

Министерство Российской Федерации
по развитию Дальнего Востока и Арктики
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВОСТОЧНЫЙ ЦЕНТР ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ»
(ФАНУ «ВОСТОКГОСПЛАН»)

Индекс УДК 314:303.7

Рег. № НИОКТР 123040300001-8

Рег. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ФАНУ «Востокгосплан», к.э.н
М.Е. Кузнецов
«18» января 2024 г.



ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ
В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ НА ОСНОВЕ
АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
(промежуточный, этап 1)

Руководитель НИР,
руководитель направления
«Качество жизни
и демографический
потенциал», к.э.н.

18.01.2024

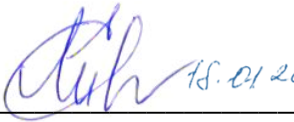
подпись, дата

Е. Л. Ли

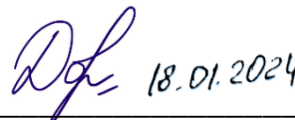
Москва 2023

Список исполнителей


Руководитель НИР,
руководитель направления
«Качество жизни
и демографический
потенциал», к.э.н.

 18.01.2024
Е. Л. Ли
подпись, дата (введение, заключение)

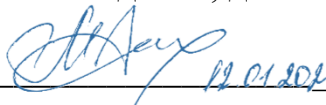
Исполнители:
Руководитель сектора
«Моделирование социально-
демографических
процессов»

 18.01.2024
Т. А. Дорошенко
подпись, дата (раздел 1, 2, 3)

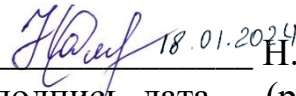
Ведущий эксперт-аналитик,
к.э.н.

 18.01.2024
Е. А. Россошанская
подпись, дата (раздел 1, 2, 3)


Старший аналитик

 18.01.2024
М. А. Донец
подпись, дата (раздел 1, 2)


Руководитель сектора
«Стратегическое развитие»

 18.01.2024
Н. А. Самсонова
подпись, дата (раздел 2, 3)

Ведущий разработчик
имитационных моделей

 18.01.2024
Т. В. Аюпов-Комиссаров
подпись, дата (раздел 2, 3)

Младший аналитик

 18.01.2024
К. Д. Иванов
подпись, дата (раздел 2, 3)

РЕФЕРАТ

Отчет 157 с., 1 кн., 25 рис., 14 табл., 130 источн., 3 прил., 5 эл. прил.
ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ, ФАЗЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ, ФАКТОРЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ, ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ, АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Объектом исследования является структура и динамика населения Дальневосточного федерального округа.

Цель исследования – разработка долгосрочных прогнозов демографического развития Дальневосточного федерального округа (ДФО, макрорегион) на основе агент-ориентированного моделирования жизни общества.

В рамках работ, запланированных на 2023 год, получены следующие научные результаты:

1. Проведена оценка факторов долгосрочных демографических циклов в ДФО:

- выполнено теоретическое обоснование факторов долгосрочных демографических циклов;

- осуществлён ретроспективный анализ демографического развития территорий ДФО за период с 1939 по 2023 год.

2. Разработаны паттерны и сценарии поведения демографических агентов в условиях изменения внешней среды в ДФО (социально-экономические факторы):

- сформирована база данных агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока (АОДМ ДФО) по социально-экономическим компонентам внешней среды (образование, рынок труда, доходы населения);

- разработаны механизмы программной реализации компонентов внешней среды в АОДМ ДФО;

- осуществлено обоснование сценариев поведения агентов в условиях изменения социально-экономических факторов.

3. Выполнена программная реализация первой версии внешней среды в системе имитационного моделирования AnyLogic (социально-экономические факторы: образование, рынок труда, доходы).

По результатам НИР опубликовано 4 научные статьи (из них 1 публикация в ведущих научных изданиях, входящих в Ядро РИНЦ и SCOPUS), находятся в печати 3 статьи, подготовлено 7 аналитических материалов для органов власти (отправлено в Минвостокразвития России, Минтруд России, высшим исполнительным органам субъектов РФ, входящих в состав ДФО), сделано 8 докладов на ведущих всероссийских и международных научных конференциях, 3 выступления на семинарах.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	8
ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ДОЛГОСРОЧНЫХ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ В ДФО.....	11
1.1 Теоретическое обоснование факторов долгосрочных демографических циклов.....	11
1.1.1 Понятие и виды демографических циклов.....	11
1.1.2 Фазы демографического цикла.....	14
1.1.3 Факторы формирования и поддержания демографических циклов.	18
1.1.4 Подходы к моделированию и прогнозированию демографических циклов.....	22
1.2 Ретроспективный анализ демографического развития территорий ДФО.	31
2 РАЗРАБОТКА ПАТТЕРНОВ И СЦЕНАРИЕВ ПОВЕДЕНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ АГЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В ДФО (СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ).....	46
2.1 Общее описание агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока	46
2.2 Формирование базы данных агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока по социально-экономическим компонентам внешней среды.....	53
2.3 Механизмы программной реализации компонентов внешней среды в АОДМ ДФО	57
2.3.1 Имитация системы образования.....	57
2.3.2 Имитация рынка труда	64
2.3.3 Имитация формирования доходов населения.....	86
2.4 Обоснование сценариев поведения агентов в условиях изменения социально-экономических факторов.....	98
3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC	108
3.1 Архитектура и интерфейс модели.....	108
3.2 Результаты моделирования и верификация	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	120
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	126

ПРИЛОЖЕНИЕ А Список электронных приложений к отчёту о НИР на компакт-диске	140
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Демографические циклы: динамика численности населения в группе стабильных и относительно стабильных муниципальных образований	141
ПРИЛОЖЕНИЕ В Основные алгоритмы программной реализации компонентов внешней среды в системе имитационного моделирования AnyLogic.....	147

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Агент	– автономная компьютерная сущность, активный объект, обладающий поведением и имеющий возможность взаимодействия с другими агентами и внешней средой
Агент-ориентированные модели	– специальный класс моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов и создаваемых для компьютерных симуляций
Демографическая волна	– отклонение числа демографических событий от генеральной тенденции их изменения
Демографический цикл	– периодически повторяющееся колебательное движение уровней демографических показателей
Жизненный цикл агента	– период существования агента от рождения (появления в модели) до смерти (удаления из модели)
Параметр	– статический (постоянный) или динамический (изменяющийся) показатель, характеризующий состояние агента и окружающей среды
Паттерн поведения	– систематически повторяющийся, устойчивый акт или последовательность актов поведения агента
Переход	– процесс изменения состояния агента в течение жизненного цикла
Состояние	– этап жизненного цикла агента
Стратегия поведения	– алгоритм выбора последовательности переходов между состояниями (алгоритм принятия решений) в рамках отдельных траекторий и между ними в

	соответствии с поведенческими установками агента и факторами среды
Сценарий поведения	– сложившаяся в определённых обстоятельствах последовательность действий агента
Траектория	– совокупность возможных состояний и переходов между ними, характеризующих паттерны поведения агентов, связанные с реализацией планов в образовательной, трудовой, семейной и миграционной сферах
Условие перехода от одного состояния к другому	– набор критериев, определяющих изменение состояния
Шаг моделирования	– промежуток реального времени, которому соответствует модельное время между двумя соседними циклами расчётов

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие сокращения и обозначения:

АОДМ ДФО	– агент-ориентированная демографическая модель Дальнего Востока
АОМ	– агент-ориентированная модель
ВПО	– высшее профессиональное образование
ВУЗ	– высшее учебное заведение
ВЭД	– вид экономической деятельности
ДФО	– Дальневосточный федеральный округ
ДХ	– домохозяйство
МО	– муниципальное образование
ОКВЭД2	– Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Принят и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 января 2014 года № 14-ст
ОКЗ-2014	– Общероссийский классификатор занятий ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Принят и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2014 года № 2020-ст
ОРС	– выборочное обследование рабочей силы. Основные методологические и организационные положения по проведению выборочного обследования рабочей силы утверждены Приказом Федеральной службы государственной статистики от 30 июня 2017 года № 445
ПМ	– прожиточный минимум
РФ	– Российская Федерация
СПО	– среднее профессиональное образование
ФО	– федеральный округ

ВВЕДЕНИЕ

Термин «демографические циклы» широко используется историками при исследовании динамики аграрных обществ (историческая демография [1] – дисциплина на стыке исторической и демографической наук) и намного реже встречается в работах демографов, которые чаще говорят о демографических волнах [2], подразумевая под ними отклонение числа демографических событий от генеральной тенденции их изменения. В настоящее время существует мнение, что эти термины являются синонимами. Однако следует заметить, что одна демографическая волна – это ещё не цикл. Кроме того, о незавершённом пока ещё становлении теории демографических циклов также говорит и тот факт, что ни в одном демографическом словаре не даётся определение этого понятия, хотя в научных публикациях оно встречается уже более сорока лет [3].

Тем не менее, следует признать фактически наблюдаемую закономерность: демографическое развитие циклично. А значит, методы построения прогнозов изменения численности населения и его компонентов должны учитывать цикличность демографических процессов и позволять предсказывать периодические колебания показателей в долгосрочной перспективе.

Цель научно-исследовательской работы – разработка долгосрочных прогнозов демографического развития Дальневосточного федерального округа на основе агент-ориентированного моделирования жизни общества.

Объектом исследования является структура и динамика населения Дальневосточного федерального округа.

Срок реализации научной темы: 2023–2026 годы.

Этапы научно-исследовательской работы:

2023 год – Этап 1. Разработка концепции моделирования демографических циклов в ДФО и программная реализация социально-экономических факторов внешней среды.

2024 год – Этап 2. Разработка паттернов и сценариев поведения агентов и экспериментальная оценка демографических трендов в условиях изменения внешней среды.

2025 год – Этап 3. Прогнозирование долгосрочных демографических циклов в ДФО.

2026 год – Этап 4. Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений в области управления демографическим развитием территорий ДФО.

Задачи на 2023 год:

1. Оценка факторов долгосрочных демографических циклов в ДФО:

1.1. теоретическое обоснование факторов долгосрочных демографических циклов;

1.2. ретроспективный анализ демографического развития территорий ДФО;

2. Разработка паттернов и сценариев поведения демографических агентов в условиях изменения внешней среды в ДФО (социально-экономические факторы):

2.1. формирование базы данных агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока (АОДМ ДФО) по социально-экономическим компонентам внешней среды;

2.2. разработка механизмов программной реализации компонентов внешней среды в АОДМ ДФО;

2.3. обоснование сценариев поведения агентов в условиях изменения социально-экономических факторов;

3. Программирование внешней среды (социально-экономические факторы), паттернов и сценариев поведения агентов (дополнительных модулей АОДМ ДФО) в системе имитационного моделирования AnyLogic.

Задачи, запланированные на 2023 год, выполнены в полном объеме. Основные результаты представлены в реферате и в соответствующих разделах отчета.

1 ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ДОЛГОСРОЧНЫХ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ В ДФО

1.1 Теоретическое обоснование факторов долгосрочных демографических циклов

1.1.1 Понятие и виды демографических циклов

В настоящее время существует несколько подходов к пониманию сущности термина «демографический цикл». В узком смысле демографические циклы определяют как повторяющиеся колебания численности населения [4]. В таком случае демографический цикл (demographic cycle) [5] становится синонимом популяционному циклу (population cycle) [6]. В широком смысле демографическим циклом называют периодически повторяющееся колебательное движение уровней любых демографических показателей, включая численность населения [7]. При этом подходе к демографическим относятся также циклы рождаемости, смертности, миграции и их отдельных показателей.

Кроме указанных наиболее распространённых трактовок, можно встретить и весьма специфические примеры употребления данного термина. Например, в экономическом словаре А. Н. Азрилияна демографическим называется полный цикл воспроизводства трудовых ресурсов (то есть смены «трудового» поколения), который применяется в моделях перспективного планирования и прогнозирования [8]. А в «Демографической теории и демографической истории» А. Г. Вишневого вводится термин «демографический цикл человеческой жизни», под которым подразумевается часть индивидуального жизненного цикла, состоящая из событий, связанных с продолжением рода (вступление в брак, рождение детей). Как пишет автор, «при высокой смертности и высокой рождаемости, характерных для традиционного типа воспроизводства населения, жизненный цикл почти совпадает с демографическим циклом. Люди вступают в брак и начинают рожать очень рано, заканчивают очень поздно и живут после этого недолго».

Продолжая свою мысль, автор отмечает, что изменения, которые произошли в жизненном цикле среднего западноевропейца между концом XVII и серединой XX века в результате совершившихся за это время кардинальных демографических сдвигов, привели «не только к сокращению места демографического цикла во всем жизненном цикле, к высвобождению времени и энергии, которых прежде требовали заботы, связанные с продолжением рода, но и к общему значительному увеличению времени жизни человека, свободного от выполнения чисто демографических функций» [9, С. 273].

Случаи использования термина «демографический цикл» в подобных значениях единичны, поэтому условимся, что далее по тексту под демографическими циклами понимается периодически повторяющиеся колебания уровней демографических показателей. То есть будем использовать это понятие в широком смысле.

Свойства демографических циклов:

1. Цикличность (волны должны повторяться).
2. Чаще всего затухающий характер колебаний показателей при отсутствии внешних воздействий.
3. Наличие относительно постоянного периода колебаний (длины волны).
4. Возможная несимметричность волн во времени.

В зависимости от длины волны, обуславливающей срок периодического повторения и постепенного затухания отклонений, принято выделять три вида демографических циклов (рисунок 1):

- краткосрочные, связанные с демографической политикой государства;
- среднесрочные, связанные с деформацией структуры населения в результате войн и эпидемий;
- долгосрочные, связанные с демографическим переходом [7].

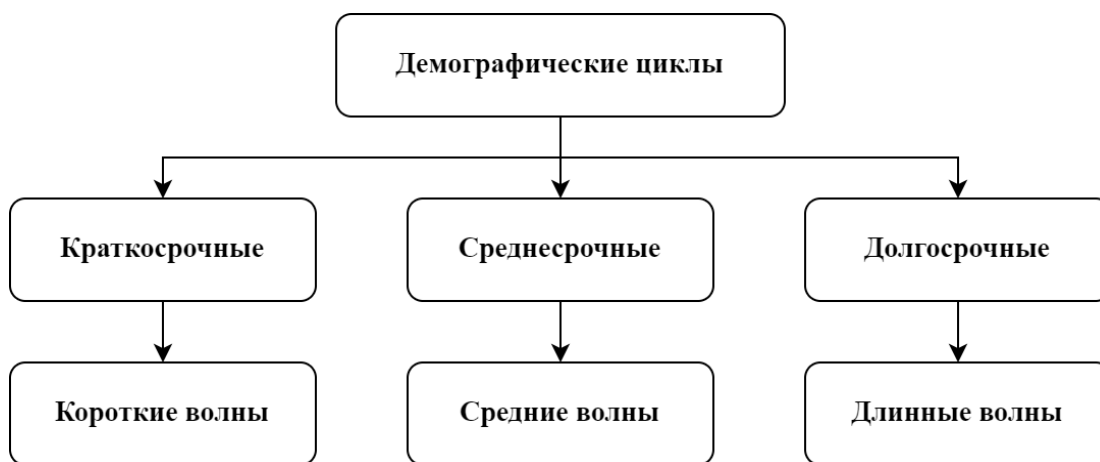


Рисунок 1 – Виды демографических циклов
Источник: составлено авторами.

Представленная классификация является условной. Длина цикла каждого вида не имеет чётко установленных границ. Наиболее изучены в настоящее время среднесрочные демографические циклы. Считается, что их продолжительность примерно равна длине поколения и на сегодняшний день составляет 28–30 лет. Краткосрочные циклы чаще всего имеют длину волны 5–10 лет. В то время как долгосрочные циклы не имеют каких-либо ограничений по своей продолжительности и могут составлять от нескольких десятков до нескольких сотен лет, в частности, российскими историками обнаружены и описаны вековые циклы [10].

1.1.2 Фазы демографического цикла

Фазами демографического цикла называют последовательно сменяющие друг друга принципиально различающиеся периоды изменения демографической динамики. В качестве синонима этому термину используют понятие «стадии цикла». Общепринятой классификации фаз демографического цикла в настоящее время не выработано, и существует несколько равноправных подходов к выделению его стадий.

Французский социолог и экономист Ф. Симиан [11] выделил две фазы демографического цикла: рост («повышательная тенденция»); убывание («понижательная»). Другой французский учёный Э. Ле Руа Ладюри [12], анализируя историческое развитие Южной Франции, описал 4 фазы демографического цикла, который назвал его «большим аграрным»: предварительная фаза и три основные – рост, зрелость и упадок. Развивая идеи зарубежных учёных, российский историк и признанный специалист по демографическим циклам в аграрных обществах С. А. Нефёдов [4] предложил давать характеристику исторических демографических циклов, разбивая их на три фазы:

- период внутренней колонизации (или фаза роста);
- период сжатия;
- экосоциальный кризис.

Первая фаза демографического цикла по Нефёдову – период внутренней колонизации (или фаза роста) – характеризуется быстрым увеличением населения, расширением посевных площадей, низкими ценами на хлеб, высокой реальной заработной платой, относительно высоким уровнем потребления и низким уровнем земельной ренты, а также строительством новых и восстановлением разрушенных ранее поселений. Вторая фаза – период сжатия – наступает после исчерпания ресурсов. Для неё характерны отсутствие свободных земель, высокие цены на хлеб, низкий уровень реальной заработной платы и потребления основной массы населения, ограниченность

демографического роста возможностями наращивания урожайности, высокий уровень земельной ренты. Экономическая ситуация в этот период неустойчива, любой крупный неурожай или война могут привести к голоду и экосоциальному кризису. Третья фаза – экосоциальный кризис. Основные признаки: голод, эпидемии, восстания и гражданские войны, внешние войны, гибель больших масс населения, разрушение или запустение многих городов, высокие цены на хлеб, низкие цены на землю. Новый демографический цикл начинается лишь после того, как прекращаются войны и восстанавливается стабильность [4].

Три перечисленных подхода с успехом используются для анализа колебаний численности населения в доиндустриальных обществах, но мало подходят для изучения современных демографических циклов и понимания их сущности.

Автор знаменитого учебника по социальной медицине К. Парк, анализируя современную динамику численности населения стран мира, выделяет пять основных стадий демографического цикла. Название каждой стадии в оригинальной авторской версии даётся в виде порядкового номера фазы цикла, сопровождаемого в скобках расшифровкой сущности происходящих изменений:

1. Первая стадия (Высокая стационарность): высокие рождаемость и смертность, которые компенсируют друг друга. Таким образом, популяция остается неизменной – стационарной. До 1920 года на этом этапе находилась Индия.

2. Вторая стадия (Раннее расширение): смертность снижается, а рождаемость остается неизменной, в результате чего население увеличивается. На этом этапе находятся многие развивающиеся страны Азии и Африки.

3. Третья стадия (Позднее расширение): уровень смертности продолжает снижаться, а рождаемость начинает падать. Тем не менее,

население увеличивается, поскольку рождаемость превышает смертность. Эта стадия характерна для современного демографического развития Индии.

4. Четвертая стадия (Низкая стационарность): низкая рождаемость и низкая смертность, которые компенсируют друг друга. При вступлении в эту стадию популяция вновь становится стационарной. На этом этапе сейчас находятся Швеция, Бельгия, Дания и Швейцария.

5. Пятая стадия (Сокращение): население сокращается, так как рождаемость опускается ниже смертности и не в состоянии её восполнить. В настоящее время на этом этапе находятся многие страны Восточной Европы, в частности Германия и Венгрия [13]. Россия также находится на пятой стадии демографического цикла по классификации К. Парк.

Как можно заметить, перечисленные стадии демографического цикла повторяют этапы демографического перехода, т. е. в зарубежных исследованиях эти термины могут использоваться как синонимичные. Причём данный подход признаётся не только теоретиками, но и практиками: так, на сайте Статистической службы Европейского союза термин «демографический цикл» приводится в глоссарии в аналогичном значении [14] с той лишь разницей, что фаз не пять, а четыре: первая фаза цикла – высокая рождаемость и высокая смертность при относительно низкой численности населения; вторая – неравномерная плотность населения в связи с усилением урбанизации и индустриализации; третья – относительно устойчивый рост населения при низких уровнях рождаемости и смертности; четвертая – стагнация или убыль общей численности населения страны за счет превышения смертности над рождаемостью.

