expectancy Due To Race And Educational Differences Are Widening, And Many May Not Catch Up [Text] / S. J. Olshansky [et al.] // Health Affairs. – 2012. – Vol. 31, № 8. – P. 1803-1813.

170. Dublin L. I. The money value of a man [Text] / L. I. Dublin, A. J. Lotka // Southern Economic Journal. – Vol. 14, № 1, P. 98-100.

171. Education - a key determinant of population growth and human well-being [Electronic resource] / IIASA, 2011. – Режим доступа: <http://webarchive.iiasa.ac.at/Admin/INF/PR/2011/2011-07-28.html> (01.03.2017).

172. Epstein J. M. Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up (Complex Adaptive Systems) [Text] / J. M. Epstein, R. L. Axtell. – Cambridge. – The MIT Press, 1996. – 228 p.

173. Epstein J. M. Remarks on the Foundations of Agent-Based Generative Social Science [Electronic resource] / J. M. Epstein. – Santa Fe Institute. – 17 p. – Режим доступа: <http://santafe.edu/media/workingpapers/05-06-024.pdf> (01.03.2017).

174. Epstein J. M. Why model? [Electronic resource] / J. Epstein // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2008. – Vol. 11, № 4. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/4/12.html> (01.03.2017).

175. Farr W. On the economic value of the population [Text] // Population and development review. – 2001. – Vol. 27 (3). – P. 565-571.

176. Fellman J. On the history of Hellin's law [Text] / J. Fellman, A. W. Eriksson // Twin research and human genetics. – 2009. – Vol. 12, Is. 02. – P. 83–90.

177. Foerster H. Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026. At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millennia [Text] / H. Foerster, P. Mora, L. Amiot // Science. – 1960. – № 132. – P. 1291-1295.

178. Grech V. Declining male births with increasing geographical latitude in Europe [Text] / V. Grech, P. Vassallo-Agius, C. Savona-Ventura // J Epidemiol Community Health. – 2000. – Vol. 54, Is. 4. – P. 244-246.

179. Handbook of Computational Economics. Volume 2: Agent-Based Computational Economics [Text] / L. Tesfatsion [et al.] ; edited by L. Tesfatsion and K. L. Judd. – Elsevier ; North-Holland, 2006. – 905 p.

180. Hills T. Population Heterogeneity and Individual Differences in an Assortative Agent-Based Marriage and Divorce Model ... [Electronic resource] / T. Hills, P. Todd // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2008. – Vol. 11, № 4. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/4/5.html> (01.03.2017).

181. Human Development Report 2014 [Electronic resource] / United Nations Development Programme. – New-York. – 239 p. – Режим доступа: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-en-1.pdf> (01.03.2017).

182. Human Development Report Technical Notes 2014 [Electronic resource] / United Nations Development Programme. – New-York. – 10 p. – Режим доступа: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14_technical_notes.pdf (01.03.2017).

183. Journal of Artificial Societies and Social Simulation [Electronic resource] / University of Surrey. – Режим доступа: http://jasss.soc.surrey.ac.uk/index_by_issue.html (01.03.2017).

184. Kniveton D. Agent-based model simulations of future changes in migration flows for Burkina Faso [Text] / D. Kniveton, C. Smith, S. Wood // Global Environmental Change. – 2011. – Vol. 21. – P. 34-40.

185. Kuznets S. Population and economic growth [Text] / S. Kuznets // Proceedings of the American philosophical society. – 1967. – Vol. 111, № 3. – P. 170-193.

186. Lenormand M. Generating a Synthetic Population of Individuals in Households: Sample-Free Vs Sample-Based Methods [Electronic resource] / M. Lenormand, G. Deffuant // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2013. – Vol. 16, № 4. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/4/12.html> (01.03.2017).

187. Leslie P. H. On the use of matrices in certain population mathematics [Text] / P. H. Whelpton // Biometrika. – 1945. – Vol. 33. – P. 183-212.

188. Lucas R. E. On the mechanics of economic development [Text] / R. E. Lucas // Journal of monetary economics. – 1988. – Vol. 22. – P. 3-42.

189. Lutz W. Demography and Human Development: Education and Population Projections [Text] / W. Lutz, S. KC, IIASA. – New-York: United Nations Development Programme, 2013. – 18 p.

190. Lutz W. Global Human Capital: Integrating Education and Population [Text] / W. Lutz, S. KC // Science. – 2011. – Vol. 333, №. 6042. – P. 587-592.

191. Moore Th. Modeling Education and Advertising with Opinion Dynamics [Electronic resource] / Th. Moore [et al.] // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2015. – Vol. 18, № 2. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/2/7.html> (01.03.2017).

192. PDE Concept [Electronic resource] / International Institute for Applied Systems Analysis. – Режим доступа:

<http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/research>

[Programs/WorldPopulation/Research/PDE-Concept.en.html](http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/research/Programs/WorldPopulation/Research/PDE-Concept.en.html) (01.03.2017).

193. Pearl R. On the Rate of Growth of the Population of the United States Since 1790 and its Mathematical Representation [Text] / R. Pearl, L. J. Reed // *Proceeding of the National Academy of Sciences*. – 1920. – Vol. – P. 275-288.

194. Pedercini M. An overview of the Threshold 21 (T21) Framework [Electronic resource] / M. Pedercini. – Режим доступа: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan028215.pdf> (01.03.2017).

195. Pedercini M. Potential Contribution of Existing Computer-Based Models to Comparative Assessment of Development Options [Electronic resource] / M. Pedercini. – Bergen : University of Bergen, 2003. – 43 p. – Режим доступа: <http://folk.uib.no/sinem/WPSD/WPSD2.03PlanningModels.pdf> (01.03.2017).

196. Romer P. M. Endogenous technological change [Text] / P. M. Romer // *Journal of political economy*. – 1990. – Vol. 98. – P. 71-102.

197. Romer P. M. Increasing returns and long-run growth [Text] / P. M. Romer // *Journal of political economy*. – 1986. – Vol. 94 (5). – P. 1002-1037.

198. Semi-Artificial Models of Populations: Connecting Demography with Agent-Based Modelling [Electronic resource] / E. Silverman, J. Bijak, J. Noble, J. Hilton, V. Cao. – Режим доступа: <http://www.southampton.ac.uk/clc/documents/wcss2012-v-2.pdf> (01.03.2017).

199. Shultz Th. W. Investing in people. The economics of population quality [Text] / Th. W. Shultz. – Berkeley: University of California Press, 1981. – 173 p.

200. Shultz Th. W. Investment in human capital [Text] / Th. W. Shultz // *American economic review*. – 1961. – Vol. 51. – P. 1-17.

201. Shultz Th. W. The economic value of education [Text] / Th. W. Shultz. – New York: Columbia University Press, 1963.

202. Software and Toolkits for Agent-Based Modeling / Leigh Tesfatsion. – Режим доступа: <http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/acecode.htm> (01.03.2017).

203. Spengler J. J. Population Theory [Text] / J. J. Spengler. – Illinois, 1925.

204. Synthetic Population Dynamics: A Model of Household Demography [Electronic resource] / N. Geard, J. M. McCaw, A. Dorin, K. B. Korb, J. McVernon // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2013. – Vol. 16, № 1. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/1/8.html> (01.03.2017).

205. The paradox of declining fertility but increasing twinning rates with advancing maternal age [Text] / S. N. Beemsterboer [et al.] // Hum Reprod. – 2006. – Vol. 21, № 6. – P. 1531-1532.

206. The REMI Model [Electronic resource] / Regional Economic Model, Inc. – Режим доступа: <http://www.remi.com/the-remi-model> (01.03.2017).

207. The “Wedding-Ring”: An agent-based marriage model based on social interaction [Text] / F. C. Billari [et al.] // Demographic research. – 2007. – Vol 17. – Art. 3. – P. 59-82.

208. Walker L. Modelling "Marriage Markets": A Population-Scale Implementation and Parameter Test [Electronic resource] / L. Walker, P. Davis // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2013. – Vol. 16, № 1. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/1/6.html> (01.03.2017).

209. Whelpton P. K. 1936. An empirical method of calculating future population [Text] // P. K. Whelpton. – Journal of the American Statistical Association. – 1936. – № 31. – P. 457-473.

210. When Demography Met Social Simulation: A Tale of Two Modelling Approaches [Electronic resource] / E. Silverman, J. Bijak, J. Hilton, V. Dung Cao, J. Noble // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2013. – Vol. 16, № 4. – Режим доступа: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/4/9.html> (01.03.2017).

211. World Development Indicators [Electronic resource] // Режим доступа: <http://wdi.worldbank.org/tables> (01.03.2017).

212. World Development Report 2015 [Electronic resource] // Режим доступа: <http://worldbank.org/en/publication/wdr2015> (01.03.2017).