В пользу применения термина «цикл» (подчёркивающего возможность повторения стадий развития на новом уровне) вместо термина «переход» (обозначающего нечто завершённое и неподдающееся обратному изменению) говорят и российские исследования. Как справедливо замечает М. Клупт, «теории демографического и эпидемиологического перехода, ..., задумывались когда-то как истории со счастливым концом. В первой роль

happy end отводилась быстрому снижению рождаемости в странах третьего мира. Вторая не предвидела мощной контратаки микромира – возникновения пандемий, вызванных новыми вирусами, и возвращения старых болезней». По мнению автора, «теория демографического перехода, ..., переоценила могущество социально-экономического и научно-технического прогресса и недооценила значение других сторон исторического процесса – его попятных ходов, тенденций к «заикливанию», образованию порочных кругов, институциональных ловушек и, наконец, влияния неподвластных человеку элементов природной среды» [15].

Представленный подход к выделению фаз демографического цикла, основанный на теории демографического перехода, является наиболее удобным для исследования долгосрочных популяционных циклов постиндустриальной эпохи. При анализе циклических изменений других демографических показателей, отличных от общей численности населения, в настоящее время используются более простые классификации фаз цикла. Принято выделять две основные фазы: восходящая и нисходящая. Идентификация фаз демографического цикла в таком случае чаще всего легко выполняется визуально путём наблюдения за графиком изменения показателя по времени. Данный приём может быть использован для обнаружения уже существующих циклов рождаемости, смертности, миграции в относительных и абсолютных показателях.

В то же время для прогнозирования циклических колебаний демографических показателей на долгосрочную перспективу прямого наблюдения за динамикой становится недостаточно и, как следствие, возникает потребность в выявлении и оценке факторов возникновения демографических циклов.

1.1.3 Факторы формирования и поддержания демографических циклов

Понятие «фактор» (в переводе с латинского – делающий, производящий) используется для обозначения движущей силы какого-либо процесса, явления. Различают факторы статики и динамики. То есть рассматриваются детерминанты уровня и развития какого-либо явления. Как отмечает Л. Л. Рыбаковский, такое деление особенно важно для демографического анализа, когда рассматриваются временной и пространственный срезы населения [16].

Факторы являются неотъемлемой частью окружающей среды – условий жизни. Не все условия являются факторами, а только та их часть, которая воздействует на тот или иной процесс, оказывает на него прямое или косвенное влияние. Одни и те же условия жизни могут быть фактором для одного процесса и не являться таковым для другого. Например, доказано, что климатические условия жизни в регионе влияют на миграцию и смертность населения, но не значимы для рождаемости или разводимости.

Выделяют два основных типа взаимосвязей факторов с явлениями: непосредственные и опосредованные. В социальных, в том числе демографических, процессах они влияют опосредованно через сознание и психику субъекта поведения. Между фактором и действием появляется промежуточное звено – причина. Для социальных процессов возникает трёхкомпонентная схема влияния: факторы – причины – явление. В результате чего человеческое поведение, включая репродуктивное, миграционное и самосохранительное, детерминируется субъективными причинами, порождаемыми внутренней системой потребностей в объективных условиях жизни, составляющих внешнюю среду.

Факторы, влияющие на воспроизводство населения, формирование его половозрастного состава и численности, обобщённо называют демографическими. Они являются частью общей системы факторов социально-экономического, политического, этнического характера,

определяющей качественные и количественные показатели конкретного исторического типа воспроизводства населения, направления и интенсивность миграционных потоков через механизмы различных видов демографического поведения [16]. Одним из специфических видов демографических факторов являются факторы демографических циклов (рисунок 2).

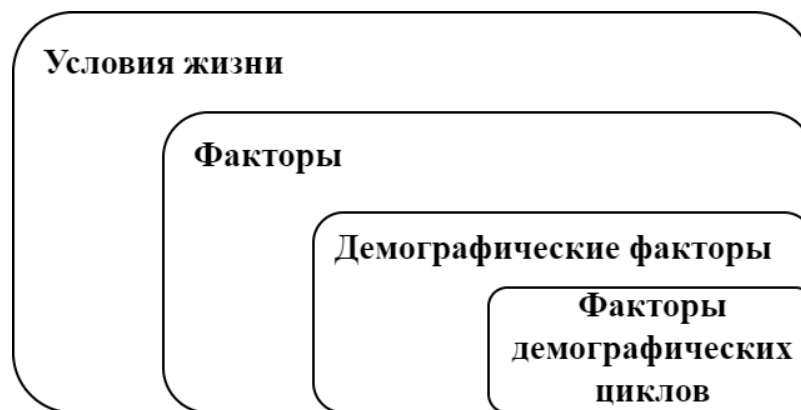


Рисунок 2 – Иерархия факторов
Источник: составлено авторами.

Факторами демографических циклов будем называть ту часть условий жизни населения, которая приводит к появлению периодически повторяющихся колебательных движений уровней демографических показателей.

А. Я. Кваша объясняет отклонение числа демографических событий от генеральной тенденции их изменения, то есть появление демографических волн и циклов, трансформацией структуры населения и интенсивности рождаемости, смертности и миграции [17]. Таким образом, учёный обращает внимание на две группы факторов, приводящих к циклической демографической динамике: 1) меняющие структуру (напрямую воздействуют на половозрастную структуру, образуя «ямы» и «бугры», например, война 1941–1945 годов), 2) меняющие интенсивность (поведение).

Опираясь на работы А. Я. Кваши и анализ современного демографического развития, Н. И. Овечкина, Н. А. Шульгина выделяют три группы факторов, вызывающих появление демографических циклов:

- демографическая политика государства (крупные шаги властей);

- причины пертурбационного характера типа войн и эпидемий (внешние шоки);
- демографический переход [7].

Однако в такой классификации теряется один из важнейших факторов формирования и поддержания демографических циклов – фактор структуры.

Как справедливо отмечает Р. Д. Ли, подчёркивая важность структуры населения при анализе циклов поколений, «здравый смысл подсказывает, что в последовательности поколений более многочисленные когорты по достижении зрелости сами произведут на свет более многочисленные когорты. Этот вывод получает формальное выражение в математической демографии и представляет собой классическое объяснение циклов поколений» [18]. Автор обращает внимание, что нарушение возрастной структуры вследствие какого-либо резкого воздействия извне приводит к тому, что ряды, продолжая стремиться к стабильности, начинают колебаться, а преобладающий период колебаний становится приблизительно равен среднему возрасту деторождения.

Современные российские демографы также большое внимание уделяют структурным волнам населения и факторам их формирования, приводящим к появлению устойчивых среднесрочных циклов. Л. Л. Рыбаковский так раскрывает причины появления структурных волн в России. Происхождение демографических ям прежде всего объясняется массовой гибелью населения в военное время: «Первая мировая и гражданская войны, послевоенный голод 1921–1922 годов создали первую демографическую яму в динамике рождаемости и структуре населения России. Ровно через поколение эту яму значительно углубили Великая Отечественная война и послевоенный голод 1946–1947 годов. Первым эхом войны было поколение 1965–1971 годов рождения, вторым – поколение 1995–2000 годов рождения, минимальные по численности за весь советский период» [19]. Формирование бугров в структуре населения имеет иные причины: «предвоенный подъем рождаемости в России после запрета абортов в 1936 году заложил

последующие подъемы рождаемости в конце 1950-х – начале 1960-х и в середине 1980-х годов. Второе эхо этого подъема было стимулировано демографической политикой 1980-х годов. В 2000-х годах началось третье эхо структурного подъема, когда в наиболее активный детородный возраст стали входить дети 1980-х годов» [19].

Описанные явления позволяют говорить о наличии трёх взаимосвязанных групп факторов, приводящих к появлению и дальнейшему сохранению современных демографических циклов (рисунок 3). Ими являются факторы:

- структуры (наличие демографических «ям» и «бугров»);
- среды (экономические, политические, эпидемиологические, природно-климатические условия и прочие территориальные особенности);
- поведения (репродуктивное, самосохранительное, миграционное).

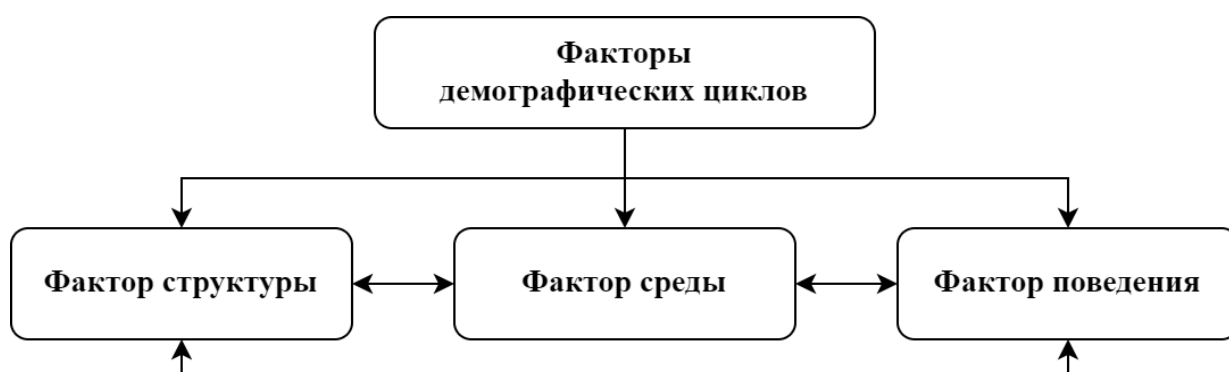


Рисунок 3 – Основные группы факторов
Источник: составлено авторами.

Рассматривая другие критерии классификации факторов, можно выделить:

- внешние и внутренние факторы (по источнику воздействия);
- негативные и позитивные (по направлению воздействия);
- управляемые и стихийные (по управляемости);
- непосредственного и опосредованного влияния (по механизму влияния).

1.1.4 Подходы к моделированию и прогнозированию демографических циклов

В настоящее время существует несколько подходов к моделированию и прогнозированию демографических циклов. Основными из них являются:

- классическая популяционная модель Р. Пирла, описываемая логистическим уравнением Ферхюльста;
- экстраполяционные модели, в том числе основанные на рядах Фурье;
- когортно-компонентный метод (метод передвижки по возрастам);
- агент-ориентированное моделирование.

Следует отметить, что история изучения и прогнозирования демографических циклов берёт начало с идеи основателя демографической науки Томаса Роберта Мальтуса [20], главный постулат которого заключался в том, что численность населения неизбежно ограничена средствами существования. Развитие идей Мальтуса Давидом Рикардо [21] привело к появлению известной мальтузианско-рикардианской теории, которая, в частности, описывает повторяющиеся колебания численности населения, сопровождаемые колебаниями цен, земельной ренты, прибыли и реальной заработной платы. Попытки найти теоретическое подтверждение мальтузианской концепции привели к возникновению первой модели популяционных циклов, разработанной американским биологом и демографом Раймондом Пирлом [22], который показал, что изменение численности популяций некоторых видов животных описывается так называемым логистическим уравнением (уравнением Ферхюльста). Впоследствии разработанная математическая теория популяционных циклов стала одним из важных разделов экологии, и активно привлекалась последователями Мальтуса как один из аргументов, подтверждающих его теорию [4].

На основе ставшей классической популяционной модели Р. Пирла, описываемой логистическим уравнением Ферхюльста, российский историк

С. А. Нефедов строит свою модель демографических циклов в аграрных обществах, представляя исторический процесс как последовательность демографических циклов, зеркальным отражением которых являются циклические изменения душевого потребления, то есть циклы реальной заработной платы. По мнению А. В. Коротаева, доказательство того факта, что демографические циклы представляли собой общую базовую черту динамики всех сложных аграрных систем, является «одним из важнейших недавних открытий в области изучения долгосрочных динамических социальных процессов» [23].

Однако данные классические модели не применимы для прогнозирования современных демографических циклов, поскольку Россия уже давно вышла из мальтузианской ловушки и демографическое развитие регионов не подчиняется мальтузианской динамике. Как справедливо отмечает С. А. Нефёдов, «изучение кризисов прошлых эпох в контексте демографически-структурной теории показывает, что породившие их причины не действуют в современных постиндустриальных обществах – в том числе и в России. Нашей стране уже не грозят аграрное перенаселение и революции, аналогичные революции 1917 года» [24]. Современные демографические циклы имеют иные причины, а значит, требуют принципиально нового подхода к моделированию.

Одним из таких подходов к моделированию демографических циклов нашего времени являются модели Т. Блиновой и соавторов, которые описывают циклическую демографическую динамику, используя сочетание методов тригонометрических аппроксимаций и методов пошаговой регрессии. Аппроксимация данных выполняется с помощью адаптированных применительно к рассматриваемым задачам конечных рядов Фурье, а для идентификации и оптимизации моделей задействованы методы пошаговой регрессии. Результаты исследования послевоенных среднесрочных циклов числа рождений, проведённых указанным методом, позволили авторам сделать вывод о том, что современный демографический спад имеет

эндогенную природу, а экзогенные факторы усиливают саму величину спада, не будучи его фундаментальной причиной [25].

Несмотря на интересные результаты, целесообразность использования рядов Фурье и иных экстраполяционных моделей для прогнозирования циклов рождаемости вызывает большие сомнения. Циклы рождаемости так же, как и циклы смертности, хорошо прогнозируются при помощи классического метода передвижки по возрастам (когортно-компонентного). Суть его заключается в том, что для оценки численности данной когорты через год она «передвигается» на год старше за вычетом умерших и уехавших в течение этого года и с учётом приехавших. Число родившихся в течение года рассчитывается перемножением возрастных коэффициентов рождаемости на численность женщин соответствующего возраста и последующим суммированием полученных произведений.

Данный метод активно используется в перспективных расчетах численности населения, выполняемых Росстатом, ценится за свою надёжность и простоту и имеет большое практическое значение. Однако его применение для долгосрочного демографического прогнозирования в регионах, по мнению А. Я. Кваши, осложняется следующими двумя проблемами. Во-первых, реальные повозрастные коэффициенты смертности и рождаемости меняются во времени, и чем больше период прогнозирования, тем сильнее они изменятся. Во-вторых, гипотеза «закрытого» населения не работает на уровне регионов, в которых вклад миграции в изменение численности населения может достигать 60%, а значит, для региональных демографических прогнозов крайне важен качественный учёт влияния миграции. Обобщим указанные проблемы следующим высказыванием знаменитого демографа: «разработка достоверных гипотез о перспективах изменения демографических процессов является основной проблемой долгосрочного прогнозирования населения» [17]. Таким образом, метод передвижки по возрастам ставит нас в двусмысленную ситуацию, в которой хотя и имеется возможность получить прогноз долгосрочных демографических циклов, но невозможно

спрогнозировать качественные изменения демографических процессов, а именно: деформацию рождаемости, смертности и миграции, поскольку мы сами «программируем» эти процессы, задавая повозрастные коэффициенты рождаемости, дожития, выбытия и прибытия населения.

Избежать данной проблемы позволяет свойство эмерджентности, присущее агент-ориентированным моделям [26] и позволяющее в ходе работы имитационной модели предсказать незапрограммированные заранее явления, возникающие в результате взаимодействия большого числа автономных гетерогенных агентов [27]. И если модели Р. Пирла не подходят для прогнозирования современных демографических циклов, имеющих немальтузианскую динамику, экстраполяционные модели не действуют в условиях нестабильности внешней среды, а когортно-компонентный метод предписывает нам сначала «запрограммировать» те компоненты, которые мы хотели бы прогнозировать, то в отличие от них агент-ориентированный подход лишён перечисленных недостатков и позволяет получать прогнозы как краткосрочных и среднесрочных, так и долгосрочных демографических циклов, отражающих демографический переход. Агент-ориентированная вычислительная демография [28] позволяет смоделировать всю систему демографических циклов и соответствующих им факторов в единстве и взаимосвязи: краткосрочные циклы, спровоцированные демографической политикой; среднесрочные циклы, являющиеся эхом войны; долгосрочные циклы, отражающие демографический переход.

Примером использования данного подхода служит агент-ориентированная демографическую модель Дальнего Востока (АОДМ ДФО), разрабатываемая в ФАНУ «Востокгосплан» [29]. Модель реализована в системе имитационного моделирования AnyLogic Professional в реальном масштабе 1:1 и содержит на старте 8,2 млн агентов-дальневосточников (численность населения в 2015 году), «проживающих» в 11 субъектах РФ, входящих в ДФО. Агенты гетерогенны и отличаются следующими характеристиками: место проживания (регион, муниципальное образование и

тип поселения), пол, возраст, уровень образования, семейное положение, наличие детей, репродуктивные и миграционные установки, социальное положение, трудовой статус и др. Подробное описание модели приведено в пункте 2.1 отчёта.

Концептуальная схема формирования демографических циклов в текущей версии модели представлена на рисунке 4.

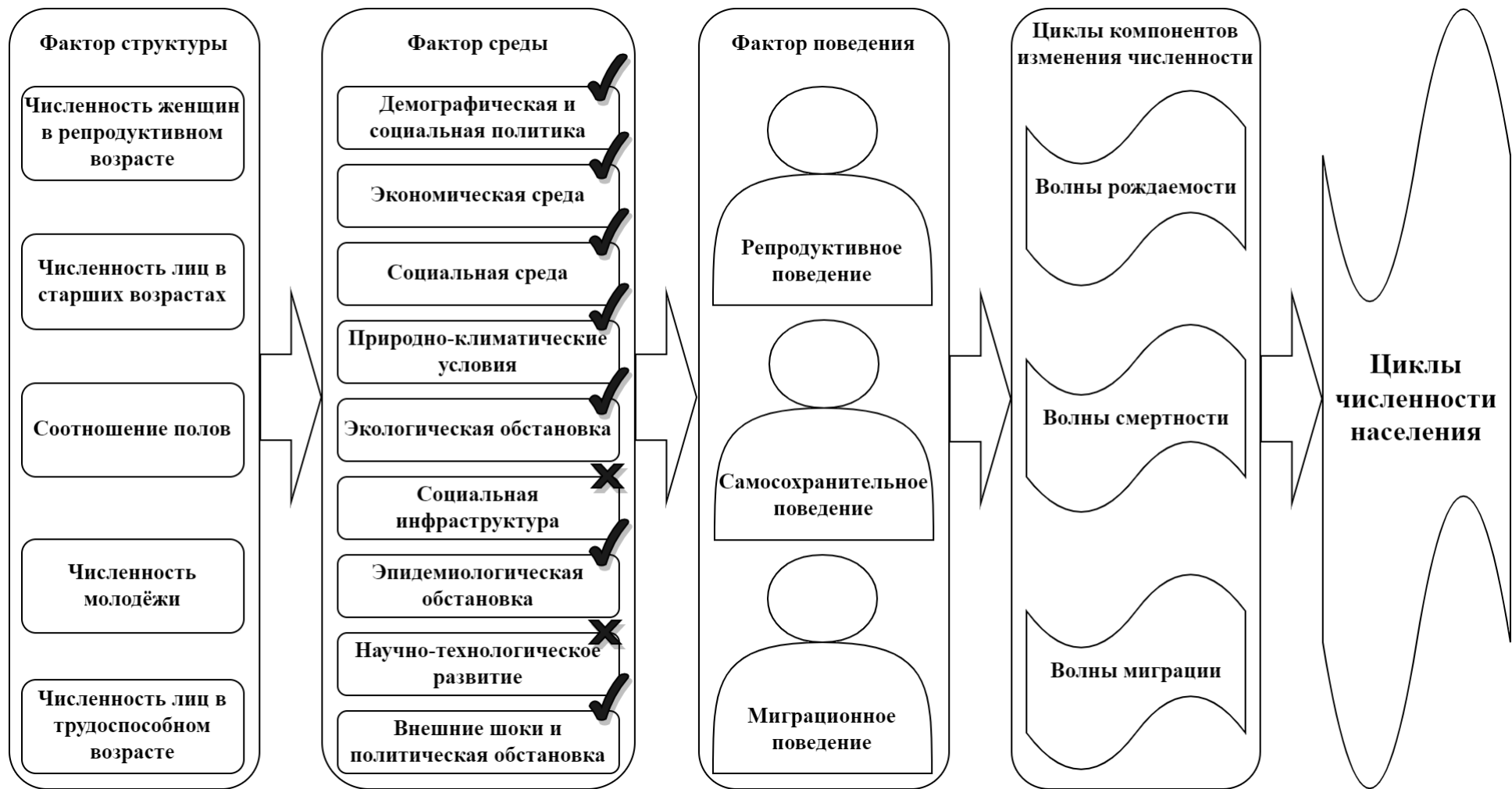


Рисунок 4 – Концептуальная схема формирования демографических циклов в агент-ориентированной модели (галочками отмечены факторы среды, влияние которых частично учтено в текущей версии модели)

Источник: составлено авторами.