213. World Population Data Sheet 2014 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.prb.org/Publications/Datasheets.aspx> (01.03.2017).

214. World Population Prospects: The 2015 Revision [Electronic resource] // Режим доступа: <http://esa.un.org/unpd/wpp/> (01.03.2017).

215. World Population Prospects: The 2012 Revision, Methodology of the United Nations Population Estimates and Projections [Text] / New York: United Nations, 2013. – 54 p.

216. Wu J. Agent-based simulation of the spatial evolution of the historical population in China [Text] / J. Wu, R. Mohamed, Zh. Wang // Journal of Historical Geography. – 2011. – №. 37. – P. 12-21.

217. Zhang Q. Agent based modeling of population dynamics in municipalities: Migration in the Derbyshire & Nottinghamshire cases in the UK [Electronic resource] / Q. Zhang, W. Jager. – University of Groningen, 2011. – 52 p. – Режим доступа: http://rug.nl/staff/w.jager/zhang_jager_2011_population_dynamics.pdf (01.03.2017).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Информационная база для моделирования исходного населения.

1.1. Численность исходного населения по типам поселений и 1-летним половозрастным группам (на примере г. Сыктывкара) на начало 2016 г.

Возраст	Городское население		Сельское население		Возраст	Городское население		Сельское население		Возраст	Городское население		Сельское население	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины		Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины		Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
0	1913	1817	8	7	34	2089	2366	8	9	68	623	1286	2	5
1	1708	1715	7	7	35	2255	2359	9	9	69	579	1156	2	5
2	1814	1632	7	7	36	2103	2265	8	9	70	570	1153	3	4
3	1706	1619	7	6	37	2102	2209	8	9	71	595	1268	2	5
4	1557	1578	6	6	38	1993	2212	8	9	72	545	1183	2	5
5	1661	1653	7	7	39	2006	2162	8	9	73	542	1130	2	5
6	1723	1621	7	6	40	1757	2073	7	8	74	414	889	2	4
7	1625	1553	7	6	41	1793	2071	7	8	75	311	762	1	3
8	1572	1532	6	6	42	1650	1877	7	8	76	233	624	1	3
9	1508	1364	6	5	43	1698	1831	7	7	77	237	685	1	3
10	1393	1430	6	6	44	1556	1798	6	7	78	220	684	1	3
11	1481	1426	6	6	45	1458	1725	6	7	79	177	576	1	2
12	1470	1462	6	6	46	1432	1640	6	7	80	163	590	1	2
13	1476	1397	6	6	47	1348	1542	5	6	81	143	518	1	2
14	1286	1206	5	5	48	1282	1561	5	6	82	137	509	1	2
15	1348	1239	5	5	49	1308	1585	5	6	83	100	397	0	2
16	1264	1328	5	5	50	1304	1629	5	7	84	72	360	0	1
17	1512	1443	6	6	51	1419	1627	6	7	85	43	285	0	1
18	1454	1728	6	7	52	1389	1808	6	7	86	48	232	0	1
19	1355	1864	5	7	53	1494	1962	6	8	87	23	186	0	1
20	1360	1702	5	7	54	1459	2087	6	8	88	19	133	0	1
21	1567	1868	6	7	55	1571	2089	6	8	89	17	82	0	0
22	1497	1815	6	7	56	1453	2006	6	8	90	7	55	0	0
23	1993	2211	8	9	57	1383	1978	6	8	91	6	48	0	0
24	2093	2278	8	9	58	1283	2032	5	8	92	4	34	0	0
25	2072	2429	8	10	59	1245	1858	5	7	93	2	15	0	0
26	1949	2430	8	10	60	1224	1826	5	7	94	2	17	0	0
27	2137	2432	9	10	61	1199	1891	5	8	95	3	12	0	0
28	2315	2511	9	10	62	1073	1632	4	7	96	1	11	0	0
29	2538	2678	10	11	63	1000	1739	4	7	97	0	10	0	0
30	2427	2591	10	10	64	1012	1650	4	7	98	1	3	0	0
31	2595	2677	10	11	65	951	1718	4	7	99	0	2	0	0
32	2504	2670	10	11	66	1053	1779	4	7	100	1	2	0	0
33	2423	2491	10	10	67	703	1319	3	5	101	0	1	0	0

1.2. Распределение женщин Республики Коми по числу рожденных детей, типу поселения и возрастным группам (по итогам Микрореписи-2015)

Возраст женщин	Число детей					
	0	1	2	3	4	5 и более
Городское население						
15-17	0,9627	0,9925	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
18-19	0,8632	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
20-24	0,6583	0,9388	0,9928	0,9964	1,0000	1,0000
25-29	0,2934	0,7725	0,9820	0,9960	1,0000	1,0000
30-34	0,1304	0,5940	0,9441	0,9944	0,9981	1,0000
35-39	0,1162	0,5391	0,9178	0,9920	0,9980	1,0000
40-44	0,0785	0,5012	0,9215	0,9885	0,9931	1,0000
45-49	0,0691	0,5111	0,9358	0,9827	0,9926	1,0000
50-54	0,0478	0,3992	0,8919	0,9854	0,9979	1,0000
55-59	0,0486	0,2588	0,8560	0,9844	0,9961	1,0000
60-69	0,0517	0,2829	0,8243	0,9780	0,9897	1,0000
70-79	0,0812	0,2932	0,7801	0,9319	0,9791	1,0000
80 и более	0,0473	0,2663	0,6391	0,8698	0,9763	1,0000
Сельское население						
15-17	0,9796	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
18-19	0,7931	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
20-24	0,4692	0,8231	0,9769	1,0000	1,0000	1,0000
25-29	0,1554	0,6056	0,9402	0,9920	1,0000	1,0000
30-34	0,0915	0,4437	0,8838	1,0000	1,0000	1,0000
35-39	0,0843	0,3985	0,8046	0,9502	0,9923	1,0000
40-44	0,0759	0,3586	0,8000	0,9552	0,9931	1,0000
45-49	0,0593	0,2846	0,7945	0,9368	0,9881	1,0000
50-54	0,0574	0,2219	0,7493	0,9582	0,9896	1,0000
55-59	0,0619	0,2113	0,7088	0,9278	0,9742	1,0000
60-69	0,0667	0,2141	0,6566	0,8808	0,9616	1,0000
70-79	0,0381	0,1525	0,5212	0,7924	0,8856	1,0000
80 и более	0,0315	0,1102	0,3465	0,6299	0,8268	1,0000

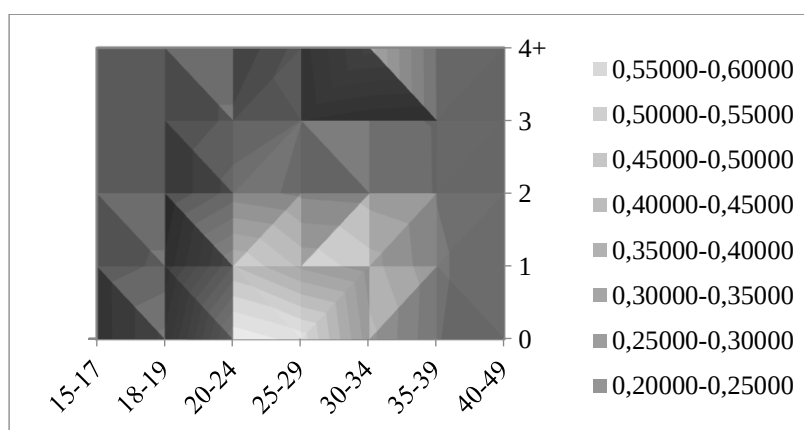
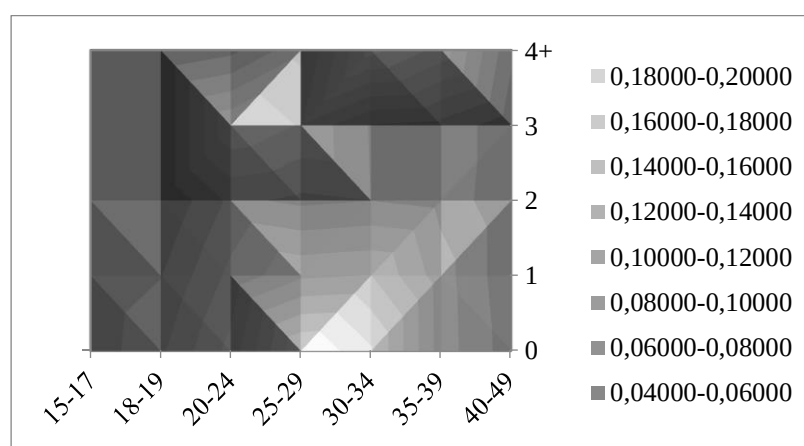
**1.3. Распределение населения по образовательному уровню, территориям и
половозрастным группам (на примере г. Сыктывкара) по итогам
Микропереписи-2015.**