Фактор структуры учтён в модели в полной мере. На момент старта агенты распределяются по полу и однолетним возрастным группам от 0 до 100 лет в соответствии с реальной половозрастной структурой населения муниципальных образований ДФО по официальным данным Росстата. Точное воспроизводство структуры населения в модели необходимо для моделирования циклов:

- рождаемости, которая зависит от численности женщин в репродуктивном возрасте и их установок;
- смертности, во многом определяемой численностью старших когорт;
- миграции, в частности, образовательная миграция напрямую зависит от численности молодёжи.

Кроме того, важную роль играет соотношение полов, которое, несомненно, влияет на вероятность создания семьи. Также фактор структуры сказывается на функционировании рынка труда. Например, научно доказано, что увеличение размера собственной когорты приводит к более равномерным профилям доходов, а те, кто выходят на рынок труда до или после пика демографического цикла, начинают с более низких доходов, но имеют более быстрый их рост [30].

Фактор структуры даёт неодинаковый эффект в разной внешней среде, которая наравне с фактором поведения может как усиливать, так и сглаживать периодические колебания показателей. Все факторы среды, влияние которых уже частично учтено в текущей версии модели, отмечены на схеме галочками. В частности, демографическая политика прошлых лет, экономическая и социальная среда, природно-климатические условия и экологическая обстановка находят отражение в повозрастных коэффициентах рождаемости, смертности и миграции. Внешние шоки такие, как пандемия, и эпидемиологическая обстановка учитываются в циклах смертности за счёт введения «кризисных» коэффициентов. Всё это позволяет уже сейчас использовать модель для прогнозирования краткосрочных и среднесрочных демографических циклов.

Более подробно факторы формирования демографических циклов в агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы формирования демографических циклов в агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока

Демографические циклы	Фактор структуры	Фактор среды	Фактор поведения
Циклы рождаемости	Численность и структура женщин в репродуктивном возрасте, соотношение полов	Демографическая и социальная политика, экономическая среда, социальная среда, природно-климатические условия	Репродуктивные установки (число детей, интергенетический интервал)
Циклы смертности	Численность и структура лиц в старших возрастах	Эпидемиологическая обстановка, пандемия, внешние шоки, природно-климатические условия, экологическая обстановка	Самосохранительное поведение (учитывается косвенно в вероятностях дожития)
Циклы миграции	Численность молодёжи, соотношение полов, численность лиц в трудоспособном возрасте	Миграционная привлекательность территории, безработица, заработная плата, миграционные установки окружающих (родителей, супругов)	Миграционные установки (склонность к миграции), приживаемость в месте вселения

Источник: составлено авторами.

Не учтены на сегодняшний момент социальная инфраструктура (наличие детских садов, школ, вузов, учреждений здравоохранения, культуры и т.п.) и научно-технологическое развитие [31] (в частности, новые технологии лечения или производства). Их последующее включение в модель даст возможность строить научно обоснованные прогнозы долгосрочных демографических циклов по регионам ДФО.

Важно, что предложенный подход соответствует концепции демографического гомеостаза и отражает способность демографической системы сохранять стабильность и отвечать на внешние воздействия за счёт механизма обратной связи. Гомеостаз обеспечивается механизмами целеполагания и свободного множественного выбора на уровне отдельных

агентов и их семей. Как отмечает В. Школьников, «такой механизм регулирования на микроуровне гораздо более гибок, чем старый механизм макроуровневого регулирования. Многообразие индивидуальных решений образует в сумме равнодействующую массового рационального поведения» [32].

1.2 Ретроспективный анализ демографического развития территорий ДФО

Дальневосточный федеральный округ – крупнейший округ в Российской Федерации, занимает около 40% территории всей страны. С 2018 года в него входят 11 субъектов: Республики Бурятия и Саха (Якутия), Забайкальский, Камчатский, Приморский, Хабаровский края, Амурская, Магаданская, Сахалинская, Еврейская автономная области и Чукотский автономный округ.

История освоения Дальнего Востока берет начало еще до прибытия русских казаков в XVI веке, когда территория уже была заселена коренными народами. Казаки исследовали восточные земли, строили первые русские поселения. После заключения Нерчинского договора, устанавливавшего границы между Русским царством и Империей Цин, в 1689 года наступил перерыв в исследовании Приамурья, который продлился вплоть до XIX века.

Новым толчком для массовой колонизации востока страны стало переселение крестьян, которое условно можно разделить на два этапа. Началу первого этапа положил закон от 26 марта 1861 года, по которому эти территории были объявлены открытыми для заселения крестьянами, не имеющими земли, и людьми всех сословий, желающими переселиться за свой счет. Второй этап – закон 1882 года «О казеннокоштном переселении в Южно-Уссурийский край», согласно которому из европейской России ежегодно должны были переселяться морем 250 крестьянских семей за государственный счет. Кроме того, желающим переехать за свой счет предоставляли льготы по новому месту жительства [33].

Еще одним важным событием в истории заселения Дальнего Востока стало строительство Транссибирской железной магистрали. В это время не только значительно возрастает приток рабочих, но и увеличивается приток крестьян, промышленников, купцов и других сословий, так как путь из центральной части страны на восток становится значительно проще. Это открыло новые возможности для освоения территории, развития торговли и экономического роста региона.

Советской властью также предпринимались меры по стимулированию миграции в регион. Для освоения обширных территорий, новому строительству и охране государственных границ людей, проживающих в регионе, было недостаточно, поэтому власти рассчитывали пополнять трудовые ресурсы за счет планового переселения. 6 июля 1925 года вышло Постановление ВЦИК и СНК «Об открытии планового переселения в районы Поволжья, Сибири и Дальневосточной области», причем освоению и экономическому развитию Дальнего Востока отводилась центральная роль [34]. Наиболее активная часть переселенческой компании началась в 1933 году и продолжалась до конца 1950-х годов. Основной целью кампании являлось развитие сельского хозяйства и промышленности региона, а также укрепление экономических связей с соседними странами – Китаем, Кореей и Японией.

Еще одна волна миграции связана со строительством Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (БАМ) в 1971–1985 годах. В это время для участия в масштабном строительстве, которое в последствие получило статус всесоюзной комсомольско-молодежной стройки, на Дальний Восток со всего Советского Союза прибывали не только квалифицированные кадры, но и большое количество молодежи.

Процесс освоения территории Дальнего Востока в контексте истории России не так продолжителен, наибольшая активность по его развитию и заселению ведется чуть более 100 лет. За это время численность населения в регионе увеличилась в 3 раза (в России за тот же период население увеличилось в 1,5 раза). Это молодой регион, который в силу своих особенностей (географических, политических, экономических) имеет еще подвижную административно-территориальную структуру. На протяжении этого времени продолжают преобразования в административно-территориальном делении в соответствии с текущими потребностями органов власти.

Географические границы Дальневосточного федерального округа (ранее – Дальневосточный край, Дальневосточная область) и его территориальный состав в течение последних 100 лет активно менялись. «... В разное время в состав

Дальнего Востока входили Забайкалье и Якутия. ... В 1957 году в Дальневосточный экономический район включена Якутская АССР» [35]. В том числе в пределах самого макрорегиона происходили преобразования: муниципалитеты укрупняли, переформировывали, переименовывали. Современные границы Дальневосточного федерального округа установлены относительно недавно, а именно 3 ноября 2018 года [36], когда указом Президента Российской Федерации в его состав были включены Республика Бурятия и Забайкальский край.

По решению Президиума ВЦИК СССР от 4 января 1926 года Дальневосточная область преобразовалась в Дальневосточный край с 9 округами (Амурский, Владивостокский, Зейский, Камчатский, Николаевский, Сахалинский, Сретенский, Хабаровский и Читинский), разделенными на 75 районов с центром в городе Хабаровске. Таким образом, вместо губерний, уездов, волостей осуществился переход к краевому, окружному, районному делению. Новая система административно-территориального устройства учитывала не только исторические и экономические особенности, но и структуру населения, проживающего на данной территории, его этнический состав [37].

На момент переписи населения 1926 года на территории в границах современного Дальневосточного федерального округа находились Бурят-Монгольская АССР, Якутская АССР и Дальневосточный край, в который входили Владивостокский, Хабаровский, Читинский, Зейско-Алданский, Амурский, Николаевский, Сретенский, Камчатский и Сахалинский округа. 20 октября 1938 года Дальневосточный край был разделён на Хабаровский и Приморский края (рисунок 5).

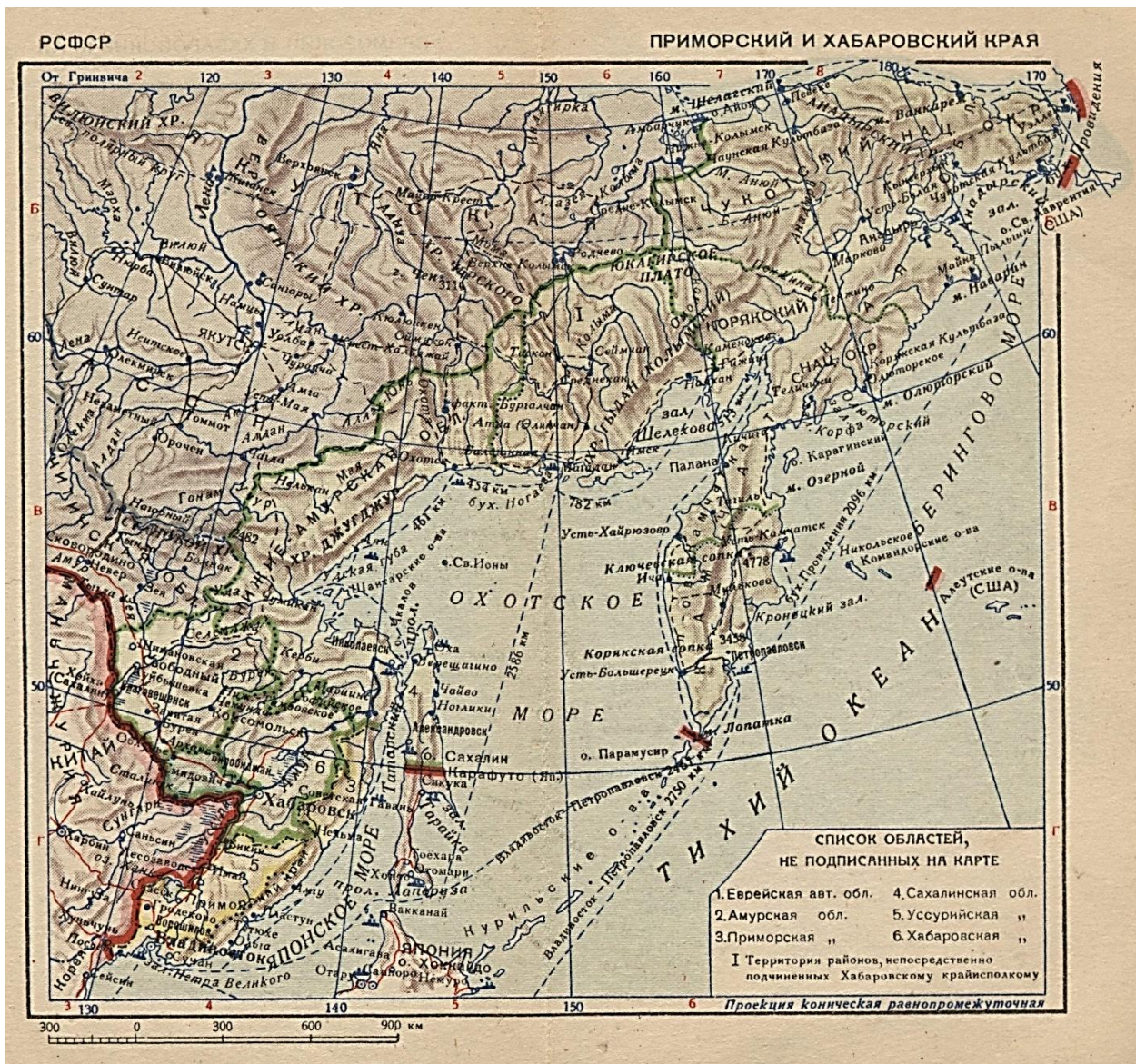


Рисунок 5 – Политико-административное деление Приморского и Хабаровского краев, по состоянию на 1 декабря 1938 года

Источник: Карманный Атлас СССР. – Л.: Главное управление геодезии и картографии при СНК СССР, 1939.

В состав Хабаровского края входили Амурская, Камчатская, Нижне-Амурская, Сахалинская и Хабаровская области, Еврейская автономная область, Корякский и Чукотский национальные округа, районы краевого подчинения. К 1956 году самостоятельными субъектами стали Сахалинская (1947 год), Амурская (1948 год), Магаданская (1953 год) и Камчатская (1956 год) области. Еврейская автономная область была отделена только в 1991 году.

Для оценки динамики изменения численности населения муниципальных образований были использованы данные в пределах одних и тех же территорий.

Для этого, в первую очередь, произведено сопоставление границ в разные периоды и определено, какие изменения административно-территориального деления муниципалитетов субъектов Дальневосточного федерального округа произошли (приложение А, электронное приложение 1). Для выявления изменений были проанализированы региональные законы об установлении границ территорий и преобразовании муниципальных районов и городских округов [38–46], постановления [47–49], указы Президента РФ, Президиума Верховного Совета РСФСР и отдельных союзных республик [50–79], информационные сообщения из Ведомостей Верховного Совета СССР [80–94], и другие источники информации, в том числе справочники, энциклопедии и публикации в сети Интернет на официальных сайтах администраций муниципалитетов ДФО [95–116].

Ярким примером нестабильности административно-территориального деления является Селенгинский район Республики Бурятия (рисунок 6).

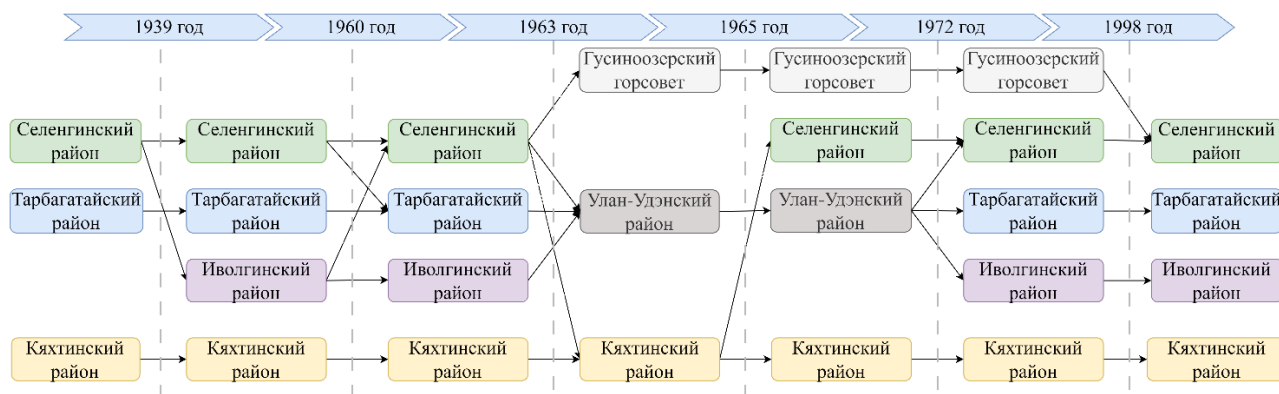


Рисунок 6 – Схема изменений административно-территориального деления Селенгинского района Республики Бурятия

Источник: составлено авторами.

В 1939 году из уже существовавшего на тот момент Селенгинского аймака часть территории было выделено в новый Иволгинский аймак. 3 декабря 1960 года из Иволгинского аймака обратно были переданы Гильбиринский, Оронгойский и Нижнеубукунский сельсоветы. В том же году село Ганзурино и посёлок станции Ганзурино Оронгойского сельсовета Селенгинского аймака переданы в состав Тарбагатайского аймака. 2 апреля 1963 года в результате

реформы административно-территориального деления СССР произошло укрупнение сельских районов и Селенгинский аймак был упразднён. В состав Кяхтинского аймака включены семь сельсоветов и рабочий посёлок Селендума. Наушки и Чикой включены в Гусиноозёрский горсовет. 13 января 1965 года из состава Кяхтинского аймака вновь выделен Селенгинский аймак. 22 января 1965 года посёлок Ардасан Гусиноозёрского горсовета передан в состав Загустайского сельсовета Селенгинского аймака. 28 декабря 1972 года Нижнеубукунский сельсовет из Улан-Удэнского аймака передан в Селенгинский аймак. В 1977 году Селенгинский аймак переименован в Селенгинский район [98]. В 1998 году Гусиноозёрск перестал быть городом республиканского подчинения и был включён в состав Селенгинского района [105].

В результате изучения таких административно-территориальных изменений всех 230 муниципальных образований Дальневосточного федерального округа, произошедших за 1939–2020 годы, можно выделить следующие 3 группы:

1. Стабильные. Муниципалитеты, границы которых не менялись на протяжении всего периода.

2. Относительно стабильные. Муниципалитеты, административное деление которых происходило в пределах определенных границ.

3. Нестабильные. Муниципалитеты с подвижным административно-территориальным делением.

Основным источником данных для анализа динамики численности населения в муниципальных образованиях Дальнего Востока стали переписи населения 1939 [117], 1959 [118], 1970 [119], 1979 [120], 1989 [121], 2002 [122], 2010 [123] и 2020 [124] годов. Перепись населения, проведенная в 1926 году, не бралась во внимание, так как детальная информация в открытых источниках по муниципалитетам есть только для Бурято-Монгольской и Якутской АССР. Данные по округам Дальневосточного края представлены в целом, что затрудняет определение точной численности населения в современных границах.




Статистика межпереписных периодов на данном этапе не была включена в анализ. Ежегодная оценка численности населения между переписями производится на основании итогов последней из них путем прибавления числа родившихся и прибывших и вычитания числа умерших и выбывших. При таких расчетах с годами накапливается ошибка в оценке численности населения, которая затем корректируется по результатам новой переписи. Описанная проблема осознается учеными и практиками давно, в частности, как отмечали статистики еще в 1953 году: «Очевидно, что для получения правильных данных о численности населения необходимо иметь совершенно точные данные о родившихся и умерших, прибывших и выбывших в результате механического движения населения. Однако как бы хорошо не была организована регистрация движения населения, с течением времени по множеству разных причин в учете накапливается целый ряд погрешностей...» [125]. По указанной причине далее анализируются только результаты переписей.