СЫКТЫВКАР	Без образования	Начальное	Основное общее	Среднее полное	Начальное проф.	Среднее проф.	Неполное высшее	Бакалавриат	Специалитет	Магистратура	Послевузовское
Мужчины в возрасте 15 лет и более	15-17	0,009	0,174	0,863	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	18-19	0,007	0,015	0,216	0,700	0,790	0,967	1,000	1,000	1,000	1,000
	20-24	0,010	0,017	0,118	0,295	0,374	0,698	0,884	0,891	0,995	0,997
	25-29	0,008	0,016	0,104	0,218	0,283	0,625	0,705	0,717	0,981	0,989
	30-34	0,007	0,014	0,104	0,223	0,292	0,652	0,701	0,714	0,982	0,988
	35-39	0,006	0,012	0,074	0,188	0,261	0,685	0,717	0,726	0,986	0,990
	40-44	0,007	0,014	0,053	0,174	0,248	0,719	0,744	0,747	0,990	0,993
	45-49	0,007	0,014	0,063	0,222	0,295	0,744	0,761	0,762	0,991	0,993
	50-54	0,006	0,016	0,081	0,244	0,309	0,740	0,754	0,755	0,992	0,993
	55-59	0,007	0,027	0,132	0,279	0,345	0,736	0,751	0,751	0,992	0,993
	60-64	0,006	0,032	0,162	0,284	0,337	0,684	0,701	0,702	0,990	0,991
	65-69	0,006	0,078	0,256	0,363	0,412	0,707	0,721	0,722	0,990	0,991
	70-...	0,008	0,193	0,360	0,429	0,468	0,732	0,745	0,745	0,993	0,993
Женщины в возрасте 15 лет и более	15-17	0,007	0,155	0,840	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	18-19	0,004	0,007	0,166	0,823	0,865	0,942	1,000	1,000	1,000	1,000
	20-24	0,007	0,010	0,052	0,221	0,263	0,530	0,814	0,827	0,993	0,996
	25-29	0,005	0,008	0,039	0,117	0,153	0,454	0,537	0,556	0,974	0,985
	30-34	0,004	0,005	0,041	0,122	0,159	0,497	0,547	0,563	0,976	0,985
	35-39	0,002	0,005	0,037	0,112	0,149	0,555	0,589	0,599	0,980	0,987
	40-44	0,003	0,005	0,027	0,095	0,140	0,609	0,631	0,635	0,987	0,989
	45-49	0,002	0,006	0,032	0,127	0,173	0,669	0,684	0,686	0,992	0,993
	50-54	0,002	0,006	0,040	0,146	0,190	0,685	0,697	0,698	0,993	0,994
	55-59	0,001	0,011	0,078	0,189	0,233	0,722	0,730	0,730	0,994	0,995
	60-64	0,000	0,021	0,114	0,222	0,263	0,729	0,738	0,740	0,995	0,995
	65-69	0,002	0,071	0,222	0,330	0,361	0,726	0,735	0,736	0,996	0,996
	70-...	0,021	0,234	0,424	0,507	0,535	0,828	0,838	0,838	0,997	0,997

Информационная база для определения начальных вероятностей событий

2.1. Родившиеся живыми по возрасту матери, очередности рождения и типу поселения (2013-2015 гг.)

	Возраст матери	Число детей				
		0	1	2	3	4 и более
Город	15-17	0,00766	0,00443	0,00000	0,00000	0,00000
	18-19	0,03615	0,01925	0,00000	0,00000	0,00000
	20-24	0,08682	0,06573	0,04462	0,09761	0,01394
	25-29	0,18126	0,09670	0,03559	0,07850	0,05495
	30-34	0,14323	0,10078	0,03978	0,03834	0,14733
	35-39	0,05044	0,04927	0,03353	0,03344	0,11274
	40-49	0,00903	0,00467	0,00441	0,00731	0,02452
Село	15-17	0,01667	0,01818	0,00000	0,00000	0,00000
	18-19	0,16597	0,06408	0,00000	0,00000	0,00000
	20-24	0,59216	0,35239	0,12338	0,06382	0,00000
	25-29	0,52957	0,23935	0,08966	0,10042	0,12553
	30-34	0,21722	0,17309	0,07867	0,06040	0,32298
	35-39	0,05313	0,06020	0,04787	0,04740	0,04442
	40-49	0,00435	0,00463	0,00454	0,00711	0,01016



2.2. Число умерших по полу, возрасту и типу поселения (2013-2015 гг.)

Возраст	Городское		Сельское	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
до 1 года	0,00576	0,00417	0,00671	0,00703
1-4	0,00038	0,00045	0,00053	0,00026
5-9	0,00016	0,00021	0,00052	0,00012
10-14	0,00019	0,00016	0,00049	0,00026
15-19	0,00082	0,00031	0,00351	0,00097
20-24	0,00216	0,00057	0,00765	0,00104
25-29	0,00333	0,00100	0,00800	0,00282
30-34	0,00498	0,00134	0,00855	0,00340
35-39	0,00651	0,00230	0,01040	0,00403
40-44	0,00856	0,00279	0,01309	0,00396
45-49	0,01351	0,00438	0,01608	0,00702
50-54	0,02032	0,00667	0,02662	0,00791
55-59	0,02650	0,00862	0,03039	0,01149
60-64	0,03689	0,01172	0,03936	0,01498
65-69	0,03619	0,01466	0,03887	0,01437
70-74	0,09932	0,04148	0,10856	0,04520
75-79	0,09138	0,04741	0,10636	0,05323
80-84	0,13406	0,08825	0,14563	0,10168
85 и более	0,18208	0,16817	0,17120	0,17383

2.3. Число мигрантов по полу, возрасту, поселениям и направлениям миграции.

2.3.1. Вероятности миграции по районам и видам (2013-2015 гг.)

№	Район	Прибывшие			Выбывшие		
		Внутренняя	Между регионами	Между-народная	Внутренняя	Между регионами	Между-народная
1	Сыктывкар	0,02077	0,00774	0,00246	0,01307	0,01474	0,00252
2	Воркута	0,00465	0,03235	0,00596	0,00561	0,06547	0,00200
3	Вуктыл	0,01629	0,01653	0,00016	0,03056	0,03960	0,00045
4	Инта	0,01245	0,02533	0,00258	0,01525	0,04919	0,00099
5	Печора	0,02311	0,01648	0,00187	0,02487	0,02890	0,00090
6	Сосногорск	0,02148	0,01088	0,00238	0,02096	0,02162	0,00194
7	Усинск	0,01368	0,04202	0,00528	0,01560	0,05898	0,00236
8	Ухта	0,01903	0,01382	0,00131	0,01288	0,02564	0,00056
9	Ижемский	0,02529	0,00480	0,00000	0,03486	0,00801	0,00004
10	Княжпогостский	0,01680	0,00812	0,00003	0,03416	0,02006	0,00026
11	Койгородский	0,03704	0,00858	0,00021	0,05108	0,01434	0,00013
12	Корткеросский	0,04289	0,00529	0,00019	0,04882	0,00797	0,00037
13	Прилузский	0,01474	0,00673	0,00002	0,03007	0,01381	0,00007
14	Сыктывдинский	0,04853	0,00585	0,00081	0,04064	0,00893	0,00033
15	Сысольский	0,03134	0,00578	0,00060	0,03895	0,00844	0,00005
16	Троицко-Печорский	0,02071	0,00941	0,00006	0,03967	0,02040	0,00008
17	Удорский	0,04072	0,01170	0,00018	0,05650	0,02140	0,00007
18	Усть-Вымский	0,01959	0,00967	0,00072	0,02800	0,01722	0,00036
19	Усть-Куломский	0,02819	0,00472	0,00034	0,04278	0,00760	0,00015
20	Усть-Цилемский	0,03429	0,00863	0,00006	0,04850	0,01373	0,00006

2.3.2. Накопленные вероятности миграции по полу, возрасту и видам
(2013-2015 гг.)

Пол	Возраст	Прибывшие			Выбывшие		
		Внутренняя	Между регионами	Между-народная	Внутренняя	Между регионами	Между-народная
Мужчины	0-9	0,06459	0,04947	0,01581	0,06459	0,03720	0,02486
	10-14	0,08294	0,06422	0,02742	0,08294	0,05239	0,03729
	15-19	0,16046	0,10533	0,05705	0,16046	0,09520	0,07459
	20-24	0,21114	0,18165	0,17454	0,21114	0,15799	0,18896
	25-29	0,27531	0,26295	0,28423	0,27531	0,22622	0,28195
	30-39	0,35416	0,36953	0,44055	0,35416	0,31041	0,42069
	40-49	0,39613	0,43229	0,56145	0,39613	0,36091	0,53406
	50-54	0,41633	0,46214	0,61449	0,41633	0,39669	0,59025
	55-59	0,43258	0,48189	0,64652	0,43258	0,43470	0,63352
	60 лет и более	0,45634	0,50402	0,66954	0,45634	0,47295	0,67280
Женщины	0-9	0,51750	0,54747	0,69115	0,51750	0,50876	0,69866
	10-14	0,53623	0,56162	0,69916	0,53623	0,52348	0,70960
	15-19	0,62994	0,60413	0,71637	0,62994	0,57405	0,72054
	20-24	0,71294	0,69002	0,75761	0,71294	0,65250	0,75435
	25-29	0,80060	0,77598	0,80224	0,80060	0,72908	0,79960
	30-39	0,88130	0,86680	0,87550	0,88130	0,81035	0,86176
	40-49	0,91775	0,91133	0,92674	0,91775	0,85190	0,90303
	50-54	0,93781	0,93742	0,94756	0,93781	0,89687	0,93138
	55-59	0,95654	0,95641	0,96497	0,95654	0,93937	0,95425
	60 лет и более	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

2.4. Учреждения профессионального образования Республики Коми по городам и районам.

Города и районы	Начальное проф. образование		Среднее проф. образование		Высшее проф. образование	
	Учрежде-ний, ед.	Учащихся на 10 000 чел. насел.	Учрежде-ний, ед.	Учащихся на 10 000 чел. насел.	Учрежде-ний, ед.	Учащихся на 10 000 чел. насел.
Республика Коми	21	86	37	162	19 (13)*	345 (313)
Сыктывкар	7	134	15	227	9 (8)	757 (723)
Воркута	1	77	5	206	4 (2)	166 (108)
Вуктыл	-	-	-	-	-	-
Инта	1	71	2	67	-	-
Печора	1	121	2	215	-	-
Сосногорск	2	115	2	30	-	-
Усинск	1	48	1	92	1 (1)	166 (166)
Ухта	1	75	4	312	5 (2)	720 (605)
районы						
Ижемский	1	98	1	18	-	-
Княжпогостский	1	57	1	19	-	-
Койгородский	-	-	1	5	-	-
Корткеросский	1	45	-	-	-	-
Прилузский	-	-	1	15	-	-
Сыктывдинский	-	-	1	319	-	-
Сысольский	1	115	-	-	-	-
Троицко-Печорский	1	70	-	-	-	-
Удорский	-	-	-	-	-	-
Усть-Вымский	1	100	-	-	-	-
Усть-Куломский	1	22	1	21	-	-
Усть-Цилемский	-	-	-	-	-	-

* - в скобках указано число государственных учреждений высшего профессионального образования и их учащихся.

Демографические гипотезы (сценарии)

3.1. Гипотезы изменения суммарного коэффициента рождаемости

Сценарий	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Оптимистичный	2,00	2,01	2,03	2,04	2,06	2,07	2,09	2,10
Базовый	2,00	2,01	2,01	2,02	2,03	2,04	2,04	2,05
Консервативный	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Сценарий	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Оптимистичный	2,10	2,11	2,13	2,14	2,16	2,17	2,19	2,20
Базовый	2,05	2,06	2,06	2,07	2,08	2,09	2,09	2,10
Консервативный	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

3.2. Гипотезы изменения ожидаемой продолжительности жизни при рождении у мужчин и женщин

Мужчины

Сценарий	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Оптимистичный	63,30	63,77	64,25	64,72	65,19	65,67	66,14	66,61
Базовый	63,30	63,73	64,15	64,58	65,01	65,43	65,86	66,29
Консервативный	63,30	63,69	64,07	64,46	64,85	65,23	65,62	66,01
Сценарий	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Оптимистичный	67,09	67,56	68,03	68,51	68,98	69,45	69,93	70,40
Базовый	66,71	67,14	67,57	67,99	68,42	68,85	69,27	69,70
Консервативный	66,39	66,78	67,17	67,55	67,94	68,33	68,71	69,10

Женщины

Сценарий	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Оптимистичный	75,70	76,05	76,41	76,76	77,11	77,47	77,82	78,17
Базовый	75,70	75,96	76,22	76,48	76,74	77,00	77,26	77,52
Консервативный	75,70	75,87	76,03	76,20	76,37	76,53	76,70	76,87
Сценарий	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Оптимистичный	78,53	78,88	79,23	79,59	79,94	80,29	80,65	81,00
Базовый	77,78	78,04	78,30	78,56	78,82	79,08	79,34	79,60
Консервативный	77,03	77,20	77,37	77,53	77,70	77,87	78,03	78,20

3.3. Миграционные гипотезы

3.3.1. Ключевые инвестиционные проекты Республики Коми.

№	Название	Год начала	Год окончания	Стоимость, млн. руб.
Транспорт				
1	«Система магистральных газопроводов Бованенково – Ухта»	2007	2018	664000
2	«Система магистральных газопроводов Ухта-Торжок. II нитка (Ямал)»	2015	2019	217000
3	Создание и реконструкция автомобильной дороги «Сыктывкар – Ухта – Печора – Усинск – Нарьян-Мар» на участках пос.Малая Пера- пос.Ираель, пос.Ираель – пос.Каджером	2016	2019	10100
4	Реконструкция автомобильной дороги «Ухта – Троицко-Печорск»	2014	2024	1851
5	Строительство цеха по ремонту и обслуживанию путевой техники ПМС – 110 ст. Кожва	2005	2020	776,5
6	Строительство железнодорожной магистрали «Белкомур» (Архангельск – Сыктывкар – Пермь (Соликамск))	2015	2020	248919
7	Организация авиаперевозок на воздушном судне ЕМВ-145	2014	2021	2072,1
8	Организация авиаперевозок на воздушном судне L-410	2013	2023	1159,6
Инфраструктура				
9	«Строительство ВЛ 110 кВ «Соколовка – Пажга» с расширением ПС 110/10 кВ «Соколовка», ПС 110/10 кВ «Пажга»	2020	-	568,6
10	Проект развития коммунального хозяйства г. Сыктывкар (составная часть Инвестиционной программы ОАО «Сыктывкарский Водоканал» в сфере водоснабжения и водоотведения)	2004	2019	778,05
11	Строительство высоковольтных линий ВЛ 110 кВ «Сыктывкар – Краснозатонская»	2008	2019	887,44
12	Строительство высоковольтных линий ВЛ 110 кВ «Зеленоборск – Ижма»	2009	2019	1027,9
13	Индустриальный парк «Човью»	-	2020	19500
14	Оптимизация и повышение надежности теплоснабжения г.Воркута	2011	2020	3109,1
15	Водохранилище г.Микунь	2013	2018	1038,6
16	Создание и развертывание высотной телекоммуникационной платформы с целью видео и радиолокационного мониторинга экологической, лесопожарной, ледовой и гидрометеорологической обстановки, обеспечения связью аварийно-спасательных центров, хозяйственных и оборонных объектов. Организация сборочного производства в г. Сыктывкар I очередь: создание экспериментального образца высотной телекоммуникационной платформы для обеспечения потребностей МО ГО «Воркута»	2017	2020	667,5
17	Создание трансарктической береговой волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) вдоль шельфа Северного ледовитого океана для формирования надежной телекоммуникационной инфраструктуры Арктического региона (далее - АЗРФ), обеспечения связью объектов обороны и безопасности, портов и хозяйствующих субъектов по трассе Северного морского пути. I очередь ВОЛС: «Архангельск-Воркута-УстьКара-Амдерма»	2017	2020	2115
18	Восстановление технического состояния основного и вспомогательного оборудования ООО «Воркутинские ТЭЦ»	2017	2019	1700
19	Газификация Воркутинской ЦВК и перевод нагрузки с Воркутинской ТЭЦ-1 и на ЦВК, закрытие Воркутинской ТЭЦ-1	2017	2018	483
20	Строительство ВЛ 220 кВ «Печорская ГРЭС – Ухта - Микунь»	2010	2019	9582,12