Для сравнения численности проживающего населения в Дальневосточном федеральном округе в разные периоды по регионам и муниципальным образованиям произведен пересчет данных, исходя из современных границ, что является одним из важнейших результатов работы, отличающихся оригинальностью и новизной. Динамика общей численности населения по субъектам макрорегиона в современных и сопоставимых границах с учетом всех изменений в административно-территориальном делении за период с 1939 по 2020 годы представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Численность населения субъектов ДФО в современных границах по данным переписи населения на соответствующую дату*, тыс. человек

	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020	1939/ 1959	1959/ 1970	1970/ 1979	1979/ 1989	1989/ 2002	2002/ 2010	2010/ 2020	1939/ 2020
ДФО	4 484,1	6 543,9	7 737,7	8 953,3	10 359,8	8 829,4	8 372,3	7 975,8	1,23	1,21	1,11	1,16	0,94	0,99	1,01	1,79
Республика Бурятия	545,8	673,3	812,3	900,8	1 041,1	981,2	972,0	978,6	1,18	1,36	1,26	1,29	0,88	1,01	1,04	2,41
Республика Саха (Якутия)	413,2	487,3	664,1	838,8	1 081,4	949,3	958,5	995,7	1,08	1,10	1,08	1,12	0,84	0,96	0,91	1,04
Забайкальский край	963,2	1 036,4	1 144,9	1 233,4	1 378,0	1 155,3	1 107,1	1 004,1	1,98	1,30	1,32	1,23	0,77	0,90	0,91	2,62
Камчатский край	111,3	220,8	287,6	378,5	466,1	358,8	322,1	291,7	1,56	1,25	1,15	1,14	0,92	0,94	0,94	2,08
Приморский край	888,0	1 381,0	1 721,3	1 977,8	2 258,4	2 071,2	1 956,5	1 845,2	1,79	1,20	1,17	1,17	0,89	0,94	0,96	2,36
Хабаровский край	547,3	979,7	1 173,5	1 375,8	1 608,6	1 436,6	1 343,9	1 292,9	1,13	1,11	1,18	1,13	0,85	0,92	0,92	1,21
Амурская область	635,2	717,5	793,4	937,4	1 057,8	902,8	830,1	766,9	1,26	1,33	1,32	1,16	0,47	0,86	0,87	0,91
Магаданская область	149,7	188,9	251,3	332,8	385,3	182,7	157,0	136,1	6,50	0,95	1,06	1,08	0,77	0,91	0,94	4,67
Сахалинская область	99,9	649,4	615,7	654,9	709,6	546,7	498,0	466,6	1,49	1,06	1,10	1,14	0,88	0,92	0,85	1,38
Еврейская автономная область	108,9	162,9	172,4	190,2	215,9	190,9	176,6	150,5	2,17	2,17	1,31	1,19	0,34	0,94	0,94	2,21
Чукотский автономный округ	21,5	46,7	101,2	132,9	157,5	53,8	50,5	47,5	1,46	1,18	1,16	1,16	0,85	0,95	0,95	1,78

Источник: расчет авторов на основе статистических данных переписей населения.

Рост	105,1 и более	
Стагнация	95,0-105,0	
Убыль	94,9 и менее	

* Данные приведены: 1939 год – по переписи на 17 января; 1959 и 1970 годов – по переписи на 15 января; 1979 год – по переписи на 17 января; 1989 год – по переписи на 12 января; 2002 год – по переписи на 9 октября; 2010 год – по переписи на 14 октября; 2020 год – по переписи на 14 ноября 2021 года.

На протяжении 50 лет XX века (1939–1989 годы) численность населения субъектов Дальнего Востока имела стабильный рост от переписи к переписи, что связано с описанными выше историческими событиями. Исключением стала только Сахалинская область, где согласно переписи 1970 года численность населения снизилась на 5% относительно 1959 года. К 1989 году численность населения Дальнего Востока (в современных границах) достигла своего максимума за все время – 10,4 млн человек. Далее начался этап убыли. В период 1989–2020 годов наблюдался незначительный прирост численности только в республиках Бурятия (+1% в 2020 году) и Саха (Якутия) (+1% в 2010 году, +4% в 2020 году), что свойственно территориям с высокой долей коренных народов Севера и Дальнего Востока, отличающихся традиционным укладом жизни и сохранением семейных ценностей. За 1939–2020 годы население всех субъектов ДФО увеличилось, кроме Магаданской области (к 2020 году число жителей снизилось на 9%).

Для дальнейшего анализа демографических показателей группы «стабильных» и «относительно стабильных» территорий были объединены (приложение Б). В рамках анализа динамики изменения численности населения от переписи к переписи дополнительно выделены группы роста (105,1% и более), стагнации (95–105%), убыли (94,9% и менее) показателя в процентах к предыдущему периоду.

Среди рассматриваемых муниципальных образований Дальневосточного федерального округа можно выделить территории, находящиеся в стадии убыли населения на протяжении всего периода. Это Балейский, Карымский, Красночикойский, Шилкинский муниципальные районы Забайкальского края, Яковлевский муниципальный район Приморского края и Магдагачинский муниципальный район Амурской области. Одним из примеров является Балейский муниципальный район, где численность населения сократилась более чем в 3,5 раза, с 56,1 тыс. человек в 1939 году до 15,9 тыс. человек в 2020 году.

Еще одна группа муниципалитетов – территории, где на фоне постоянной убыли или стагнации был один период с ростом численности населения. В нее

входят: Кяхтинский муниципальный район Республики Бурятия, Улётовский, Чернышевский муниципальные районы Забайкальского края, Анучинский муниципальный и Партизанский городской округа Приморского края, Охотский муниципальный район Хабаровского края, Сквородинский муниципальный округ Амурской области, Смидовичский и Облученский муниципальные районы Еврейской автономной области. Чаще всего причиной роста населения в один из периодов становятся внешние факторы. Например, в Сквородинском муниципальном районе за 1970–1979 годы произошло увеличение численности населения на 7%, что связано с началом строительства в 1971 году железнодорожной линии БАМ-Тында. К 1978 году железнодорожная линия была сдана в эксплуатацию, после чего начался процесс постепенного оттока трудовых мигрантов.

Самыми стабильными территориями, где число жителей растет на протяжении всего рассматриваемого времени, за исключением небольших периодов стагнации, можно назвать городской округ «Город Улан-Удэ» Республики Бурятия, Амгинский, Мегино-Кангаласский, Намский, Хангаласский муниципальные районы, город Якутск (включая городской округ Жатай) Республики Саха (Якутия), Читинский муниципальный район Забайкальского края, Артемовский и Уссурийский городские округа Приморского края, Хабаровский муниципальный район и городской округ «Город Хабаровск» Хабаровского края, Благовещенский муниципальный район и город Благовещенск Амурской области. Самым ярким примером в данной группе является город Якутск. На протяжении почти 100 лет (1939–2020 годы) численность населения на этой территории росла от переписи к переписи и в целом увеличилась почти в 6,5 раз с 60,2 до 384,4 тыс. человек. Это один из самых значительных показателей роста среди муниципальных образований Дальнего Востока. Стоит отметить и город Улан-Удэ, где также зафиксирован стабильный рост, но в темпах, уступающих Якутску.

Период с 1939 по 2023 годы позволяет проследить этапы изменения демографической структуры Дальневосточного федерального округа. Используя

классификацию, которую ввёл шведский демограф и статистик Аксель-Густав Сундберг в 1894 году, можно определить типы возрастных структур в зависимости от соотношения детей (до 15 лет) и пожилых людей (60 лет и старше): прогрессивный (40% детей и 10% пожилых), стационарный (27% детей и 23% пожилых) и регрессивный (20% детей и 30% пожилых) [16].

На Дальнем Востоке в 1939 году доля людей моложе трудоспособного возраста составляла 36,6%, а доля пожилых людей была 4,4%. Это соответствует прогрессивному типу возрастной структуры (население находится в стадии роста). Половозрастная пирамида имеет треугольную форму (рисунок 7). К 1989 году, структура немного меняется и при все еще хорошей рождаемости увеличивается продолжительность жизни, что привело к увеличению числа людей старше 60 лет. Это приблизило возрастную структуру населения Дальневосточного федерального округа к стационарному типу. В настоящее время, согласно изменениям половозрастной пирамиды, можно говорить о регрессивной тенденции в демографической структуре региона, так как основание пирамиды сузилось. Доля детей в возрасте до 15 лет составляет 20,3%, а доля пожилых людей старше 60 лет – 20,2%.

Внимательное сравнение половозрастных пирамид 1989 и 2023 годов позволяет сделать вывод не только об изменении структуры населения, но и об особенностях процессов рождаемости, смертности и миграции в ДФО за последние три десятка лет. В частности, тем, кто родился в 1989 году, на начало 2023 года должно было исполниться 33 года при условии, что человек остался жив и не уехал из региона. Таким образом, при гипотезе о нулевой миграции и смертности, верхняя часть половозрастной пирамиды 2023 года могла бы получиться из диаграммы 1989 года простой передвижкой возрастов. Однако сужение половозрастной пирамиды к оси говорит о высокой смертности и миграционном оттоке населения трудоспособного возраста. А менее широкое основание пирамиды свидетельствует о существенном снижении рождаемости в семьях дальневосточников.



Рисунок 7 – Половозрастная пирамида Дальневосточного федерального округа, человек
Источник: составлено авторами на основе данных переписей населения 1939, 1989 годов и данных Росстата.

Выводы, полученные с помощью анализа половозрастных пирамид, подтверждаются статистикой по компонентам изменения численности населения. Суммарно за 1990–2022 годы на Дальнем Востоке родилось 3 589 тыс. человек, а умерло – 3 744, т.е. на 4,3% больше. Естественная убыль населения составила 155 тыс. человек. За этот же период среднегодовая численность населения ДФО с учётом миграционного оттока сократилась на 2 488 тыс. человек или на 23,9% (в России в целом – на 0,8%).

С 2018 года в ДФО начался очередной этап естественной убыли населения (рисунок 8), обусловленный снижением уровня рождаемости (в активный репродуктивный возраст вступают малочисленные когорты, рождённых в 90-х годах) и усугубившийся повышением показателей смертности в 2020–2021 годы в условиях пандемии COVID-19.

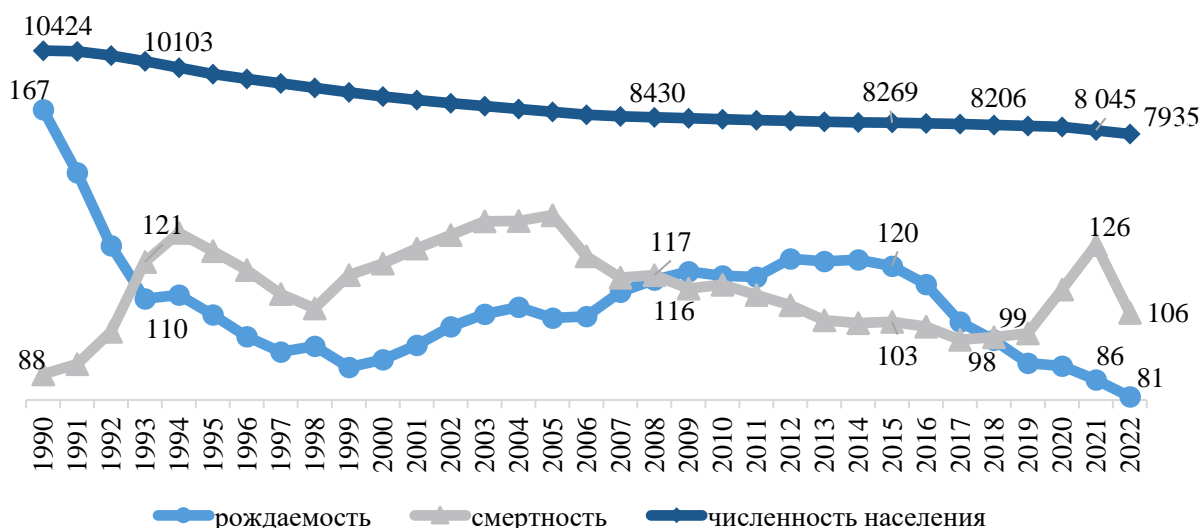


Рисунок 8 – Среднегодовая численность населения, рождаемость и смертность в ДФО (с учетом Забайкальского края и Республики Бурятия), тыс. человек

Источник: составлено авторами.

За 2018–2022 годы общая убыль населения, без учёта переписи 2020 года, составила 192,3 тыс. человек, из них: естественная убыль – 98,2 тыс. человек (51,1%) и миграционная – 94,1 тыс. человек (48,9%). По итогам ВПН-2020 убыль населения оказалась выше оценок Росстата на 318,7 тыс. человек. Перерасчет компонентов изменения численности населения к настоящему моменту не

выполнен, поэтому расхождение между данными составляет 120 тыс. человек (рисунок 9).

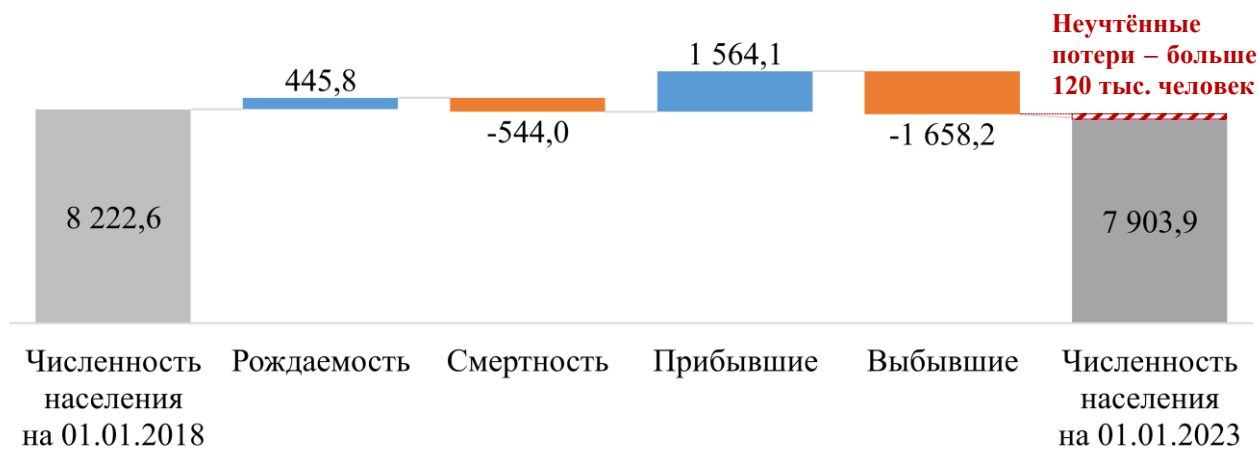


Рисунок 9 – Компоненты изменения численности населения ДФО за 2018–2022 годы (численность населения на 01.01.2023 дана с учетом ВПН-2020), тыс. человек

Источник: составлено авторами.

Неравномерность половозрастной структуры населения и наличие так называемых демографических «ям» и «бугров», описанных Л. Л. Рыбаковским [19], прослеживаются не только для всего ДФО, но и для его отдельных регионов (электронное приложение 2). Структурные волны населения неминуемо будут приводить в будущем к появлению и сохранению демографических циклов. В частности, рост числа женщин, входящих активный репродуктивный возраст (зелёная стрелка на рисунке 10), повлечёт за собой всплеск рождаемости, а увеличение числа лиц, вступающих в пенсионный возраст (красная стрелка), будет сопровождаться ростом абсолютных показателей смертности.

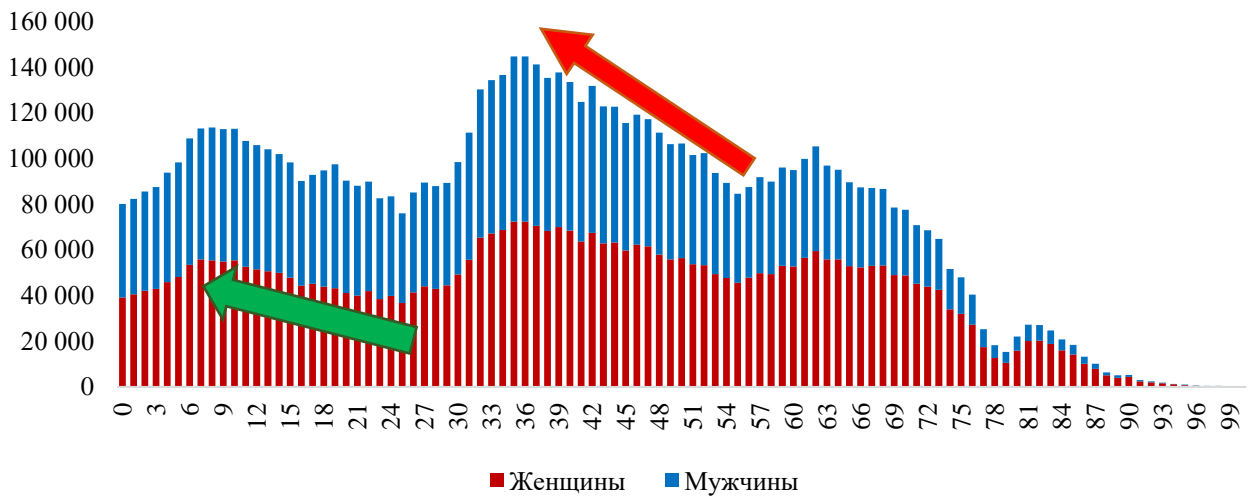


Рисунок 10 – Численность населения ДФО на начало 2023 года по полу и возрасту, человек

Источник: построено авторами по данным Росстата.

Таким образом, неравномерное распределение населения по полу и возрасту служит одним из основных факторов демографических циклов. В то же время фактор структуры может быть скорректирован действием двух других важнейших групп факторов, таких как фактор поведения и фактор среды. Поэтому одной из важнейших задач агент-ориентированного моделирования демографического развития регионов становится разработка паттернов и сценариев поведения агентов в условиях изменения внешней среды.

2 РАЗРАБОТКА ПАТТЕРНОВ И СЦЕНАРИЕВ ПОВЕДЕНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ АГЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В ДФО (СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ)

Паттерны и сценарии поведения агентов в агент-ориентированных демографических моделях формируются в результате взаимодействия агентов с внешней средой и зависят не только от факторов среды, но и от индивидуальных характеристик агентов, в результате чего достигается неоднородность поведения и принятия решений (разные агенты в одинаковых условиях ведут себя по-разному) [126].

На данном этапе научно-исследовательской работы реализованы следующие компоненты внешней среды, задающие социально-экономические факторы естественного и миграционного движения населения:

- система образования;
- рынок труда;
- система формирования доходов населения.

Далее по каждому из перечисленных социально-экономических компонентов внешней среды описаны особенности формирования базы данных (переменные и детализация), механизмы их программной реализации и принципы формирования индивидуальных сценариев и паттернов поведения агентов в условиях изменения внешней среды.

2.1 Общее описание агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока

По состоянию на начало 2024 года АОДМ ДФО представляет собой программный комплекс, включающий следующие функциональные блоки:

– база данных входных параметров модели – система настройки модели на исходные статистические данные макрорегиона, субъекта Дальневосточного федерального округа, муниципального образования или группу объектов моделирования;

– агент-ориентированная модель – непосредственно ядро инструментального комплекса, реализующее воспроизведение демографических и социально-экономических процессов, происходящих с агентами в определенных условиях среды;

– надстройки для проведения сценарных и расчетных экспериментов – система инструментов представления, управления и обработки данных, являющихся условиями проведения расчетов;

– база данных выходных показателей модели – система хранения результатов моделирования;

– система визуализации результатов модельных расчетов – система представления полученных результатов конечному пользователю.

Первоначально разработка АОДМ ДФО велась на базе ФАНУ «Востокгосплан» в рамках выполнения планов работ по научно-методическому обеспечению на 2021 и 2022 годы, утвержденных Минвостокразвития России, по теме «Агент-ориентированное моделирование и прогнозирование демографических процессов в Дальневосточном федеральном округе (2021 – 2022 годы)». В частности, в 2021 году был реализован естественно-демографический блок модели, представлена демоверсия на примере Хабаровского края (аналитический отчет направлен письмом в Минвостокразвития России, исх. № 02-05/557 от 28.12.2021). В 2022 году произведен переход к полноценному моделированию всего населения ДФО, добавлен миграционный блок, создана облачная база данных, синхронизированная с внешней системой визуализации результатов моделирования в Yandex Datalens (аналитический отчет направлен письмом в Минвостокразвития России, исх. № 02-05/590 от 27.12.2022).

Дальнейшая разработка модели, начиная с 2023 года, ведётся в рамках данной научно-исследовательской работы (рег. № НИОКТР 123040300001-8).

Для понимания назначения и структуры модели и базы данных приведём описание АОДМ ДФО на основе международного ODD-протокола (Overview, Design Concepts, Details) [127, 128].