Социальные объекты и туризм				
21	Санаторный комплекс в с. Серегово Княжпогостского района	1986	2017	4809,9
22	Создание радиологического отделения Коми Республиканского онкологического диспансера по ул. Гаражной в г. Сыктывкаре	2012	2022	506,04
23	Республиканская инфекционная больница в г. Сыктывкаре	2016	2018	1707,548
24	Пристройка хирургического корпуса в п. Шудаяг	2015	2022	3271,101
25	Строительство многоквартирных домов в рамках мероприятий по переселению граждан из аварийного жилого фонда (МОМР «Печора»)	2013	2017	1135
26	Квартал малоэтажной застройки» в с. Выльгорт, Сыктывдинского района	2011	2018	954,5
27	Строительство новых корпусов в капитальном исполнении на территории ГБУ РК «Республиканский Летский психоневрологический интернат» на 250 коек койко-мест	2018	2020	989,42
28	Расширение республиканского Тентюковского дома-интерната для престарелых и инвалидов на 90 мест в г. Сыктывкаре	2018	2020	416,2
29	Строительство школы на 400 мест с пришкольным интернатом на 20 мест с. Мохча Ижемского района	2015	2022	1253,382
30	Центр научно-технического творчества на территории Финно-угорского этнокультурного парка	2017	2018	903
31	Строительство Государственного театра оперы и балета Республики Коми	2017	2020	2560
32	Школа на 1200 мест по ул. Петрозаводская в г. Сыктывкаре Республики Коми	2016	2017	820,03
33	Средняя общеобразовательная школа в г. Сыктывкаре, пг. Краснозатонский по ул. Новозатонская на 600 мест	2018	2025	600
34	Средняя общеобразовательная школа в г. Сыктывкаре в Эжвинском районе (в р-не МОУ СОШ № 30 в IV мкр.) на 600 мест	2018	2025	600
35	Средняя общеобразовательная школа в г. Сыктывкаре, в районе ул. Ручейной на 600 мест	2018	2025	600
36	Средняя общеобразовательная школа в г. Сыктывкаре, в районе перекрестка ул. Куратова-ул. Пушкина на 800 мест	2018	2025	750
37	Средняя общеобразовательная школа в г. Сыктывкаре в ЖК «Югд чой» по Октябрьскому пр. на 450 мест	2018	2025	600
38	Общеобразовательная школа в г. Усинск на 825 мест	2018	2025	900
39	Средняя общеобразовательная школа в г. Ухта в VI квартале на 900 мест	2018	2025	950
40	Средняя общеобразовательная школа в Сысольском районе с. Визинга на 501 место	2018	2025	524
Добыча полезных ископаемых				
41	Обустройство Среднемакарихинского нефтяного месторождения	2008	2017	8946
42	Строительство вертикально-интегрированного горно-металлургического комплекса по переработке титановых руд и кварцевых (стекольных) песков Пижемского месторождения	2011	2030	35000
43	Проект освоения Восточно-Ламбейшорского нефтяного месторождения	2012	2018	31300,7
44	Строительство ГОК «Усинский 3» в пределах шахтного поля № 3 Усинского месторождения коксующегося угля	2012	2020	90000
45	Освоение шахтного поля № 1 Усинского угольного месторождения	2012	2020	34000
46	Геологоразведочные работы по приросту запасов золота и начало промышленного освоения месторождения Чудное	2010	2020	7000
47	Разведка, разработка и добыча углеводородного сырья на лицензионных участках Интинского района	2011	2021	59806
48	Ярегский горно-химический комплекс, мощностью 650 тыс. т в год по добыче и переработке руды	2016	2022	38226,7
49	Добыча каменного угля открытым способом в г. Воркута углеразрез «Промежуточный»	2014	2024	2300

50	Разработка Ярегского нефтяного месторождения	2005	2039	13000,1
51	Разработка Кыртаельского месторождения	2004	2040	21555,5
52	Разработка Пермоярбоновой залежи Усинского месторождения	2004	2045	31114,2
Лесная промышленность				
53	Создание завода по производству биоэтанола	2016	2019	9600
54	Создание лесоперерабатывающего производства по глубокой переработке древесины ООО «Промтехинвест» в Республике Коми	2016	2019	325
55	Техническое перевооружение деревообрабатывающего комплекса по производству древесинных плит в гп. Жешарт Республики Коми (ООО «Жешартский ЛПК»)	2015	2017	379
56	Модернизация объектов лесоперерабатывающей инфраструктуры ООО «Лузалес» по глубокой переработке древесины, с созданием биоэнергетических объектов	2016	2021	1011
Сельское хозяйство				
57	«Реконструкция и модернизация свиноводческого комплекса в составе ОАО «Птицефабрика Зеленецкая», Сыктывдинский район	2009	2016	1186,5
58	Ферма крупного рогатого скота беспривязного содержания на 1200 голов в п. Гуляшор Прилузского района Республики Коми	2015	2017	640,23
59	Строительство животноводческого комплекса на 1200 голов крупного рогатого скота в с. Пыелдино Сысольского района Республики Коми	2017	2019	500
60	Строительство тепличного комплекса площадью 33 га для выращивания овощной продукции на территории города Емва Княжпогостского района Республики Коми	2016	2019	9130

3.3.2. Прогноз воздействия реализации ключевых инвестиционных проектов на миграционные потоки Республики Коми

Номер проекта	Районы воздействия	Год начала	Год окончания	Сила воздействия		
				Отрасль	Масштаб	Итого
1	8, 5, 4, 2	2007	2018	4	5	8,0
2	8	2015	2019	4	5	8,0
3	1, 8, 5, 7	2016	2019	4	4	6,4
4	8, 16	2014	2024	4	3	4,8
5	5	2005	2020	4	2	3,2
6	1, 18	2015	2020	4	5	8,0
7	1, 8	2014	2021	4	4	6,4
8	1, 8	2013	2023	4	3	4,8
9	14	2020	-	3	1	1,2
10	1	2004	2019	3	2	2,4
11	1	2008	2019	3	2	2,4
12	5, 9	2009	2019	3	3	3,6
13	1	-	2020	3	4	4,8
14	2	2011	2020	3	4	4,8
15	18	2013	2018	3	3	3,6
16	1, 2	2017	2020	3	2	2,4
17	2	2017	2020	3	3	3,6
18	2	2017	2019	3	3	3,6

19	2	2017	2018	3	1	1,2
20	5, 8, 18	2010	2019	3	4	4,8
21	10	1986	2017	1	4	1,6
22	1	2012	2022	1	1	0,4
23	1	2016	2018	1	3	1,2
24	8	2015	2022	1	4	1,6
25	5	2013	2017	1	3	1,2
26	14	2011	2018	1	2	0,8
27	1	2018	2020	1	2	0,8
28	1	2018	2020	1	1	0,4
29	9	2015	2022	1	3	1,2
30	14	2017	2018	1	2	0,8
31	1	2017	2020	1	4	1,6
32	1	2016	2017	1	2	0,8
33	1	2018	2025	1	1	0,4
34	1	2018	2025	1	1	0,4
35	1	2018	2025	1	1	0,4
36	1	2018	2025	1	2	0,8
37	1	2018	2025	1	1	0,4
38	7	2018	2025	1	2	0,8
39	8	2018	2025	1	2	0,8
40	15	2018	2025	1	1	0,4
41	7	2008	2017	5	4	8,0
42	20	2011	2030	5	5	10,0
43	7	2012	2018	5	5	10,0
44	7	2012	2020	5	5	10,0
45	7	2012	2020	5	5	10,0
46	4	2010	2020	5	4	8,0
47	4	2011	2021	5	5	10,0
48	8	2016	2022	5	5	10,0
49	2	2014	2024	5	4	8,0
50	8	2005	2039	5	4	8,0
51	5	2004	2040	5	5	10,0
52	7	2004	2045	5	5	10,0
53	1	2016	2019	2	4	3,2
54	15	2016	2019	2	1	0,8
55	18	2015	2017	2	1	0,8
56	13	2016	2021	2	3	2,4
57	14	2009	2016	2	3	2,4
58	13	2015	2017	2	2	1,6
59	15	2017	2019	2	1	0,8
60	10	2016	2019	2	4	3,2

3.3.3. Миграционные сценарии Республики Коми

Сценарий	Вероятность реализации инвестиционных проектов	Сила воздействия проектов на миграционную привлекательность	
		После начала реализации	После окончания реализации
Инерционный	0%	-	-
Базовый	50%	1 = 0,15%	1 = 0,3%
Оптимистичный	75%	1 = 0,25%	1 = 0,5%

3.4. Образовательные гипотезы

3.4.1. Переход на двухуровневую систему высшего профессионального образования (сокращение доли специалитета в ВПО; рост числа выпускников магистратуры), % от числа выпускников по программам ВПО.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Бакалавриат	41,2	44,6	48,0	51,4	54,7	58,1
Специалитет	56,3	52,1	48,0	43,9	39,8	35,6
Магистратура	2,5	3,7	5,0	6,2	7,5	8,7
	2021	2022	2023	2024	2025	
Бакалавриат	61,5	64,9	68,2	71,6	75,0	
Специалитет	31,5	27,4	23,3	19,1	15,0	
Магистратура	10,0	11,2	12,5	13,7	15,0	

3.4.2. Сокращение выпуска из негосударственных высших образовательных учреждений в 3 раза за 10 лет, % от общего числа выпускников ВПО.

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9

3.4.3. Замещение среднего специального уровня образования прикладным бакалавриатом (доля учащихся по программам СПО от учащихся по программам СПО и ВПО, %).

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
42,2	40,8	39,4	38,0	36,6	35,2	33,8	32,5	31,1	29,7	28,3

Исходный код компьютерной модели

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;

namespace ConsoleApplication1
{
    class Person // Класс Человек
    {
        public byte zone;      // район (1-20)
        public byte age;       // возраст
        public byte education; // уровень образования в годах (0-20)
        public bool male;      // пол: true - мужчина, false - женщина
        public bool urban;     // тип населения: true - городское, false - сельское
        public bool life;      // статус: true - жив, false - мертв

        public Person(byte z, byte a, bool m, bool u) // Конструктор класса (начальное
население)
        {
            this.zone = z;
            this.age = a;
            this.male = m;
            this.urban = u;
            this.life = true;
        }

        public Person(byte z, bool u, double mprob) // Конструктор класса (рождение)
        {
            Random rnd = new Random();
            double rand = rnd.NextDouble();
            if (rand >= mprob) this.male = true;
            else this.male = false;
            this.age = 0;
            this.zone = z;
            this.urban = u;
            this.life = true;
        }

        public void Aging() // Старение
        {
            this.age++;
        }

        public void Death() // Смерть
        {
            this.life = false;
        }
    }
}

```

население: район, тип населения, пол, возрастная группа
 { // 0-19 - № района | 0 - городское, 1 - сельское | 0 - мужчины, 1 -
 женщины | 0-17 - возрастные группы };

```

{
    case 0: // Старение
        people[ii].Aging();
        break;
    case 1: // Рождение
        if (people[ii].male == false && people[ii].age >=
            minra && people[ii].age <= maxra)
            if (rnd.NextDouble() <= 0.03)
                people.Add(new Person(people[ii].zone,
                    people[ii].urban, mprob));
            break;
    case 2: // Смерть
        if (rnd.NextDouble() <= 0.01) people[ii].Death();
        break;
    }
    eventList.RemoveAt(nextEventNum);
} while (eventList.Count > 0);

int yearCount2 = people.Count;
}

for (int i = yearCount; i < people.Count; i++)
    if (rnd.NextDouble() <= 0.5) people[i].Death(); // Младенческая
смертность

year++; // Следующий год
System.Console.WriteLine(yearCount);
} while (year <= horiz); // Правило останова модели

System.Console.WriteLine(people.Count);
System.Console.ReadLine();