OVERVIEW – Обзор модели

Цель: имитация демографических процессов в ДФО: рождаемости, смертности, миграции. Модель предназначена для лиц, принимающих решения на различном уровне управления.

Типы агентов: 1. Агент «Персона» (человек); 2. Агент «Работодатель» (вид экономической деятельности).

Масштаб: Модель реализована в реальном масштабе 1:1 (8,2 млн агентов) с детализацией по 11 субъектам, включающим 230 муниципальных образования. Имеет встроенную возможность масштабирования для увеличения оперативности работы модели.

Шаг моделирования: 1 год. Моделируется постоянное население по состоянию на начало года. В качестве базового в модели выбран 2015 год, для которого во входных данных заданы характеристики распределений для генерации начальной популяции. Количество шагов моделирования технически не ограничено, однако, настройки текущей версии обеспечивают прогнозирование на среднесрочную перспективу.

Процессы и очерёдность их реализации: Рождаемость, получение образования, брачность, разводимость, занятость, миграция, смертность.

DESIGN CONCEPTS – Концептуальное решение

Принятие решений агентами (Individual decision-making): Агенты обладают ограниченной рациональностью в принятии решений и неполной информацией о состоянии внешней среды и характеристиках других агентов, в результате чего действуют в условиях частичной неопределённости. В пределах заданных половозрастных вероятностей с учётом сложившихся условий агенты случайным образом принимают решения о рождении ребёнка в текущем году, миграции по одной из пяти возможных причин (получение образования, смена места работы, возвращение после временного отсутствия, семейные обстоятельства и другие причины), обучении, трудоустройстве, увольнении или выходе на пенсию.

Способность к обучению (Learning): Правила принятия решений ограничены заданными в модели алгоритмами формирования траекторий жизненного цикла. Агенты не способны изменять запрограммированные правила принятия решений, т. е. не обладают признаками искусственного интеллекта и способностью к обучению в процессе принятия решений.

Восприятие информации (Individual sensing): Считается, что агенты обладают информацией о характеристиках других членов популяции. В частности, при формировании зарплатных ожиданий агент использует информацию о средней заработной плате агентов своего возраста, пола и образования. Агенты типа «Работодатель» обладают информацией о ищущих работу, а агенты типа «Персона» частично информированы о наличии вакансий (в пределах доли вакансий, сообщаемых в службу занятости). Процесс получения информации не моделируется. Каких-либо издержек на получение информации агенты не несут.

Способность к предвидению (Individual prediction): Агенты не прогнозируют последствия принимаемых ими решений и действует случайным образом в рамках заданных вероятностей, что в большей степени соответствует поведению агентов в реальных условиях.

Взаимодействие между агентами (Interaction): Взаимодействия типа «Персона – Персона» возникают при создании семьи и рождении ребёнка, «Персона – Работодатель» – при приёме на работу и увольнении работников. Взаимодействия типа «Работодатель – Работодатель» моделью не предусмотрены.

Коллективные типы агентов (Collectives): семья и домохозяйство.

Гетерогенность (Heterogeneity): Агенты неоднородны по своим характеристикам и поведению (каждый агент индивидуален), но однородны по правилам принятия решений. Неоднородность поведения достигается за счёт того, что принимаемые решения зависят от индивидуальных характеристик агентов.

Стохастичность (Stochasticity): Поведение агентов не является строго детерминированным и в большинстве случаев задаётся через распределение вероятностей. Стартовые распределения агентов по статусам также осуществляются случайным образом в рамках заданных вероятностей.

Наблюдаемые результаты (Observation): Модель собирает и выводит на экран статистику численности населения, рождаемости, смертности, миграции, брачности и разводимости, образования и рынка труда (более 50 показателей). Также в модели можно наблюдать эффекты старения населения, возникновения безработицы или дефицита кадров, демографические волны и кризисы.

DETAILS – Детали технической реализации

Общая информация: Имитационная модель разработана с использованием универсальной среды имитационного моделирования Anylogic (www.anylogic.ru), написана на программном языке Java и реализована в двух версиях: локальной и облачной.

Локальная версия представляет собой приложение, предназначенное для запуска на персональном компьютере, и не требует дополнительной установки специализированного платного программного обеспечения. Облачная версия модели в AnyLogic Private Cloud запускается в частном облаке ФАНУ «Востокгосплан» (<https://anylogic.vostokgosplan.ru>) и позволяет настроить работу модели в соответствии с корпоративными требованиями безопасности, а также обеспечивает полный контроль над данными. Результаты моделирования выгружаются в облачное хранилище и синхронизируются с внешней системой визуализации данных.

Порядок формирования начальной популяции (Initialisation):

- создаются популяции мужчин и женщин заданной численности с учетом масштаба;
- создаются агенты-работодатели и инициализируются структуры рабочих мест;
- несовершеннолетние дети распределяются по матерям в соответствии с вероятностью иметь определенное количество детей в зависимости от возраста женщины;
- создаются семьи для женщин с детьми, а также для одиноких мужчин и женщин;
- определяются семейные отношения (браки) на основе вероятностных распределений:
 - для женщины быть в браке в зависимости от возраста и числа детей;
 - для супругов по разнице в возрасте;
- корректируется состав семей с учетом сформированных браков;
- создаются домохозяйства и распределяются между городским и сельским населением региона;
- формируется начальное распределение по уровню образования в зависимости от пола, возраста, признака город-село;
- формируется распределение по трудовым категориям и стажу работы;
- выполняется начальное распределение работающих по работодателям и рабочим местам;
- создается система сбора и отображения основных наборов модельных данных (популяционные пирамиды, исходные данные для графиков);
- проводится агрегация данных по сводным показателям в соответствии с иерархией территорий (МО – субъект – ДФО).

Изменения начальной популяции на шаге моделирования:

- формируется начальная популяция агентов;

- проводится расчёт смертности на основе вероятностей смертности в зависимости от пола, возраста и территории. В случае смерти проводятся корректировки зависимых параметров таких, как семейный статус у другого супруга, освобождение занимаемого рабочего места, передача детей и т. д. Помимо «регулярной» смертности, модель позволяет учесть влияние пандемии коронавирусной инфекции COVID-19, при задании соответствующих параметров «год начала» и «длительность». В этом случае используются параметры смертности с дополнительным признаком;

- все члены популяции взрослеют на 1 год;

- проводятся изменения в составе домохозяйств, например, лица, достигшие совершеннолетнего возраста, образуют отдельное от родителей домохозяйство;

- из числа семей с обоими супругами случайным образом в пределах заданных индивидуальных вероятностей, зависящих от пола, возраста, числа детей, типа поселения, территории, выбираются семьи, в которых за год прошел развод;

- для незамужних женщин случайным образом определяется факт вступления в брак за год, в зависимости от возраста, числа детей, территории. Супруг выбирается из числа неженатых мужчин в зависимости от вероятностного распределения по разнице в возрасте, типу поселения, территории. При этом либо создается новая семья, либо же один из супругов «переезжает» к другому, если уже имеются несовершеннолетние дети. Происходит корректировка состава домохозяйств;

- для каждой женщины в заданном интервале возраста определяется вероятность рождения ребенка в зависимости от возраста, количества детей и интергенетического интервала, влияющего на разницу в возрасте между детьми у одной матери;

- для всех членов популяции происходит обновление статуса образования, включая обязательные переходы и вероятностные события;

- производится обновление трудового статуса, включая:

- сокращение и создание новых рабочих мест работодателями;
- изменение трудовой категории членов популяции, которая влияет на поведение в части занятости;
- увольнение с работы;
- прием на работу;
- производится расчет миграционных потоков по причинам и направлениям миграции;
- для всех членов популяции происходит обновление миграционного статуса и продолжительности проживания в регионе;
- выполняется обновление внутримодельной статистики (популяционные пирамиды, данные для графиков).

Входные данные (Input Data): в модели используется 96 входных показателей с различной детализацией для агентов типа «Персона» (например, по регионам ДФО, типу поселения, полу, возрасту, уровню образования) и для агентов типа «Работодатель».

Структурные компоненты модели (Submodels): модель естественного движения населения; модель миграционного движения; модель брачно-семейной траектории; модель образовательной траектории; модель трудовой траектории.

2.2 Формирование базы данных агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока по социально-экономическим компонентам внешней среды

База данных АОДМ ДФО построена в соответствии с целями и задачами прогнозирования и имеет блочную структуру, определённую исходя из конструкции модели и её компонентов, а также необходимого набора параметров, задающих характеристики агентов и их поведение.

Место базы данных в общей архитектуре программного комплекса показано на рисунке 11.

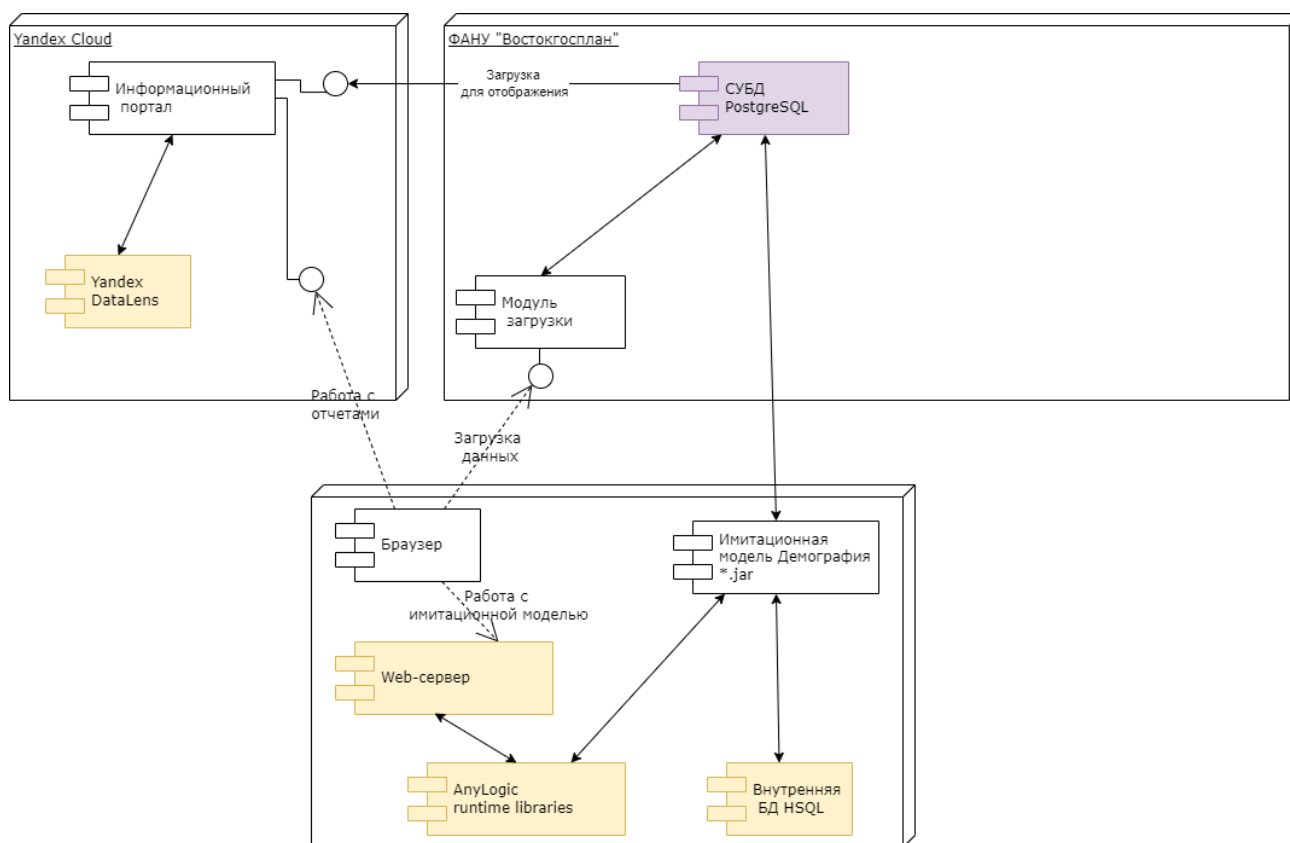


Рисунок 11 – Архитектура интеграции элементов программного комплекса
 Источник: составлено авторами.

База данных АОДМ ДФО сформирована в результате самостоятельных расчётов, проведённых исследовательским коллективом, на основе статистической информации из следующих источников:

- открытые данные Федеральной службы государственной статистики, опубликованные на официальном сайте;
- данные по рождаемости и смертности РосБРИС Центра демографических исследований Российской Экономической Школы (ЦДИ РЭШ);
- база микроданных выборочного наблюдения репродуктивных планов населения;
- база микроданных комплексного наблюдения условий жизни населения;
- микроданные Росстата по бракам и разводам в муниципальных образованиях ДФО за 2017–2020 годы, полученные по запросу Минвостокразвития России. Объем полученной информации составляет

370 282 записи (220 086 браков и 150 196 разводов) – 100% статистики брачности и разводимости по ДФО;

- ведомственная статистика Минобрнауки России и Минпросвещения России;

- база микроданных выборочного обследования рабочей силы;

- база микроданных выборочного наблюдения труда мигрантов (отдельный модуль выборочного обследования рабочей силы, 2019 год);

- подробные данные о миграционном движении населения регионов ДФО, полученные по запросу;

- результаты социологических измерений миграционных установок, настроений, намерений населения Дальнего Востока (ФОМ, ВЦИОМ, отдельные исследователи);

- научные публикации по демографическим процессам в ДФО.

Ниже приведена структура базы данных АОДМ ДФО по социально-экономическим компонентам внешней среды (образование, рынок труда, доходы).

Структура данных для имитации системы образования:

- вероятность женщины иметь определенный уровень образования в зависимости от количества рожденных детей;

- вероятность мужчины иметь определенный уровень образования;

- сведения о численности поступивших и обучающихся в образовательных организациях (для верификации);

- сведения о коэффициентах перехода между уровнями образования.

Структура данных для имитации рынка труда:

- стартовое распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по категориям населения по социальному положению (студенты / учащиеся очной формы обучения; пенсионеры по возрасту, выслуге лет, на льготных условиях; пенсионеры по инвалидности; лица, ведущие домашнее хозяйство или отвечающие за уход за домом и детьми; другие);

- среднее за период с 2015 по 2020 год распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по категориям населения по социальному положению на шаге;
- стартовое распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по статусу участия в рабочей силе в зависимости от категории населения по социальному положению;
- распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по статусу участия в рабочей силе в зависимости от категории населения по социальному положению на шаге;
- распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по статусу участия в рабочей силе по годам за период с 2015 по 2020 год (для верификации);
- распределение занятых по видам экономической деятельности по ОКВЭД2;
 - характеристики агентов-работодателей;
 - стартовое распределение занятых по стажу работы;
 - требования к стажу по должностям (по ОКЗ-2014);
 - продолжительность трудового стажа после назначения пенсии.

Структура данных для имитации системы формирования доходов:

- распределение населения по статусу занятости на основной работе;
- сведения о средних размерах доходов разных типов по годам за ретроспективный период;
 - сведения о динамике денежных доходов населения и потребительских цен;
 - сведения о плановых темпах роста доходов разных типов;
 - сведения о районных коэффициентах;
 - сведения о величине прожиточного минимума за ретроспективный период;
- набор базовых значений параметров модуля формирования доходов населения.

Подробнее перечень и расшифровка входных данных представлены в разделе 2.3.

2.3 Механизмы программной реализации компонентов внешней среды в АОДМ ДФО

2.3.1 Имитация системы образования

Входные данные

Перечень и расшифровка входных данных, используемых в АОДМ ДФО для имитации системы образования, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень и расшифровка входных данных для имитации системы образования

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
f_edu	Вероятность женщины иметь определенный уровень образования в зависимости от количества рожденных детей	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		istown	Тип поселения
		age1	Начало возрастного интервала
		age2	Конец возрастного интервала
		number_ch	Количество детей
		lvl0	Вероятность иметь начальное общее незаконченное образование
		lvl1	Вероятность иметь начальное общее образование
		lvl2	Вероятность иметь основное общее (неполное среднее) образование
		lvl3	Вероятность иметь среднее общее (полное общее) образование
		lvl4	Вероятность иметь среднее профессиональное образование
		lvl5	Вероятность иметь неполное высшее профессиональное образование
		lvl6	Вероятность иметь высшее профессиональное образование
		lvl7	Вероятность быть кадрами высшей квалификации (иметь послевузовское образование)
		lvl8	Вероятность быть без образования
scn	Сценарий		
yyear	Год		
m_edu	Вероятность мужчины иметь определенный	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		istown	Тип поселения
		age1	Начало возрастного интервала

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
	уровень образования	age2	Конец возрастного интервала
		lvl0	Вероятность иметь начальное общее незаконченное образование
		lvl1	Вероятность иметь начальное общее образование
		lvl2	Вероятность иметь основное общее (неполное среднее) образование
		lvl3	Вероятность иметь среднее общее (полное общее) образование
		lvl4	Вероятность иметь среднее профессиональное образование
		lvl5	Вероятность иметь неполное высшее профессиональное образование
		lvl6	Вероятность иметь высшее профессиональное образование
		lvl7	Вероятность быть кадрами высшей квалификации (иметь послевузовское образование)
		lvl8	Вероятность быть без образования
		scn	Сценарий
		yyear	Год
		area_edu	Сведения о численности поступивших и обучающихся в образовательных организациях (для верификации)
region	Субъект макрорегиона		
istown	Тип поселения		
typeEO	Тип образовательной организации (детский сад, средняя школа, старшая школа, организация среднего профессионального образования, организация высшего профессионального образования)		
qty_plc	Численность поступивших в образовательные организации		
total_qty_plc	Численность обучающихся в образовательных организациях		
scn	Сценарий		
yyear	Год		
regdata	Сведения о коэффициентах перехода между уровнями образования		
		region	Субъект макрорегиона
		scn	Сценарий
		yyear	Год
		rname	Коэффициент перехода между начальным незаконченным образованием и начальным (edlvl.0_1.coeff);

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
			коэффициент перехода между начальным образованием и средним неполным (9 классов) (edlvl.1_2.coeff); коэффициент перехода между средним неполным образованием и общим полным (11 классов) (edlvl.2_3.coeff); коэффициент перехода между средним неполным образованием и средним профессиональным (edlvl.2_4.coeff); коэффициент перехода между общим полным образованием и средним профессиональным (edlvl.3_4.coeff); коэффициент перехода между общим полным образованием и неполным высшим профессиональным (edlvl.3_5.coeff); коэффициент перехода между средним профессиональным образованием и неполным высшим профессиональным (edlvl.4_5.coeff); коэффициент перехода между неполным высшим профессиональным образованием и полным высшим профессиональным (edlvl.5_6.coeff); коэффициент перехода между полным высшим профессиональным образованием и послевузовским (edlvl.6_7.coeff)
		pvalue	Значения коэффициентов перехода

Источник: составлено авторами.

База данных для имитации системы образования представлена в электронном приложении 3.

Выходные данные

Перечень и расшифровка данных, которые выводятся из модели по результатам имитации системы образования, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень и расшифровка выходных данных при имитации системы образования

Показатель	Описание и способ расчета	Детализация
<i>Абсолютные показатели:</i>		
Численность населения по уровням образования, человек	Рассчитывается как абсолютное число агентов, имеющих определенный уровень образования	Регион МО Тип поселения Пол Возраст

Показатель	Описание и способ расчета	Детализация
		Уровень образования
Число обучающихся по ступеням образования, человек	Рассчитывается как абсолютное число агентов, получающих следующую ступень образования	Регион МО Тип поселения Пол Возраст Уровень образования (имеющийся) Уровень образования (получаемый)
Число выпускников по ступеням образования, человек	Рассчитывается как абсолютное число агентов, завершивших обучение в текущем году	Регион МО Тип поселения Пол Возраст Уровень образования (был) Уровень образования (стал)
<i>Относительные показатели:</i>		
Доля выпускников школ, поступивших в СУЗ после 9 класса	Рассчитывается как отношение числа выпускников школы, поступивших в СУЗ после 9 класса, к общему числу выпускников основной школы	Регион МО Тип поселения
Доля выпускников старшей школы, поступивших в ВУЗ	Рассчитывается как отношение числа выпускников школы, поступивших в ВУЗ, к общему числу выпускников старшей школы	Регион МО Тип поселения
Доля населения трудоспособного возраста с определенным уровнем образования	Рассчитывается как отношение численности населения трудоспособного возраста с определенным уровнем образования к среднегодовой численности населения трудоспособного возраста (от 15 до 60 лет для мужчин, 55 лет для женщин в соответствии с переходным периодом повышения пенсионного возраста)	Регион МО Тип поселения Пол Возраст Уровень образования

Источник: составлено авторами.