    }
}
}

```

Результаты прогноза

5.1. Сценарии демографического развития Республики Коми до 2050 года, тыс.
человек.

Год	Сценарий естественного движения населения								
	Оптимистичный			Базовый			Консервативный		
	Миграционные сценарии								
	Оптимистичный	Базовый	Инерционный	Оптимистичный	Базовый	Инерционный	Оптимистичный	Базовый	Инерционный
2016	856,5	856,5	856,5	856,5	856,8	856,5	856,5	856,5	856,5
2017	850,1	850,5	849,9	850,4	849,9	850,2	849,7	849,7	849,6
2018	844,7	843,9	843,0	843,9	843,4	843,6	842,8	842,8	843,6
2019	839,5	838,0	836,4	837,4	837,0	836,8	836,2	836,2	836,6
2020	833,9	831,9	829,7	831,4	830,9	830,5	830,2	829,3	829,5
2021	828,6	825,9	823,7	825,4	825,0	823,7	824,5	822,7	822,3
2022	823,4	820,2	816,7	820,0	818,9	816,1	818,7	816,2	814,8
2023	818,4	815,3	810,8	814,1	812,5	809,4	812,8	809,1	807,8
2024	813,2	809,7	804,2	808,3	806,5	802,4	806,8	802,1	800,0
2025	808,3	804,0	797,7	802,7	800,8	795,4	800,5	794,6	791,8
2026	803,6	798,6	791,6	797,1	795,0	787,8	793,7	787,7	784,5
2027	799,8	794,0	786,1	791,1	789,0	781,3	787,6	781,2	776,6
2028	795,3	789,0	779,8	785,6	783,0	774,4	781,6	774,1	768,9
2029	790,9	784,1	774,1	780,0	777,3	767,5	775,7	767,3	761,1
2030	786,3	779,0	768,7	774,7	771,4	760,8	769,4	760,0	753,1
2031	782,5	773,5	763,3	769,2	765,7	754,7	762,8	753,0	744,9
2032	778,8	768,2	757,7	763,7	759,6	748,0	755,9	746,0	737,2
2033	774,1	763,2	752,6	758,1	753,3	740,9	749,1	738,7	729,6
2034	769,8	758,1	747,1	752,9	747,4	734,5	742,4	731,5	721,8
2035	765,4	753,3	741,4	747,6	741,6	727,9	735,5	724,8	714,5
2036	760,7	748,2	735,9	742,2	735,9	721,6	728,8	717,8	706,5
2037	756,8	743,1	730,6	736,8	729,7	715,0	722,1	711,1	698,6
2038	753,0	737,9	724,7	731,5	723,6	708,4	715,4	704,2	690,9
2039	749,0	732,5	719,7	725,9	717,8	701,8	709,2	697,5	684,0
2040	744,8	727,5	713,9	720,3	712,1	695,3	702,9	690,3	676,5
2041	741,0	722,8	708,3	714,8	706,4	689,2	697,1	683,3	669,4
2042	736,9	718,1	703,3	709,6	701,2	682,8	691,2	676,8	662,4
2043	733,0	714,1	698,4	704,3	695,8	676,6	684,9	670,2	654,9
2044	729,1	709,6	693,2	699,6	690,5	670,6	678,8	663,6	648,1
2045	725,8	705,0	688,2	694,9	685,1	664,7	673,2	658,0	640,5
2046	722,0	700,8	683,3	690,2	679,5	658,9	668,3	652,0	633,8
2047	718,3	696,7	678,7	685,2	674,6	652,5	663,1	645,6	626,9
2048	714,8	692,8	674,3	680,3	669,7	647,0	657,4	639,2	620,3
2049	711,6	689,0	669,6	675,8	664,7	641,3	652,1	633,4	614,2
2050	708,3	685,6	664,9	671,6	659,8	635,6	646,8	628,0	607,8

5.2. Прогноз демографического развития местных сообществ Республики Коми
до 2050 года (средний вариант), человек.

Год	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста
	Сыктывкар				Воркута			
2016	259406	49684	157044	52678	81442	16316	51598	13528
2017	259956	51295	154896	53765	79450	16066	49426	13958
2018	260653	52658	153283	54712	77538	15747	47494	14297
2019	261527	53754	152285	55488	75692	15457	45652	14583
2020	262349	54650	151593	56106	73976	15134	44138	14704
2021	263042	55515	150878	56649	72503	14880	42798	14825
2022	263758	56360	150412	56986	70835	14620	41334	14881
2023	264155	56908	149872	57375	69230	14287	40110	14833
2024	264582	57177	149715	57690	67739	14072	38900	14767
2025	265210	57441	149838	57931	66212	13737	37833	14642
2026	265573	57550	149964	58059	64891	13500	36773	14618
2027	266145	57674	150117	58354	63396	13220	35669	14507
2028	266094	57646	149933	58515	61989	12953	34704	14332
2029	266549	57499	150161	58889	60581	12603	33873	14105
2030	266631	57210	150074	59347	59244	12206	33086	13952
	Вуктыл				Инта			
2016	12348	2542	6881	2925	29732	5676	17458	6598
2017	11921	2476	6551	2894	29077	5533	16809	6735
2018	11554	2376	6263	2915	28475	5442	16205	6828
2019	11188	2275	5996	2917	27867	5303	15664	6900
2020	10826	2166	5764	2896	27322	5246	15157	6919
2021	10504	2086	5554	2864	26777	5127	14732	6918
2022	10229	2029	5385	2815	26213	5058	14314	6841
2023	9882	1955	5194	2733	25580	5009	13819	6752
2024	9608	1905	4998	2705	24975	4924	13382	6669
2025	9286	1803	4819	2664	24440	4765	13122	6553
2026	9008	1744	4640	2624	23928	4699	12745	6484
2027	8742	1709	4476	2557	23432	4617	12426	6389
2028	8491	1661	4302	2528	22924	4503	12143	6278
2029	8184	1567	4170	2447	22507	4419	11841	6247
2030	7915	1526	3998	2391	22115	4361	11638	6116

Год	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста
	Печора				Сосногорск			
2016	52883	10209	29845	12829	44255	8613	25377	10265
2017	52344	10300	29064	12980	43901	8740	24759	10402
2018	51763	10267	28419	13077	43428	8767	24160	10501
2019	51058	10161	27722	13175	42979	8711	23646	10622
2020	50455	10062	27195	13198	42561	8595	23278	10688
2021	49927	9896	26819	13212	42131	8499	22959	10673
2022	49489	9856	26419	13214	41623	8432	22526	10665
2023	48932	9878	25955	13099	41178	8360	22179	10639
2024	48328	9771	25586	12971	40710	8307	21880	10523
2025	47810	9673	25357	12780	40305	8206	21562	10537
2026	47214	9535	25074	12605	39835	8054	21359	10422
2027	46629	9359	24798	12472	39426	7972	21133	10321
2028	46103	9234	24489	12380	39008	7880	20863	10265
2029	45717	9103	24325	12289	38574	7725	20632	10217
2030	45243	8967	24074	12202	38184	7567	20465	10152
	Усинск				Ухта			
2016	44799	10047	28354	6398	119763	21208	73642	24913
2017	44505	10046	27693	6766	118907	21642	71974	25291
2018	44150	9978	27082	7090	118485	22073	70659	25753
2019	43760	9814	26599	7347	118161	22304	69688	26169
2020	43516	9770	26167	7579	117688	22615	68561	26512
2021	43137	9687	25702	7748	117198	22681	67845	26672
2022	42895	9644	25416	7835	116622	22815	67012	26795
2023	42658	9556	25131	7971	116112	22897	66451	26764
2024	42478	9506	25024	7948	115736	22845	66101	26790
2025	42169	9349	24869	7951	115288	22821	65571	26896
2026	41831	9264	24553	8014	114836	22828	65077	26931
2027	41554	9216	24288	8050	114300	22781	64564	26955
2028	41317	9150	24123	8044	113736	22718	64045	26973
2029	40869	9000	23862	8007	113175	22648	63537	26990
2030	40453	8899	23596	7958	112749	22615	63138	26996

Год	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста
	Ижемский район				Княжпогостский район			
2016	17557	4288	9650	3619	19925	3560	11688	4677
2017	17376	4315	9327	3734	19281	3464	11110	4707
2018	17273	4334	9086	3853	18786	3415	10639	4732
2019	17096	4315	8782	3999	18293	3335	10108	4850
2020	16974	4271	8588	4115	17743	3221	9680	4842
2021	16814	4270	8292	4252	17267	3161	9256	4850
2022	16643	4250	8070	4323	16808	3047	8920	4841
2023	16483	4240	7896	4347	16392	2962	8598	4832
2024	16351	4196	7749	4406	15942	2872	8315	4755
2025	16269	4224	7618	4427	15463	2793	8007	4663
2026	16180	4210	7531	4439	14990	2708	7700	4582
2027	15990	4213	7360	4417	14638	2668	7487	4483
2028	15816	4131	7298	4387	14297	2573	7280	4444
2029	15680	4093	7202	4385	13963	2446	7166	4351
2030	15592	4021	7198	4373	13524	2320	6956	4248
	Койгородский район				Корткеросский район			
2016	7630	1616	3879	2135	18814	4227	9926	4661
2017	7526	1611	3750	2165	18795	4323	9655	4817
2018	7421	1604	3647	2170	18699	4391	9363	4945
2019	7293	1601	3516	2176	18645	4468	9116	5061
2020	7191	1592	3403	2196	18476	4479	8861	5136
2021	7078	1605	3296	2177	18323	4509	8642	5172
2022	6964	1612	3175	2177	18248	4534	8466	5248
2023	6838	1623	3062	2153	18188	4621	8281	5286
2024	6815	1655	3039	2121	18178	4690	8221	5267
2025	6663	1626	2982	2055	18081	4706	8175	5200
2026	6540	1624	2917	1999	18046	4776	8092	5178
2027	6439	1594	2858	1987	17801	4758	7937	5106
2028	6343	1594	2801	1948	17690	4752	7903	5035
2029	6261	1566	2777	1918	17576	4716	7869	4991
2030	6162	1530	2765	1867	17486	4707	7823	4956

Год	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста
	Прилузский район				Сыктывдинский район			
2016	18179	4070	9222	4887	24111	5265	13494	5352
2017	17869	3986	8859	5024	24520	5701	13307	5512
2018	17506	3898	8493	5115	24906	6076	13173	5657
2019	17166	3804	8184	5178	25142	6323	13037	5782
2020	16874	3769	7890	5215	25350	6499	12916	5935
2021	16580	3728	7567	5285	25581	6686	12837	6058
2022	16235	3686	7241	5308	25674	6835	12696	6143
2023	16008	3673	7059	5276	25734	6999	12558	6177
2024	15691	3632	6828	5231	25839	7180	12449	6210
2025	15389	3555	6666	5168	25941	7255	12481	6205
2026	15115	3532	6501	5082	26022	7377	12466	6179
2027	14867	3537	6336	4994	26100	7497	12469	6134
2028	14614	3505	6214	4895	26143	7545	12452	6146
2029	14325	3428	6124	4773	26242	7583	12533	6126
2030	14071	3384	5997	4690	26217	7623	12523	6071
	Сысольский район				Троицко-Печорский район			
2016	13165	2774	6884	3507	11724	2240	5868	3616
2017	13134	2859	6663	3612	11411	2215	5580	3616
2018	13047	2868	6480	3699	11072	2144	5304	3624
2019	12978	2895	6323	3760	10766	2092	5054	3620
2020	12896	2885	6194	3817	10466	2052	4861	3553
2021	12823	2927	6039	3857	10179	1963	4671	3545
2022	12725	2961	5873	3891	9913	1916	4490	3507
2023	12636	2975	5763	3898	9658	1901	4311	3446
2024	12555	3007	5640	3908	9379	1843	4160	3376
2025	12480	3058	5558	3864	9181	1807	4058	3316
2026	12396	3080	5506	3810	8982	1760	3980	3242
2027	12286	3076	5424	3786	8775	1757	3839	3179
2028	12218	3066	5415	3737	8559	1692	3770	3097
2029	12155	3025	5463	3667	8308	1644	3668	2996
2030	12009	3008	5420	3581	8079	1583	3594	2902

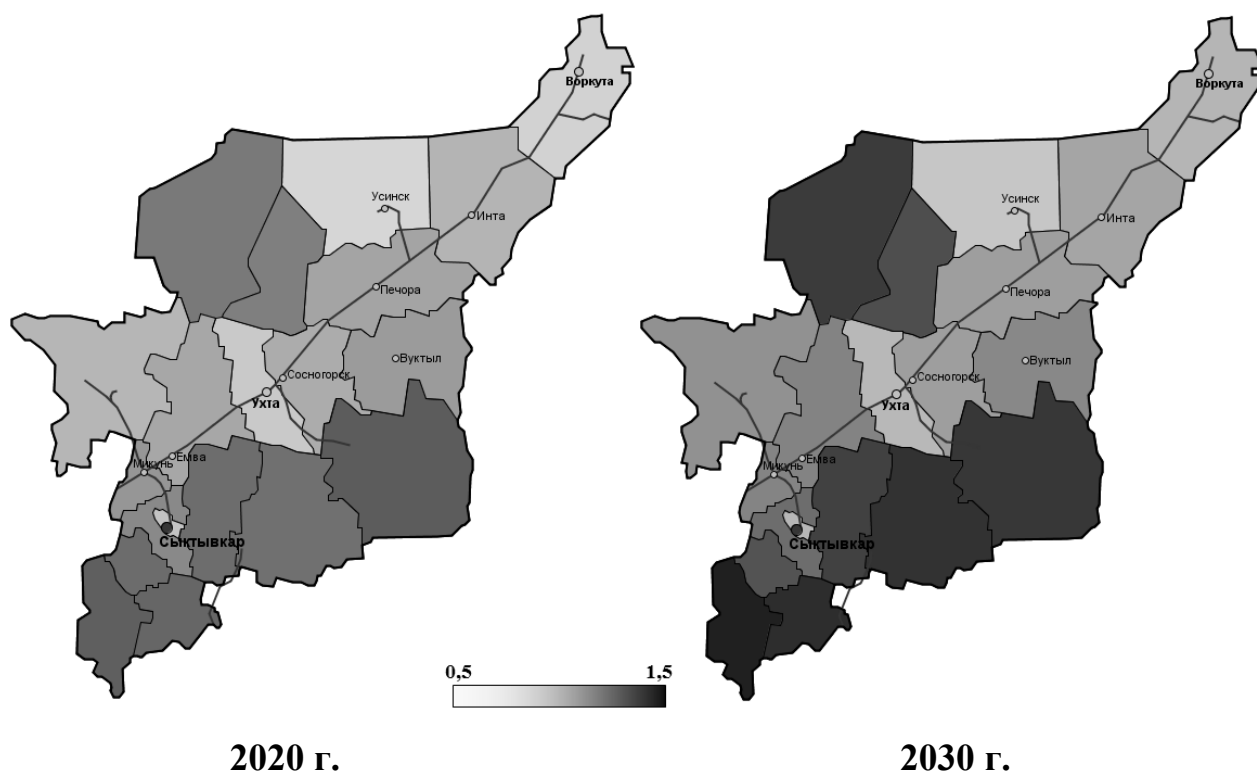
Год	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста	Все население	Моложе трудоспособного возраста	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного возраста
	Удорский район				Усть-Вымский район			
2016	18104	3658	10753	3693	26530	5225	14429	6876
2017	17778	3608	10372	3798	26178	5261	13945	6972
2018	17324	3556	9869	3899	25768	5185	13548	7035
2019	16983	3517	9497	3969	25395	5076	13211	7108
2020	16697	3485	9185	4027	24992	4994	12881	7117
2021	16358	3471	8802	4085	24668	4891	12623	7154
2022	16082	3444	8528	4110	24345	4879	12339	7127
2023	15739	3367	8256	4116	23927	4769	12053	7105
2024	15395	3278	7991	4126	23598	4674	11924	7000
2025	15127	3206	7814	4107	23247	4605	11714	6928
2026	14822	3115	7637	4070	22938	4514	11572	6852
2027	14597	3098	7466	4033	22549	4443	11366	6740
2028	14381	3051	7367	3963	22287	4390	11256	6641
2029	14156	3028	7173	3955	21965	4306	11115	6544
2030	13929	2995	7008	3926	21655	4283	10977	6395
	Усть-Куломский район				Усть-Цилемский район			
2016	24775	6052	13177	5546	11689	2587	6261	2841
2017	24440	5983	12727	5730	11530	2561	6051	2918
2018	24155	5939	12325	5891	11390	2558	5849	2983
2019	23814	5866	11897	6051	11242	2539	5623	3080
2020	23525	5895	11470	6160	11019	2480	5403	3136
2021	23214	5859	11033	6322	10870	2492	5184	3194
2022	22906	5843	10657	6406	10700	2503	4960	3237
2023	22614	5852	10316	6446	10521	2469	4823	3229
2024	22241	5744	10025	6472	10383	2478	4727	3178
2025	21973	5755	9747	6471	10277	2497	4622	3158
2026	21683	5675	9590	6418	10134	2525	4471	3138
2027	21392	5617	9418	6357	9958	2497	4398	3063
2028	21161	5510	9314	6337	9789	2485	4308	2996
2029	20857	5352	9207	6298	9638	2441	4260	2937
2030	20658	5232	9234	6192	9453	2414	4167	2872

5.3. Прогноз демографической нагрузки местных сообществ Республики Коми
до 2050 года (средний вариант), человек.

Год	Демографическая нагрузка на 1000 человек трудоспособного населения														
	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми
	Сыктывкар			Воркута			Вуктыл			Инта			Печора		
2016	652	316	335	578	316	262	795	369	425	703	325	378	772	342	430
2017	678	331	347	607	325	282	820	378	442	730	329	401	801	354	447
2018	700	344	357	633	332	301	845	379	465	757	336	421	821	361	460
2019	717	353	364	658	339	319	866	379	486	779	339	441	842	367	475
2020	731	361	370	676	343	333	878	376	502	803	346	456	855	370	485
2021	743	368	375	694	348	346	891	376	516	818	348	470	862	369	493
2022	754	375	379	714	354	360	900	377	523	831	353	478	873	373	500
2023	763	380	383	726	356	370	903	376	526	851	362	489	885	381	505
2024	767	382	385	741	362	380	922	381	541	866	368	498	889	382	507
2025	770	383	387	750	363	387	927	374	553	863	363	499	885	381	504
2026	771	384	387	765	367	398	941	376	566	877	369	509	883	380	503
2027	773	384	389	777	371	407	953	382	571	886	372	514	880	377	503
2028	775	384	390	786	373	413	974	386	588	888	371	517	883	377	506
2029	775	383	392	788	372	416	963	376	587	901	373	528	879	374	505
2030	777	381	395	791	369	422	980	382	598	900	375	526	879	372	507
	Сосногорск			Усинск			Ухта			Ижемский район			Княжпогостский район		
2016	744	339	405	580	354	226	626	288	338	819	444	375	705	305	400
2017	773	353	420	607	363	244	652	301	351	863	463	400	735	312	424
2018	798	363	435	630	368	262	677	312	364	901	477	424	766	321	445
2019	818	368	449	645	369	276	696	320	376	947	491	455	810	330	480
2020	828	369	459	663	373	290	717	330	387	976	497	479	833	333	500
2021	835	370	465	678	377	301	727	334	393	1028	515	513	865	342	524
2022	848	374	473	688	379	308	740	340	400	1062	527	536	884	342	543
2023	857	377	480	697	380	317	747	345	403	1088	537	551	906	344	562
2024	861	380	481	697	380	318	751	346	405	1110	541	569	917	345	572
2025	869	381	489	696	376	320	758	348	410	1136	554	581	931	349	582
2026	865	377	488	704	377	326	765	351	414	1148	559	589	947	352	595
2027	866	377	488	711	379	331	770	353	417	1173	572	600	955	356	599
2028	870	378	492	713	379	333	776	355	421	1167	566	601	964	353	610
2029	870	374	495	713	377	336	781	356	425	1177	568	609	949	341	607
2030	866	370	496	714	377	337	786	358	428	1166	559	608	944	334	611

Год	Демографическая нагрузка на 1000 человек трудоспособного населения														
	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми	Общая	Молодыми	Пожилыми
	Койгород- ский район			Корткерос- ский район			Прилузский район			Сыктывдин- ский район			Сысольский район		
2016	967	417	550	895	426	470	971	441	530	787	390	397	912	403	509
2017	1007	430	577	947	448	499	1017	450	567	843	428	414	971	429	542
2018	1035	440	595	997	469	528	1061	459	602	891	461	429	1013	443	571
2019	1074	455	619	1045	490	555	1098	465	633	929	485	444	1053	458	595
2020	1113	468	645	1085	505	580	1139	478	661	963	503	460	1082	466	616
2021	1147	487	660	1120	522	598	1191	493	698	993	521	472	1123	485	639
2022	1193	508	686	1155	536	620	1242	509	733	1022	538	484	1167	504	663
2023	1233	530	703	1196	558	638	1268	520	747	1049	557	492	1193	516	676
2024	1243	545	698	1211	570	641	1298	532	766	1076	577	499	1226	533	693
2025	1234	545	689	1212	576	636	1309	533	775	1078	581	497	1245	550	695
2026	1242	557	685	1230	590	640	1325	543	782	1087	592	496	1251	559	692
2027	1253	558	695	1243	599	643	1346	558	788	1093	601	492	1265	567	698
2028	1265	569	695	1238	601	637	1352	564	788	1100	606	494	1256	566	690
2029	1255	564	691	1234	599	634	1339	560	779	1094	605	489	1225	554	671
2030	1229	553	675	1235	602	634	1346	564	782	1094	609	485	1216	555	661
	Троицко- Печорский район			Удорский район			Усть-Вымский район			Усть- Куломский район			Усть- Цилемский район		
2016	998	382	616	684	340	343	839	362	477	880	459	421	867	413	454
2017	1045	397	648	714	348	366	877	377	500	920	470	450	905	423	482
2018	1087	404	683	755	360	395	902	383	519	960	482	478	947	437	510
2019	1130	414	716	788	370	418	922	384	538	1002	493	509	999	452	548
2020	1153	422	731	818	379	438	940	388	553	1051	514	537	1039	459	580
2021	1179	420	759	858	394	464	954	387	567	1104	531	573	1097	481	616
2022	1208	427	781	886	404	482	973	395	578	1149	548	601	1157	505	653
2023	1240	441	799	906	408	499	985	396	589	1192	567	625	1181	512	670
2024	1255	443	812	927	410	516	979	392	587	1219	573	646	1197	524	672
2025	1262	445	817	936	410	526	985	393	591	1254	590	664	1223	540	683
2026	1257	442	815	941	408	533	982	390	592	1261	592	669	1267	565	702
2027	1286	458	828	955	415	540	984	391	593	1271	596	675	1264	568	696
2028	1270	449	821	952	414	538	980	390	590	1272	592	680	1272	577	695
2029	1265	448	817	974	422	551	976	387	589	1265	581	684	1262	573	689
2030	1248	440	807	988	427	560	973	390	583	1237	567	671	1269	579	689

Демографическая нагрузка



5.4. Возрастно-половая пирамида Республик Коми), человек.