Реализация образовательной траектории

Распределение населения по уровням образования основывается на результатах анализа данных статистического наблюдения «Социально-

демографическое обследование (микрореперись населения) 2015 года» [129] и данных выборочного наблюдения репродуктивных планов населения, проведенного Росстатом в 2017 году.

Моделируемые уровни образования:

- начальное незаконченное;
- начальное законченное (4 класса школы);
- основное неполное среднее (9 классов школы);
- среднее полное (11 классов школы);
- среднее профессиональное;
- неполное высшее профессиональное;
- высшее профессиональное (бакалавриат, специалитет, магистратура);
- послевузовское образование (аспирантура).

Каждая образовательная ступень характеризуется определенным возрастом персоны, имеющимся уровнем образования и сроком обучения на следующей ступени (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика уровней образовательной траектории

Уровень	Условие	Кол-во лет	Обязательный	Вероятность перехода
Начальное незаконченное – edu_lvl0	Возраст от 6 лет	до 3	да	-
Начальное законченное (4 класса) – edu_lvl1	Возраст от 6 до 10 лет	4	да	-
Основное неполное среднее (9 классов) – edu_lvl2	Возраст от 10 до 15 лет	5	да	-
Среднее полное (11 классов) – edu_lvl3	Возраст от 15 до 18 лет	2	нет	Вероятность в зависимости от пола агента, типа поселения
Среднее профессиональное – edu_lvl4	Возраст от 15 до 18 лет включительно	4	нет	Вероятность в зависимости от пола агента, типа поселения
Неполное высшее профессиональное – edu_lvl5	Наличие среднего полного или среднего профессионального образования и	до 5	нет	Вероятность в зависимости от пола агента, возраста, типа поселения.

Уровень	Условие	Кол-во лет	Обязательный	Вероятность перехода
	возраста не моложе 18 лет			Может выбираться не сразу после окончания предыдущей ступени. В перспективе детализация на обучение в регионе или за пределами (временная миграция)
Высшее профессиональное (бакалавриат, специалитет, магистратура) – edu_lvl6	Наличие среднего полного или среднего профессионального образования и возраста не моложе 18 лет	5	нет	Вероятность в зависимости от пола агента, возраста, типа поселения. Может выбираться не сразу после окончания предыдущей ступени. В перспективе детализация на обучение в регионе или за пределами (временная миграция)
Послевузовское образование (аспирантура) – edu_lvl7	Наличие высшего профессионального образования и возраста не моложе 21 года	3	нет	Вероятность в зависимости от пола агента, возраста, типа поселения

Источник: составлено авторами.

В базе данных модели (листы f_educ и m_educ) представлены коэффициенты (доли) распределения агентов по уровням образования на момент инициализации модели в разрезе по полу и возрастным группам. Для детализации используются дополнительные вероятности распределения женщин с детьми по уровням образования (лист f_educ_ch).

Коэффициенты перехода на новый уровень образования рассчитываются по общей формуле:

$$K_{transition} = \frac{Qnt_{educ_i}}{Qnt_i},$$

где Qnt_{edu_i} – численность местного населения с уровнем образования i , поступивших на дальнейшую учебу;

Qnt_i – общая численность местного населения с уровнем образования i .

Основное неполное среднее образование получают все персоны без исключения. Далее на основе данных таблицы 6 происходит выбор в сторону получения следующей ступени образования, либо принятия решения о завершении учебы (рисунок 12, лист regdata, лист area_edu). В статусе обучения персон не участвует в трудовом процессе.

Таблица 6 – Вероятности переходов агента между уровнями образования

Текущий уровень	Целевой уровень	Вероятность перехода
edu_lvl0	edu_lvl1	1,0
edu_lvl1	edu_lvl2	1,0
edu_lvl2	edu_lvl3	0,5
edu_lvl2	edu_lvl4	0,4
edu_lvl3	edu_lvl4	0,2
edu_lvl3	edu_lvl5	0,5
edu_lvl4	edu_lvl5	0,1
edu_lvl5	edu_lvl6	0,9
edu_lvl6	edu_lvl7	0,01

Источник: расчет ФАНУ «Востокгосплан» на основе данных Минпросвещения России и Минобрнауки России, Микронпереписи населения 2015 года (https://gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/micro-perepis/finish/micro-perepis.html)

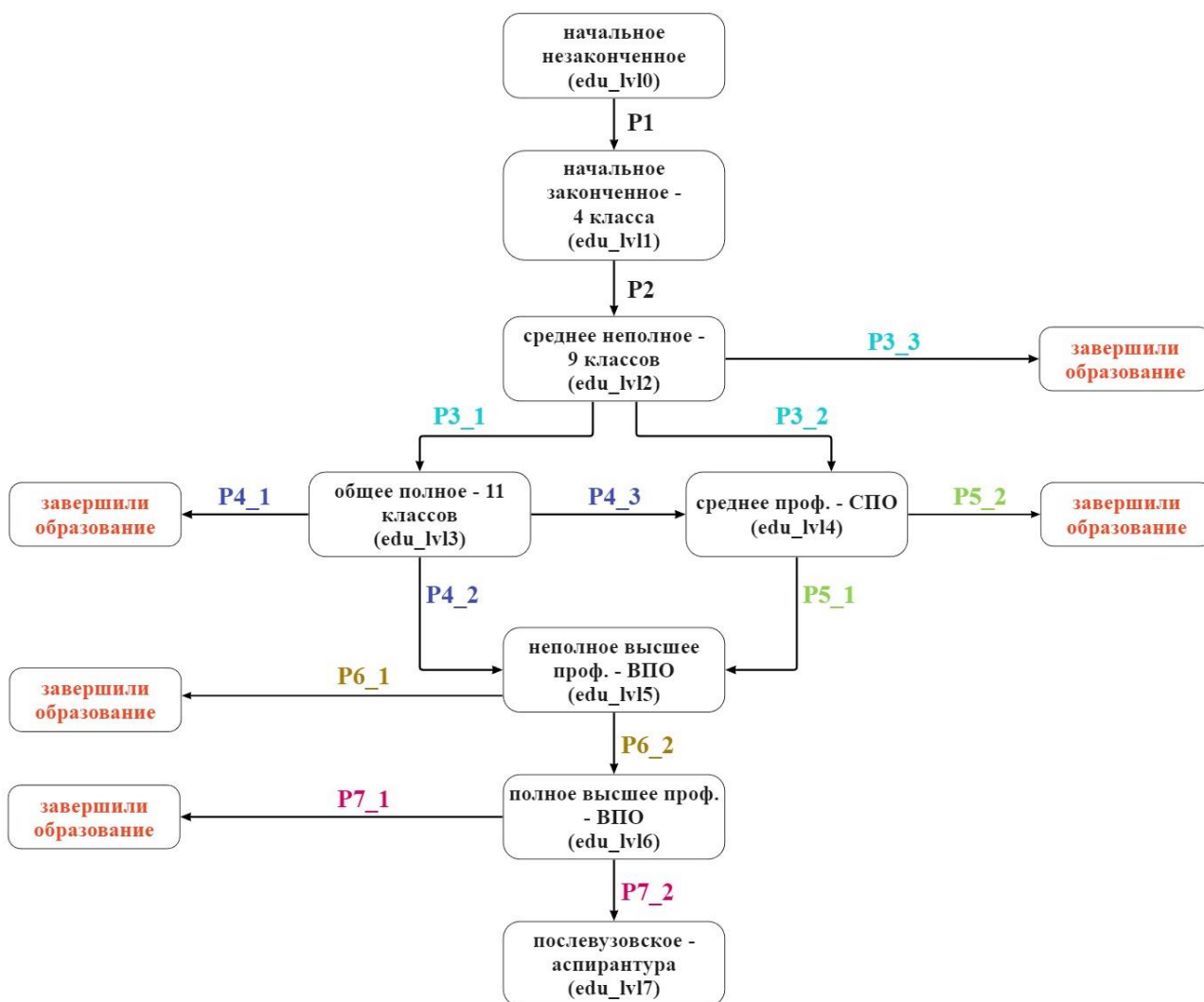


Рисунок 12 – Схема перехода между уровнями образования

Источник: составлено авторами.

На следующих этапах развития модели особое внимание предполагается уделить разработке механизмов подготовки профессиональных кадров с учетом компонентов внешней среды (образовательная среда регионов с ее территориальными особенностями), включению параметров регулирования образовательной миграцией.

2.3.2 Имитация рынка труда

Входные данные

Перечень и расшифровка входных данных, используемых в АОДМ ДФО для имитации рынка труда, приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень и расшифровка входных данных для имитации рынка труда

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
category2015	Стартовое распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по категориям населения по социальному положению	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		istown	Принадлежность к городу/селу
		sex	Пол
		age1	Начало возрастного интервала
		age2	Конец возрастного интервала
		categ1	Вероятность относиться к категории «Студенты / учащиеся очной формы обучения»
		categ2	Вероятность относиться к категории «Пенсионеры по возрасту, выслуге лет, на льготных условиях»
		categ3	Вероятность относиться к категории «Пенсионеры по инвалидности»
		categ4	Вероятность относиться к категории «Лица, ведущие домашнее хозяйство или отвечающие за уход за домом и детьми»
		categ5	Вероятность относиться к категории «Другие»
		scn	Номер сценария
uyear	Год		
category	Среднее распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по категориям населения по социальному положению на шаге	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		istown	Принадлежность к городу/селу
		sex	Пол
		age1	Начало возрастного интервала
		age2	Конец возрастного интервала
		categ1	Вероятность относиться к категории

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
			«Студенты / учащиеся очной формы обучения»
		categ2	Вероятность относиться к категории «Пенсионеры по возрасту, выслуге лет, на льготных условиях»
		categ3	Вероятность относиться к категории «Пенсионеры по инвалидности»
		categ4	Вероятность относиться к категории «Лица, ведущие домашнее хозяйство или отвечающие за уход за домом и детьми»
		categ5	Вероятность относиться к категории «Другие»
		scn	Номер сценария
labstatBYcategory2015	Стартовое распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по статусу участия в рабочей силе в зависимости от категории населения по социальному положению	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		category	Категория по социальному положению
		istown	Принадлежность к городу/селу
		sex	Пол
		age1	Начало возрастного интервала
		age2	Конец возрастного интервала
		labstat1	Вероятность иметь статус «Занятый»
		labstat2	Вероятность иметь статус «Безработный»
		labstat3	Вероятность иметь статус «Лицо, не входящее в состав рабочей силы»
		scn	Номер сценария
labstatBYcategory	Распределение агентов в возрасте	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
	15 лет и старше по статусу участия в рабочей силе в зависимости от категории населения по социальному положению на шаге	category	Категория по социальному положению
		istown	Принадлежность к городу/селу
		sex	Пол
		age1	Начало возрастного интервала
		age2	Конец возрастного интервала
		labourforce	Вероятность иметь статус «Рабочая сила»
		labstat3	Вероятность иметь статус «Лицо, не входящее в состав рабочей силы»
		scn	Год
labstat	Распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по статусу участия в рабочей силе по годам за период с 2015 по 2020 год (для верификации)	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		category	Категория по социальному положению
		labstat1	Вероятность иметь статус «Занятый»
		labstat2	Вероятность иметь статус «Безработный»
		labstat3	Вероятность иметь статус «Лицо, не входящее в состав рабочей силы»
		scn	Номер сценария
		yyear	Год
employed	Распределение занятых по видам экономической деятельности по ОКВЭД2	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		istown	Принадлежность к городу/селу
		sex	Пол
		age1	Начало возрастного интервала
		age2	Конец возрастного интервала
		edu_lvl	Уровень образования
		firm1	Вероятность быть занятым в ВЭД «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
		firm2	Вероятность быть занятым в ВЭД «Добыча полезных ископаемых»
		firm3	Вероятность быть занятым в ВЭД «Обработывающие производства»
		firm4	Вероятность быть занятым в ВЭД «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха»
		firm5	Вероятность быть занятым в ВЭД «Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений»
		firm6	Вероятность быть занятым в ВЭД «Строительство»
		firm7	Вероятность быть занятым в ВЭД «Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов»
		firm8	Вероятность быть занятым в ВЭД «Транспортировка и хранение»
		firm9	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания»
		firm10	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность в

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
			области информации и связи»
		firm11	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность финансовая и страховая»
		firm12	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность по операциям с недвижимым имуществом»
		firm13	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность профессиональная, научная и техническая»
		firm14	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги»
		firm15	Вероятность быть занятым в ВЭД «Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение»
		firm16	Вероятность быть занятым в ВЭД «Образование»
		firm17	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг»
		firm18	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений»

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
		firm19	Вероятность быть занятым в ВЭД «Предоставление прочих видов услуг»
		firm20	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность домашних хозяйств как работодателей, недифференцированная деятельность частных домашних хозяйств»
		firm21	Вероятность быть занятым в ВЭД «Деятельность экстерриториальных органов и организаций»
		scn	Номер сценария
		yyear	Год
firm	Характеристики агентов-работодателей	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		name	Название раздела по ОКВЭД2
		code	Код раздела по ОКВЭД2
		p_empl	Доля занятых в данном виде экономической деятельности от общего числа занятых в экономике
		p_woman	Доля женщин
		average_wage	Средняя заработная плата в рублях
		wage_coeff1	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы «Руководители»
		wage_coeff2	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы «Специалисты высшего уровня квалификации»
		wage_coeff3	Коэффициент к заработной плате относительно средней

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
			по ВЭД для должностной группы «Специалисты среднего уровня квалификации»
		wage_coeff4	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы «Служащие, занятые подготовкой и оформлением документации, учетом и обслуживанием»
		wage_coeff5	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы «Работники сферы обслуживания и торговли, охраны граждан и собственности»
		wage_coeff6	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы «Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства»
		wage_coeff7	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы «Квалифицированные рабочие промышленности, строительства, транспорта и рабочие родственных занятий»
		wage_coeff8	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
			«Операторы производственных установок и машин, сборщики и водители»
		wage_coeff9	Коэффициент к заработной плате относительно средней по ВЭД для должностной группы «Неквалифицированные рабочие»
		new_workplace	Доля ежегодно создаваемых новых рабочих мест
		job_cuts	Доля ежегодно сокращаемых рабочих мест
		new_workplace2	Доля ежегодно создаваемых новых рабочих мест в кризис
		job_cuts2	Доля ежегодно сокращаемых рабочих мест в кризис
		emp_position1	Доля занятых в должности «Руководители» относительно общего числа занятых в ВЭД
		emp_position2	Доля занятых в должности «Специалисты высшего уровня квалификации» относительно общего числа занятых в ВЭД
		emp_position3	Доля занятых в должности «Специалисты среднего уровня квалификации» относительно общего числа занятых в ВЭД
		emp_position4	Доля занятых в должности «Служащие, занятые подготовкой и оформлением документации, учетом и обслуживанием» относительно общего числа занятых в ВЭД

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
		emp_position5	Доля занятых в должности «Работники сферы обслуживания и торговли, охраны граждан и собственности» относительно общего числа занятых в ВЭД
		emp_position6	Доля занятых в должности «Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства» относительно общего числа занятых в ВЭД
		emp_position7	Доля занятых в должности «Квалифицированные рабочие промышленности, строительства, транспорта и рабочие родственных занятий» относительно общего числа занятых в ВЭД
		emp_position8	Доля занятых в должности «Операторы производственных установок и машин, сборщики и водители» относительно общего числа занятых в ВЭД
		emp_position9	Доля занятых в должности «Неквалифицированные рабочие» относительно общего числа занятых в ВЭД
		vac_position1	Доля вакансий по группе «Руководители» относительно общего числа вакансий в ВЭД
		vac_position2	Доля вакансий по группе «Специалисты высшего уровня квалификации» относительно общего числа вакансий в ВЭД

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
		vac_position3	Доля вакансий по группе «Специалисты среднего уровня квалификации» относительно общего числа вакансий в ВЭД
		vac_position4	Доля вакансий по группе «Служащие, занятые подготовкой и оформлением документации, учетом и обслуживанием» относительно общего числа вакансий в ВЭД
		vac_position5	Доля вакансий по группе «Работники сферы обслуживания и торговли, охраны граждан и собственности» относительно общего числа вакансий в ВЭД
		vac_position6	Доля вакансий по группе «Квалифицированные работники сельского и лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства» относительно общего числа вакансий в ВЭД
		vac_position7	Доля вакансий по группе «Квалифицированные рабочие промышленности, строительства, транспорта и рабочие родственных занятий» относительно общего числа вакансий в ВЭД
		vac_position8	Доля вакансий по группе «Операторы производственных установок и машин, сборщики и водители» относительно общего числа вакансий в ВЭД

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
		vac_position9	Доля вакансий по группе «Неквалифицированные рабочие» относительно общего числа вакансий в ВЭД
		scn	Номер сценария
		yyear	Год
seniority2015	Стартовое распределение занятых по стажу работы	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		sex	Пол
		age1	Начало возрастного интервала
		age2	Конец возрастного интервала
		s0_1	Доля занятых со стажем до 1 года
		s1_3	Доля занятых со стажем от 1 до 3 лет
		s3_5	Доля занятых со стажем от 3 до 5 лет
		s5_10	Доля занятых со стажем от 5 до 10 лет
		s10+	Доля занятых со стажем 10 лет и больше
seniorityRequirements	Требования к стажу по должностям	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		position	Должностная группа по ОКЗ-2014
		s0_1	Доля вакансий с требованием к стажу «до 1 года»
		s1_3	Доля вакансий с требованием к стажу «от 1 до 3 лет»
		s3_5	Доля вакансий с требованием к стажу «от 3 до 5 лет»
		s5_10	Доля вакансий с требованием к стажу «от 5 до 10 лет»
		s10+	Доля вакансий с требованием к стажу «10 лет и больше»
		scn	Номер сценария
pensioner	Продолжительность трудового стажа	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
	после назначения пенсии	av_emp_period	Среднее число лет продолжительности трудовой деятельности (трудового стажа) после назначения пенсии
		p_emp_period1_4	Доля пенсионеров, проработавших после назначения пенсии от 1 года до 4 лет
		p_emp_period5_9	Доля пенсионеров, проработавших после назначения пенсии от 5 лет до 9 лет
		p_emp_period10_14	Доля пенсионеров, проработавших после назначения пенсии от 10 лет до 14 лет
		p_emp_period15+	Доля пенсионеров, проработавших после назначения пенсии 15 лет и более

Источник: составлено авторами.

База данных для имитации рынка труда представлена в электронном приложении 4.

Условные данные (параметры калибровки)

- Доля вакансий, сообщаемых работодателем в органы службы занятости населения (доля общедоступных вакансий);
- Активность поиска работы (доля просматриваемых вакансий);
- Доля работников, занятых на должностях, не соответствующих уровню их квалификации (с более высоким/низким уровнем квалификации);
- Требования к работнику по полу и возрасту;
- Коэффициент снижения/роста зарплатных ожиданий в зависимости от ситуации на рынке труда.

Выходные данные

Перечень и расшифровка данных, которые выводятся из модели по результатам имитации рынка труда, приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень и расшифровка выходных данных при имитации рынка труда

Показатель	Описание и способ расчета
Численность рабочей силы (предложение на рынке труда), человек	Суммарная численность агентов-людей в возрасте 15 лет и старше, которые в рассматриваемый период являлись занятыми или безработными (labstat≠3)
Общая численность занятых, человек	Суммарная численность агентов в статусе «занятый» (labstat=1)
Численность безработных по методологии МОТ, человек	Суммарная численность агентов в статусе «безработный» (labstat=2)
Численность безработных, зарегистрированных в органах государственной службы занятости, человек	Суммарная численность агентов в статусе «безработный», прошедших постановку на учёт в службе занятости
Численность лиц, не входящих в состав рабочей силы, человек	Суммарная численность агентов в статусе «безработный» (labstat=3)
Численность занятых по видам экономической деятельности, человек	Суммарная численность занятых агентов-людей для каждого агента-работодателя
Численность занятых предпенсионного возраста, человек	Суммарная численность агентов в статусе «занятый», находящихся в предпенсионном возрасте
Численность занятых пенсионного возраста, человек	Суммарная численность агентов в статусе «занятый», находящихся в пенсионном возрасте
Уровень участия в рабочей силе, в процентах	Отношение численности рабочей силы (занятых и безработных) к общей численности населения старше 15 лет
Уровень занятости населения, в процентах	Отношение численности занятого населения к общей численности населения старше 15 лет
Уровень безработицы, в процентах	Отношение численности безработных к численности рабочей силы (занятых и безработных)
Уровень зарегистрированной безработицы, в процентах	Отношение численности зарегистрированных в государственных учреждениях службы занятости населения безработных к численности рабочей силы
Общая потребность работодателей в работниках (общий неудовлетворённый спрос на рынке труда), человек	Суммарная численность вакансий по всем работодателям
Численность созданных за год новых рабочих мест, единиц	Суммарная численность созданных на данном шаге модели рабочих мест по всем агентам-работодателям
Баланс спроса и предложения на рынке труда, человек	Разность между числом вакансий и числом безработных

Источник: составлено авторами.

Агенты и их характеристики

Агент-человек (потенциальный работник)

Свойства:

- тип поселения;
- пол;
- возраст;
- уровень образования;
- специальность (*в разработке*);
- социальное положение;
- трудовой статус;
- вид экономической деятельности (по ОКВЭД2);
- должность (группа занятий по ОКЗ-2014);
- стаж работы;
- зарплатные ожидания;
- возраст выхода на пенсию (устанавливается не на старте, а в год назначения пенсии).

Агент-работодатель (вид экономической деятельности)

Свойства:

- код по ОКВЭД2;
- название вида экономической деятельности;
- средняя заработная плата;
- численность занятых рабочих мест (численность работников);
- число вакантных рабочих мест;
- доля вакансий, сообщаемых работодателем в органы службы занятости населения;
- по каждому рабочему месту:
 - должность;
 - зарплата;

- требования к полу, возрасту, образованию, специальности (в разработке), стажу работы.

Установка стартового состояния

1. Устанавливаем стартовое социальное положение агентов в зависимости от типа поселения, пола, возраста (используем лист category2015, параметры categ1-categ5).

Всего в модели учитываются пять категорий, названия которых соответствуют терминологии, используемой в Обследованиях рабочей силы:

- 1) Студенты / учащиеся очной формы обучения;
- 2) Пенсионеры по возрасту, выслуге лет, на льготных условиях¹;
- 3) Пенсионеры по инвалидности²;
- 4) Лица, ведущие домашнее хозяйство или отвечающие за уход за домом и детьми;
- 5) Другие³.

Все эти категории агентов могут как работать, так и не работать. В любой категории есть занятые, безработные и лица, не входящие в состав рабочей силы.

2. Устанавливаем стартовые трудовые статусы в зависимости от социальной категории (лист labstatBYcategory2015).

В зависимости от статуса участия в составе рабочей силы агенты-люди могут находиться в одном из трёх взаимоисключающих состояний (трудовых статусов):

занятые – labstat1,

безработные – labstat2,

лица, не входящие в состав рабочей силы – labstat3.

3. Формируем стартовое распределение занятых по видам экономической деятельности⁴ (лист employed, параметры firm1-firm21).

¹ Это название категории. В модели не отслеживаются льготные условия выхода на пенсию. Агенты попадают в эту категорию в соответствии с половозрастными вероятностями.

² Это не просто инвалиды, а именно пенсионеры по инвалидности. Не все инвалиды являются пенсионерами по инвалидности, так как два вида пенсий одновременно получать нельзя.

³ Эта категория объединяет всех обычных людей, которые не являются ни студентами, ни пенсионерами, ни домохозяйками. Название категории соответствует терминологии ОРС.

⁴ Виды экономической деятельности указаны в соответствии с классификатором ОКВЭД2.

4. Устанавливаем стартовые значения стажа (лист seniority2015).

5. Стартовые зарплатные ожидания для занятых устанавливаем равными их текущей заработной плате. У остальных – средней заработной плате по региону для лиц данного уровня образования и стажа. Возможно в перспективе получится добавить амбиции.

6. Устанавливаем стартовую продолжительность безработицы больше года (ищут работу 12 месяцев и более; процент от числа безработных в 2015 году):

Республика Саха (Якутия) – 21,8%,

Камчатский край – 25,1%,

Приморский край – 25,5%,

Хабаровский край – 26,1%,

Амурская область – 34,7%,

Магаданская область – 16,9%,

Сахалинская область – 24,0%,

Еврейская автономная область – 46,8%,

Чукотский автономный округ – 26,0%.

Дальневосточный федеральный округ в целом – 26,4% безработных.

7. Стартовое число вакансий по работодателям (лист firm) рассчитывается пропорционально числу занятых в соответствующих видах экономической деятельности в 2015 году согласно результатам ретроспективного пересчёта показателей баланса трудовых ресурсов и затрат труда, выполненного Росстатом. Сначала определяется общее число свободных рабочих мест, после чего вакансии распределяются сначала по работодателям (переменная p_empl), затем по должностям (emp_position1-9).

Действия на шаге

Имитация рынка труда запускается после выполнения алгоритмов рождаемости и смертности.

Моделирование поведения агентов-работников:

Ф01. Отказ от участия в рабочей силе.

Ф02. Поиск работы/устройство на работу.

Ф03. Увольнение с работы и выход на пенсию.

Ф04. Постановка на учёт в службу занятости.

Ф05. Корректировка зарплатных ожиданий.

Моделирование поведения агентов-работодателей:

Ф06. Принятие на работу и поиск работников.

Ф07. Увольнение работника.

Ф08. Сокращение числа рабочих мест и создание новых рабочих мест.

Ф09. Индексация заработной платы.

Ф10. Перевод работника на неполное рабочее время.

Ф01. Отказ от участия в рабочей силе

1. Обновляем категории социального положения (лист category).

Присваиваем категорию из соображений достижения необходимых пропорций по половозрастным группам. По ВЭД пенсионеры по выслуге лет устанавливаются пропорционально уже имеющимся.

2. Среди тех, кто поменял социальное положение, в каждой категории выделяем агентов, имеющих статус «лицо, не входящее в состав рабочей силы» (лист labstatBYcategory).

Все, кто не отказался от участия в рабочей силе, попадают на рынок труда. Далее запускается механизм поиска работы. При успешном трудоустройстве агент принимает статус «занятый». Все, кто не нашёл работу, принимают статус «безработный».

Важно: женщины с детьми считаются занятыми в год рождения ребёнка и следующий за ним, то есть пока находятся в отпуске по уходу за ребёнком до полутора лет. Женщины с детьми от 1,5 до 3-х лет включаются в состав лиц, ведущих домашнее хозяйство или отвечающих за уход за домом и детьми, и для них применяются соответствующие возрасту вероятности участия в составе рабочей силы.

Ф02. Поиск работы / устройство на работу

Каждый агент-человек, ищущий работу, «просматривает» доступные вакансии в порядке убывания заработной платы. И пытается устроиться на первую вакансию с подходящими требованиями (пол, образование, стаж). То есть стремится максимизировать для себя «полезность» от работы – заработную плату. Для учёта гетерогенности агентов в модель вводится условная переменная – активность поиска работы (доля просматриваемых вакансий за один шаг модели). Её значения подбираются в процессе калибровки.

Ф03. Увольнение с работы и выход на пенсию

Агент-человек может добровольно уволиться с работы, например, при выходе на пенсию (ч. 3 ст. 80 ТК РФ), и либо устроиться на другую работу (в том числе в рамках трудовой миграции), либо отказаться от участия в рабочей силе, либо перейти в статус безработных.

Таким образом, отладка в модели механизма увольнения агентов-работников по собственному желанию должна происходить параллельно с моделированием миграции и рождаемости в рамках демографического модуля, моделированием потоков приёмов в образовательные организации.

При попадании в новую социальную категорию агенты-люди меняют своё поведение в соответствии с рассчитанными для неё вероятностями отказа от участия в рабочей силе (лист `labstatBYcategory`). Например, агент был занятым, а стал студентом и ушёл с рынка труда. Или стал пенсионером и уволился.

После назначения пенсии каждый агент-человек в модели меняет своё социальное положение на «пенсионер по старости и выслуге лет» (к этой же категории относятся все, получающие досрочную трудовую пенсию, военную или приравненную к ней пенсию) или «пенсионер по инвалидности».

При достижении границы трудоспособного возраста все агенты в модели считаются пенсионерами по возрасту (социальная категория – `categ2`). Населением в трудоспособном возрасте будем считать: в 2015–2018 годы – мужчин в возрасте 16–59 лет, женщин в возрасте 16–54 лет; 2019, 2020 годы – мужчин в возрасте 16–60 лет, женщин в возрасте 16–55 лет (так считают

в сборнике «Регионы России»); 2021 год – мужчин в возрасте 16–62 года, женщины в возрасте 16–57 лет; 2022 год – мужчин в возрасте 16–63 года, женщины в возрасте 16–58 лет; 2023 год – мужчин в возрасте 16–64 года, женщины в возрасте 16–59 лет.

Для тех пенсионеров, которые остались на рынке труда и являются занятыми, устанавливается индивидуальная продолжительность трудового стажа после назначения пенсии в соответствии с эмпирическим распределением по итогам комплексного статистического наблюдения условий жизни населения (лист pensioner).

Для безработных пенсионеров, не нашедших вакансию в течении года, устанавливается статус «лицо, не входящее в состав рабочей силы». В случае успешного трудоустройства продолжительность трудового стажа устанавливается с теми же вероятностями, но на год меньше.

После выхода на пенсию агент-человек не возвращается на рынок труда, то есть принимает статус «лицо, не входящее в состав рабочей силы» до момента удаления из модели.

Ф04. Постановка на учёт в службу занятости

Вероятность постановки агента-человека на учёт в службу занятости (регистрации безработных в территориальных отделениях Федеральной службы по труду и занятости) задаётся в модели случайным образом в интервале от 18 до 23%. В кризисные годы вероятность обращения в службу занятости удваивается.

Ф05. Корректировка зарплатных ожиданий

Выполняется, как реакция на изменение ситуации на рынке труда, например, при длительной безработице или увеличении числа безработных. Корректирующие коэффициенты являются условными данными и находятся в процессе калибровки модели в системе AnyLogic.

Ф06. Принятие на работу и поиск работников

Механизм поиска работников и принятия на работу следующий. Ежегодно агенты-работодатели формируют список (массив) вакантных рабочих мест (лист

firm, параметры new_workplace – доля ежегодно создаваемых новых рабочих мест и vac_position – доля вакансий по должностям относительно общего числа вакансий в фирме). На старте доля вакансий относительно общего числа рабочих мест – 3,5%. Каждому рабочему месту присваиваются индивидуальные характеристики: должность (лист firm, параметр vac_position), зарплата (параметры wage_coeff1-9), требования к полу (параметр p_woman – доля женщин), возрасту, образованию, специальности (в перспективе), стажу работы. Неизвестные характеристики вакантных мест распределяются пропорционально характеристикам занятых мест. Требования к стажу задаются по должностям на листе seniorityRequirements. Затем все вакансии сортируются в порядке возрастания заработной платы, и часть низкооплачиваемых вакансий «сообщается» в службу занятости, то есть информация о них становится общедоступной. Доля вакансий, сообщаемых работодателем в органы службы занятости населения (доля общедоступных вакансий) – условная переменная, её значения подбираются при калибровке модели в AnyLogic. Информация об остальных вакансиях отправляется ограниченному числу агентов случайным образом. Если кто-то из них подходит на эту вакансию, он меняет место работы.

Ф07. Увольнение работника

Увольнение работника по собственному желанию (в том числе выход на пенсию) считается добровольным и моделируется в рамках реализации поведения агентов-людей. Условно считается, что работодатели не инициируют увольнения по собственному желанию. Увольнение работников в связи с сокращением числа рабочих мест происходит в пропорциях, заданных для функции Ф08.

Ф08. Сокращение числа рабочих мест и создание новых рабочих мест

Осуществляется на каждом шаге модели в соответствии вероятностями, отражающими индивидуальные для каждого вида экономической деятельности доли ежегодно создаваемых и ликвидируемых рабочих мест (лист firm, параметры new_workplace и job_cuts, для кризиса 2020 года – new_workplace2 и job_cuts2). Ликвидация рабочих мест происходит случайным образом, вне

зависимости от характеристик рабочего места. В то же время при создании новых рабочих мест и установке индивидуальных требований каждого рабочего места используются средние пропорции, характерные для замещённых рабочих мест данного вида экономической деятельности.

Ф09. Индексация заработной платы

Ежегодно каждый агент-работодатель принимает решение об индексации заработной платы в своём виде экономической деятельности. Понижающие (в кризис) или повышающие (в стабильных условиях) коэффициенты к среднемесячной начисленной заработной плате на данном этапе предлагается генерировать случайным образом в диапазоне от 5 до 10%, со средним значением 7% в год (треугольное распределение от трёх параметров *triangular(double min, double max, double mode)*).

Стартовый уровень оплаты труда по агентам-работодателям предлагается задавать исходя из реальных данных о заработной плате работников в 2015 году в целом по экономике с последующей оценкой зарплат по ОКВЭД2 на основе коэффициентов соотношения заработных плат по видам экономической деятельности в 2017 году (лист *firm, average_wage*).

Далее применяются коэффициенты к заработной плате по должностям (лист *firm, wage_coeff1-9*). Таким образом, заработная плата по рабочим местам будет зависеть от средней по экономике, вида экономической деятельности и должностного коэффициента. Также предлагается ввести в модель условный «районный коэффициент», повышающий для северных районов и понижающий для южных (на старте – плюс-минус 10%). Реальные районные коэффициенты уже учтены при расчётах средней заработной платы и не могут быть применены повторно.

Ф10. Перевод работника на неполное рабочее время

Вынужденная неполная занятость по инициативе работодателя обычно характерна для 0,1–0,2% работников. Следовательно, в стабильных экономических условиях вероятность перевода работника на неполное рабочее

время будем считать равной 0,15%, а в кризисы – увеличивать удельный вес таких работников.

2.3.3 Имитация формирования доходов населения

Формирование доходов агентов осуществляется путём имитации в модели следующих компонентов внешней социально-экономической среды:

- система пенсионного обеспечения и обязательного пенсионного страхования (группа алгоритмов назначения пенсий по старости и выслуге лет, инвалидности, потере кормильца);
- система обязательного социального страхования на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством (группа алгоритмов назначения единовременного пособия при рождении ребенка; ежемесячного пособия по уходу за первым ребенком до достижения им возраста полутора лет, ежемесячного пособия по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора лет, государственного сертификата на материнский капитал, регионального материнского капитала);
- система социального обеспечения (алгоритмы назначения пособий по безработице, стипендий);
- система предоставления мер социальной защиты (поддержки) отдельным категориям граждан (алгоритмы назначения социальной помощи малоимущим);
- система формирования трудовых доходов (алгоритмы назначения агентам заработной платы и дохода от предпринимательской деятельности).

Входные данные

Перечень и расшифровка входных данных, используемых в АОДМ ДФО для имитации системы формирования доходов, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень и расшифровка входных данных для имитации системы формирования доходов

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
wage-earners	Распределение населения по статусу занятости на основной работе	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		yyear	Год
		position	Должность (укрупнённая группа занятий по ОКЗ-2014)
		p_wage_earners	Вероятность работать по найму (доля работающих по найму в данной должностной группе по ОРС-2017)
type_of_income	Сведения о средних размерах доходов разных типов по годам за ретроспективный период	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		yyear	Год
		type_of_income	Тип дохода (доход от предпринимательской и другой производственной деятельности/ оплата труда наёмных работников (зарботная плата)/ пособие по безработице/ пенсия по инвалидности/ пенсия по старости и выслуге лет/ пенсия по случаю потери кормильца / стипендия ВПО/ стипендия СПО/ единовременное пособие при рождении ребенка/ ежемесячное пособие по уходу за первым ребенком до достижения им возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц)/ ежемесячное пособие по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц/ государственный сертификат на материнский (семейный) капитал/ региональный материнский капитал/ социальная помощь малоимущим
		average_income_of_this_type	Средний размер дохода данного типа, рублей в месяц
indexing	Сведения о динамике денежных доходов населения и потребительских цен	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		yyear	Год
		indexing0	Реальные располагаемые денежные доходы населения, в процентах к предыдущему году
		indexing1	Реальная начисленная заработная плата, в процентах к предыдущему году
		indexing2	Реальный размер назначенных пенсий, в процентах к предыдущему году

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
		CPI	Индекс потребительских цен
planning	Сведения о плановых темпах роста доходов разных типов	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		type_of_income	Тип дохода (доход от предпринимательской и другой производственной деятельности/ оплата труда наёмных работников (заработная плата)/ пособие по безработице/ пенсия по инвалидности/ пенсия по старости и выслуге лет/ пенсия по случаю потери кормильца / стипендия ВПО/ стипендия СПО/ единовременное пособие при рождении ребенка/ ежемесячное пособие по уходу за первым ребенком до достижения им возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц)/ ежемесячное пособие по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц/ государственный сертификат на материнский (семейный) капитал/ региональный материнский капитал/ социальная помощь малоимущим
		yyear1	Начало периода
		yyear2	Конец периода
		rate_of_growth	Плановый темп роста дохода
		locality_pay	Сведения о районных коэффициентах
region	Субъект макрорегиона		
district	Муниципалитет		
real_LP	Реальные значения районных коэффициентов		
model_LP	Условные значения районных коэффициентов в модели		
poverty_level	Сведения о величине прожиточного минимума за ретроспективный период	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		yyear	Год
		poverty_level0	Величина прожиточного минимума в среднем на душу населения, рублей в месяц (граница бедности)
		poverty_level1	Величина прожиточного минимума для трудоспособного населения, рублей в месяц
		poverty_level2	Величина прожиточного минимума для пенсионеров, рублей в месяц
		poverty_level3	Величина прожиточного минимума для детей, рублей в месяц

Имя листа в базе данных	Описание	Параметры	Комментарий
regdata_income	Набор базовых значений параметров модуля формирования доходов населения	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		scn	Сценарий
		yyear	Год
		rname	Вероятность иметь иные доходы, то есть доля лиц, имеющих «иные доходы» (включают в себя страховые возмещения, доходы от собственности, скрытую заработную плату и другие виды доходов)
rvalue	Средний размер иных доходов, рублей в месяц		
income_calibr	Данные для калибровки модуля	n	Номер записи
		region	Субъект макрорегиона
		yyear	Год
		poverty_rate	Уровень бедности (доля населения с доходами ниже прожиточного минимума)
		average_income	Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц), рублей

Источник: составлено авторами.

База данных для имитации системы формирования доходов представлена в электронном приложении 5.

Выходные данные

Перечень и расшифровка данных, которые выводятся из модели по результатам имитации системы формирования доходов населения, приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень и расшифровка выходных данных при имитации системы формирования доходов населения

Показатель	Описание и способ расчета	Детализация
<i>Абсолютные показатели:</i>		
Среднедушевые денежные доходы населения в текущем году (в месяц), рублей	Рассчитывается как среднее арифметическое денежных доходов всех агентов в модели.	Регион МО
Численность населения по интервальным группам доходов	Рассчитывается как абсолютное число агентов, имеющих доходы в данном интервале (от__ и до__)	Регион МО Тип поселения Пол Интервал дохода

Показатель	Описание и способ расчета	Детализация
Численность населения по типам доходов	Рассчитывается как абсолютное число агентов, имеющих доходы данного типа	Регион МО Тип поселения Пол Возраст Уровень образования Семейный статус Тип дохода
Средняя номинальная начисленная заработная плата в текущем году (в месяц), рублей	Рассчитывается как среднее арифметическое денежных доходов данного типа для всех агентов, имеющих данный тип дохода	Регион ОКВЭД2 ОКЗ-2014
Средний размер назначенных пенсий в текущем году (в месяц), рублей	Рассчитывается как среднее арифметическое денежных доходов данного типа для всех агентов, имеющих данный тип дохода	Регион
Средний денежный доход членов домохозяйств, имеющих детей в возрасте до 18 лет (в месяц), рублей	Рассчитывается как среднее арифметическое денежных доходов на одного члена домохозяйства, удовлетворяющего условию	Регион Наличие детей (да/нет)
Средний денежный доход членов домохозяйств по количеству детей в возрасте до 18 лет (в месяц), рублей	Рассчитывается как среднее арифметическое денежных доходов на одного члена домохозяйства, удовлетворяющего условию	Регион Количество детей
Средний денежный доход членов домохозяйств, состоящих только из пенсионеров (в месяц), рублей	Рассчитывается как среднее арифметическое денежных доходов на одного члена домохозяйства, удовлетворяющего условию	Регион
Численность населения с доходами ниже прожиточного минимума	Рассчитывается как абсолютное число агентов, имеющих доходы ниже прожиточного минимума для данной категории населения	Регион МО Тип поселения Пол Возраст Уровень образования Семейное положение Количество детей

Источник: составлено авторами.

Коды типов доходов (type of income):

1 – доход от предпринимательской и другой производственной деятельности;

2 – оплата труда наёмных работников (заработная плата);

- 3 – пособие по безработице;
- 4 – пенсия по инвалидности;
- 5 – пенсия по старости и выслуге лет;
- 6 – пенсия по случаю потери кормильца;
- 7 – стипендия ВПО;
- 8 – стипендия СПО;
- 9 – единовременное пособие при рождении ребенка;
- 10 – ежемесячное пособие по уходу за первым ребенком до достижения им возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц);
- 11 – ежемесячное пособие по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц);
- 12 – государственный сертификат на материнский (семейный) капитал;
- 13 – региональный материнский капитал;
- 14 – социальная помощь малоимущим.

Условные данные:

15 – иные доходы (включая страховые возмещения, доходы от собственности, скрытую заработную плату и другие виды доходов), а именно:

переменная p_type15 – вероятность иметь иные доходы, то есть доля лиц, имеющих «иные доходы» (включают в себя страховые возмещения, доходы от собственности, скрытую заработную плату и другие виды доходов);

переменная $average_income_type15$ – средний размер иных доходов, рублей в месяц.

Общий алгоритм формирования доходов агента:

1. По каждому типу доходов проверяем выполнение условия отнесения агента к категории населения, которая получает доходы данного типа или имеет на них право.

2. Если агент принадлежит к данной категории населения, определяем размер дохода данного типа для данного агента. Пособия назначаются только тогда, когда на них возникает право.

3. Общая сумма дохода для оценки нуждаемости семьи складывается из доходов всех типов каждого члена семьи. Единица измерения дохода: рублей в месяц.

Стартовое распределение доходов

1. Доходы от предпринимательской деятельности.

Условие назначения: агент имеет доход от предпринимательской деятельности, если является занятым ($labstat=1$, см. пункт 2.3.2) и работает не по найму (доля работающих по найму в каждой должностной группе – лист `wage_earners`. переменная `p_wage_earners`).

Размер дохода: для занятых не по найму в должности «Руководитель» ($position = 1$) устанавливается и зарплата по должности ($type_of_income = 2$), и доход от предпринимательской деятельности ($type_of_income = 1$) в размере $k * average_income_of_this_type$ с листа `type_of_income` при $type_of_income = 1$, где k – коэффициент разброса предпринимательского дохода, распределённый в соответствии с треугольным распределением `triangular(double min=0,1, double max=10, double mode=1)`. Для остальных занятых не по найму ($position > 1$) – доход от предпринимательской деятельности устанавливается равным средней заработной плате данной должностной группы ($average_wage * wage_coeff2$; ..., $average_wage * wage_coeff9$; см. пункт 2.3.2).

2. Заработная плата.

Условие назначения: агент является занятым в экономике ($labstat=1$, см. пункт 2.3.2), но не находится в отпуске по уходу за ребёнком до 1,5 лет (проверить для агентов-женщин и отцов-одиночек наличие и возраст детей).

Размер дохода: устанавливается в трудовом блоке по регионам, ОКВЭД2 и должностным группам как $average_wage * wage_coeff$ (см. пункт 2.3.2).

Часть занятых, которая не работает (декрет до 1,5 лет), получают пособие по уходу за ребёнком ($type_of_income = 10-11$).

На муниципальном уровне оплата труда корректируется на условные районные коэффициенты (лист `locality_pay`, переменная `model_LP`), которые по

умолчанию равны 1 и подбираются в процессе калибровки (реальные районные коэффициенты уже учтены в средних доходах).

3. Пособие по безработице.

Условие назначения: агент является безработным (labstat=2, см. пункт 2.3.2).

Размер дохода: пособие по безработице для всех безработных устанавливается в размере, среднем по региону average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 3.

4. Пенсии по инвалидности.

Условие назначения: агент является пенсионером по инвалидности (category = 3, см. пункт 2.3.2). Стартовое распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по категориям населения по социальному положению задаётся в трудовом блоке (переменная categ3 – Вероятность относиться к категории «Пенсионеры по инвалидности»).

Размер дохода: устанавливается в среднем размере для всех пенсионеров по инвалидности average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 4.

5. Пенсии по старости и выслуге лет.

Условие назначения: агент является пенсионером по старости и выслуге лет (category = 2, см. пункт 2.3.2). Стартовое распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по категориям населения по социальному положению задаётся в трудовом блоке (переменная categ2 – Вероятность относиться к категории «Пенсионеры по возрасту, выслуге лет, на льготных условиях»).

Размер дохода: устанавливается в среднем размере для всех пенсионеров по инвалидности average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 5.

6. Пенсия по случаю потери кормильца.

Условие назначения: назначается на неполную семью с детьми после смерти агента мужского пола.

Размер дохода: устанавливается в среднем размере, равном average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 6.

7–8. Стипендия.

Условие назначения: агент является студентом-очником (category = 1, см. пункт 2.3.2). Стартовое распределение агентов в возрасте 15 лет и старше по категориям населения по социальному положению задаётся в трудовом блоке (переменная categ1 – Вероятность относиться к категории «Студенты / учащиеся очной формы обучения»).

Размер дохода: устанавливается в среднем размере, равном average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 7 для студентов ВПО и при type_of_income = 8 для студентов СПО.

9. Единовременное пособие при рождении ребенка.

Условие назначения: агент женского пола имеет ребёнка 0 лет.

Размер дохода: пособие устанавливается в среднем размере, равном average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 9.

10. Ежемесячное пособие по уходу за первым ребенком до достижения им возраста полутора лет.

Условие назначения: агент женского пола имеет ребёнка до 1,5 лет и не имеет других детей.

Размер дохода: пособие устанавливается в среднем размере, равном average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 9.

11. Ежемесячное пособие по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора лет.

Условие назначения: агент женского пола имеет ребёнка до 1,5 лет и минимум одного ребёнка старшего возраста.

Размер дохода: пособие устанавливается в среднем размере, равном average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 10.

12. Государственный сертификат на материнский (семейный) капитал.

Условие назначения: агент женского пола имеет ребёнка 0 лет и не получал данной выплаты ранее.

Размер дохода: пособие устанавливается единовременно в среднем размере, равном average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 12.

13. Региональный материнский капитал.

Условие назначения: агент женского пола имеет ребёнка 0 лет и не получал данной выплаты ранее.

Размер дохода: пособие устанавливается единовременно в среднем размере, равном average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 13.

15. Иные доходы.

Условие назначения: для выбора агентов, имеющих иные доходы, используется лист regdata_income переменная p_type15 – вероятность иметь иные доходы (доля лиц, имеющих «иные доходы», которые включают в себя страховые возмещения, доходы от собственности, скрытую заработную плату и другие виды доходов).

Размер дохода: устанавливается в размере, равном average_income_type15 с листа regdata_income.

14. Социальная помощь малоимущим.

Условие назначения социальной помощи: доход на одного члена семьи меньше величины прожиточного минимума (лист poverty_level). Если домохозяйство состоит из пенсионеров, то использовать ПМ пенсионеров (переменная poverty_level1). Если ДХ без детей, то использовать ПМ трудоспособного населения (переменная poverty_level0). В других случаях рассчитывается среднее значение прожиточного минимума на одного члена семьи, как среднее арифметическое ПМ соответствующих категорий.

Размер соц. помощи: средний по региону независимо от степени нуждаемости. Устанавливается равным значению переменной average_income_of_this_type с листа type_of_income при type_of_income = 14.

В перспективе – ввести коэффициент, влияющий на размер соц. помощи и отражающий степень нуждаемости.

Ежегодные изменения

1. Проверяем относится ли агент в текущем году к категории, имеющей право на данный тип дохода для всех `type_of_income` от 1 до 14 (см. условие назначения на старте).

2. Если агент уходит из категории – выплаты прекращаем.

3. Если агент впервые попал в данную категорию – выплаты начинаем с текущего года.

4. Размер выплат в ретроспективе берём в зависимости от года (переменная `uyear`).

5. Размер выплат на перспективу загружаем из файла со сценарием, содержащим плановые темпы роста доходов разных типов по периодам планирования (лист `planing`).

Примечание: темп роста доходов типа 15 полагается равным темпу роста доходов типа 2, поскольку основную их часть составляет скрытая заработная плата (15 – иные доходы, которые включают в себя страховые возмещения, доходы от собственности, скрытую заработную плату и другие виды доходов).

По умолчанию используем базовый сценарий, в котором размер средних выплат в следующем году индексируется по принципу:

для `type_of_income = 2`

$$\text{average_income_of_this_type}(t+1) = \text{average_income_of_this_type}(t) * \Sigma 1,$$

для `type_of_income = 4, 5, 6`

$$\text{average_income_of_this_type}(t+1) = \text{average_income_of_this_type}(t) * \Sigma 2,$$

для `type_of_income = 1, 3, 7–15`

$$\text{average_income_of_this_type}(t+1) = \text{average_income_of_this_type}(t) * \Sigma 0,$$

где

$\Sigma 1$ – среднее арифметическое за 2015–2022 год значений `indexing1*CPI/10000` (средний темп ежегодного прироста доходов в номинальном выражении),

$\Sigma 2$ – среднее арифметическое за 2015–2022 год значений $\text{indexing2} * \text{CPI} / 10000$ (средний темп ежегодного прироста доходов в номинальном выражении),

$\Sigma 0$ – среднее арифметическое за 2015–2022 год значений $\text{indexing0} * \text{CPI} / 10000$ (средний темп ежегодного прироста доходов в номинальном выражении),

переменная indexing0 листа indexing – реальные располагаемые денежные доходы населения, в процентах к предыдущему году,

переменная indexing1 листа indexing – реальная начисленная заработная плата, в процентах к предыдущему году,

переменная indexing2 листа indexing – реальный размер назначенных пенсий, в процентах к предыдущему году,

переменная CPI листа indexing – индекс потребительских цен.

На панель управления АОДМ ДФО выводятся слайдеры для обеспечения возможности установки пользовательских сценариев ежегодных темпов планового повышения:

- материнского капитала ($\text{type of income} = 12$);
- пенсий по старости и выслуге лет ($\text{type of income} = 5$);
- заработных плат ($\text{type of income} = 2$).

2.4 Обоснование сценариев поведения агентов в условиях изменения социально-экономических факторов

Основным типом агентов, действующим в АОДМ ДФО, является **агент «Персона»**.

Также в имитационную модель встроены два вспомогательных типа агентов, формирующих среду функционирования агентов основного типа, это:

- **агенты «Работодатели»**, соответствующие видам экономической деятельности по ОКВЭД2;
- **агент «Государство»**, присутствующий в модели в неявном виде и управляющий изменением среды при помощи установки плановых сценариев развития территории на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

Агенты типа «Работодатель» влияют в модели на изменение социально-экономической среды функционирования агентов типа «Персона» за счёт определения:

- списка (массива) вакантных рабочих мест (в модели – переменная `vac_position` – доля вакансий по должностям относительно общего числа вакансий в фирме). На старте доля вакансий относительно общего числа рабочих мест – 3,5%. Каждому рабочему месту присваиваются индивидуальные характеристики: должность, зарплата, требования к полу, возрасту, образованию, специальности (в перспективе), стажу работы. Неизвестные характеристики вакантных мест распределяются пропорционально характеристикам занятых мест;
- доли вакансий, сообщаемых работодателем в органы службы занятости населения (доля общедоступных вакансий – это условная переменная, её значения подбираются при калибровке модели в AnyLogic. Информация об остальных вакансиях отправляется ограниченному числу агентов случайным образом);

- индивидуальных для каждого вида экономической деятельности долей ежегодно создаваемых и ликвидируемых рабочих мест (в модели – параметры new_workplace и job_cuts, для кризиса 2020 года – new_workplace2 и job_cuts2);

- индексации заработной платы в своём виде экономической деятельности (в случае запуска базового сценария коэффициент генерируется случайным образом в диапазоне от 5 до 10%, со средним значением 7% в год с использованием треугольного распределения от трёх параметров triangular(double min, double max, double mode));

- коэффициентов к заработной плате по должностям (в модели – wage_coeff19), в результате чего заработная плата по рабочим местам становится зависимой от средней по экономике, вида экономической деятельности и должностного коэффициента.

Агент «Государство», в свою очередь, формирует в модели следующие параметры внешней среды:

- производит индексацию пенсий:
 - по инвалидности;
 - по старости и выслуге лет;
 - по случаю потери кормильца;
- устанавливает плановые темпы повышения пособий:
 - по безработице;
 - по уходу за первым ребенком до достижения им возраста полутора лет;
 - по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора лет;
 - единовременного пособия при рождении ребенка;
- выполняет индексацию размеров:
 - государственного сертификата на материнский (семейный) капитал;
 - регионального материнского капитала;
- осуществляет повышение стипендий:
 - студентам образовательных учреждений ВПО;
 - обучающимся образовательных учреждений СПО;

- задаёт плановые темпы роста:

- доходов от предпринимательской и другой производственной деятельности;

- оплаты труда наёмных работников;

- социальной помощи малоимущим и др.

При этом темп роста иных доходов полагается в модели равным темпу роста доходов от трудовой деятельности, поскольку основную их часть составляет скрытая заработная плата (сюда же относятся страховые возмещения, доходы от собственности и другие виды доходов).

Основным сценарием поведения агента типа «Государство» является сценарий сохранения текущих тенденций социально-экономического развития территорий на среднесрочную перспективу. Данный сценарий запускается в модели по умолчанию и не требует дополнительных настроек и регулировки параметров. Моделирование активной роли государства осуществляется за счёт обеспечения возможности формирования и запуска пользовательского сценария развития ситуации, который может быть установлен путём использования интерактивных элементов управления, встроенных в интерфейс, либо загружен из заранее подготовленного файла с плановыми темпами изменения параметров. В базе данных сценарии поведения агента «Государство», отражающие плановые темпы роста доходов разных типов по периодам планирования, вводятся на лист `planning`.

Теоретическим обоснованием поведения **агентов типа «Персона»** в АОДМ ДФО являются:

- теория народонаселения;
- теория трёх стадий миграционного процесса;
- теория факторов миграции;
- теория двойного рынка труда;
- теория принятия решений;
- поведенческая экономика.

В практике агент-ориентированного моделирования **сценарии и устойчивые паттерны поведения** агентов типа «Персона» зависят от их индивидуальных характеристик (пол, возраст, тип поселения, образование и т.д.), жизненного опыта и установок (репродуктивных, миграционных и т.д.).

Переменные агента «Персона», влияющие на сценарии его поведения:

- тип поселения;
- муниципальное образование, регион;
- пол;
- возраст;
- уровень образования;
- семейный статус;
- дата (год) заключения брака;
- принадлежность к семье;
- принадлежность к домохозяйству, связь с родителями;
- миграционный статус;
- продолжительность проживания в регионе;
- социальное положение;
- трудовой статус;
- стаж работы (суммарный);
- зарплатные ожидания;
- для занятых: вид экономической деятельности, тип должности, стаж работы на последнем месте (год начала работы);
- для безработных: флаг «Активный поиск работы», флаг «Регистрация в службе занятости», дата (год) перехода в данный статус;
- для не входящих в состав рабочей силы: дата (год) перехода в данный статус;
- выход на пенсию: число лет, которые человек будет работать после назначения пенсии (определяет год выхода на пенсию), год выхода на пенсию

фактический (год прекращения работы) = возможный год + число ожидаемых лет работы (определяется в год назначения пенсии);

- размер дохода (доход от предпринимательской и другой производственной деятельности; оплата труда наёмных работников (заработная плата); пособие по безработице; пенсия по инвалидности; пенсия по старости и выслуге лет; пенсия по случаю потери кормильца; стипендия ВПО; стипендия СПО; единовременное пособие при рождении ребенка; ежемесячное пособие по уходу за первым ребенком до достижения им возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц); ежемесячное пособие по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора лет (на конец года; рублей в месяц); государственный сертификат на материнский (семейный) капитал; региональный материнский капитал; социальная помощь малоимущим).

Действие агентов в ответ на изменения социально-экономических факторов их существования задаётся в модели алгоритмически, не может быть напрямую откорректировано пользователем и предполагает только косвенное влияние путём целенаправленного и планомерного регулирования агентом «Государство» управляемых параметров внешней среды.

Поведение агентов типа «Персона» является нелинейным и предполагает множественный вероятностный выбор различных состояний, формирующих его индивидуальную, отличную от других агентов жизненную траекторию, состоящую из четырёх частных траекторий:

- брачно-семейная траектория (переходы между статусами «в браке» – «не в браке», «нет детей» – «1 ребёнок» – «2 ребёнка» и т.д.);

- образовательная траектория (переходы между статусами «без образования» – «дошкольное образование» – «среднее неполное» – «среднее общее» – «среднее профессиональное» – «неполное высшее» – «высшее профессиональное» – «послевузовское»);

- миграционная траектория (переходы между статусами «потенциальный мигрант» – «лицо, не склонное к смене места жительства», «лицо, постоянно

проживающее в регионе» – «лицо, постоянно проживающее в другом регионе/стране»);

- трудовая траектория (переходы между статусами «лицо, не входящее в состав рабочей силы» – «занятый» – «безработный»).

Сценарии и паттерны поведения агентов в рамках построения индивидуальной **брачно-семейной траектории** задаются функциями естественно-демографического блока модели:

Ф01. Поиск партнера/заключение брака;

Ф02. Оформление развода;

Ф03. Рождение детей.

Сценарии и паттерны поведения агентов в рамках построения индивидуальной **образовательной траектории** задаются функциями образовательного блока модели:

Ф01. Поступление в ОУ;

Ф02. Досрочное отчисление из ОУ;

Ф03. Окончание ОУ.

Сценарии и паттерны поведения агентов в рамках построения индивидуальной **трудовой траектории** задаются функциями трудового блока модели:

Ф01. Отказ от участия в рабочей силе;

Ф02. Поиск работы/устройство на работу;

Ф03. Увольнение с работы и выход на пенсию;

Ф04. Постановка на учёт в службу занятости;

Ф05. Корректировка зарплатных ожиданий.

Сценарии и паттерны поведения агентов в рамках построения индивидуальной **миграционной траектории** задаются функциями миграционного блока модели:

Ф01. Формирование и изменение миграционных установок агентов;

Ф02. Принятие агентами решения о миграции;

Ф03. Смена места жительства;

Ф04. Приживаемость в месте вселения.

Схемы состояний, в которых могут находиться агенты, и возможных переходов между ними внутри каждой из траекторий приведены на рисунке 13. Каждое состояние соответствует текущему брачно-семейному, образовательному, трудовому и миграционному статусам агента. Смена состояний (текущих статусов) осуществляется при выполнении условий перехода, запрограммированных в перечисленных выше функциях.

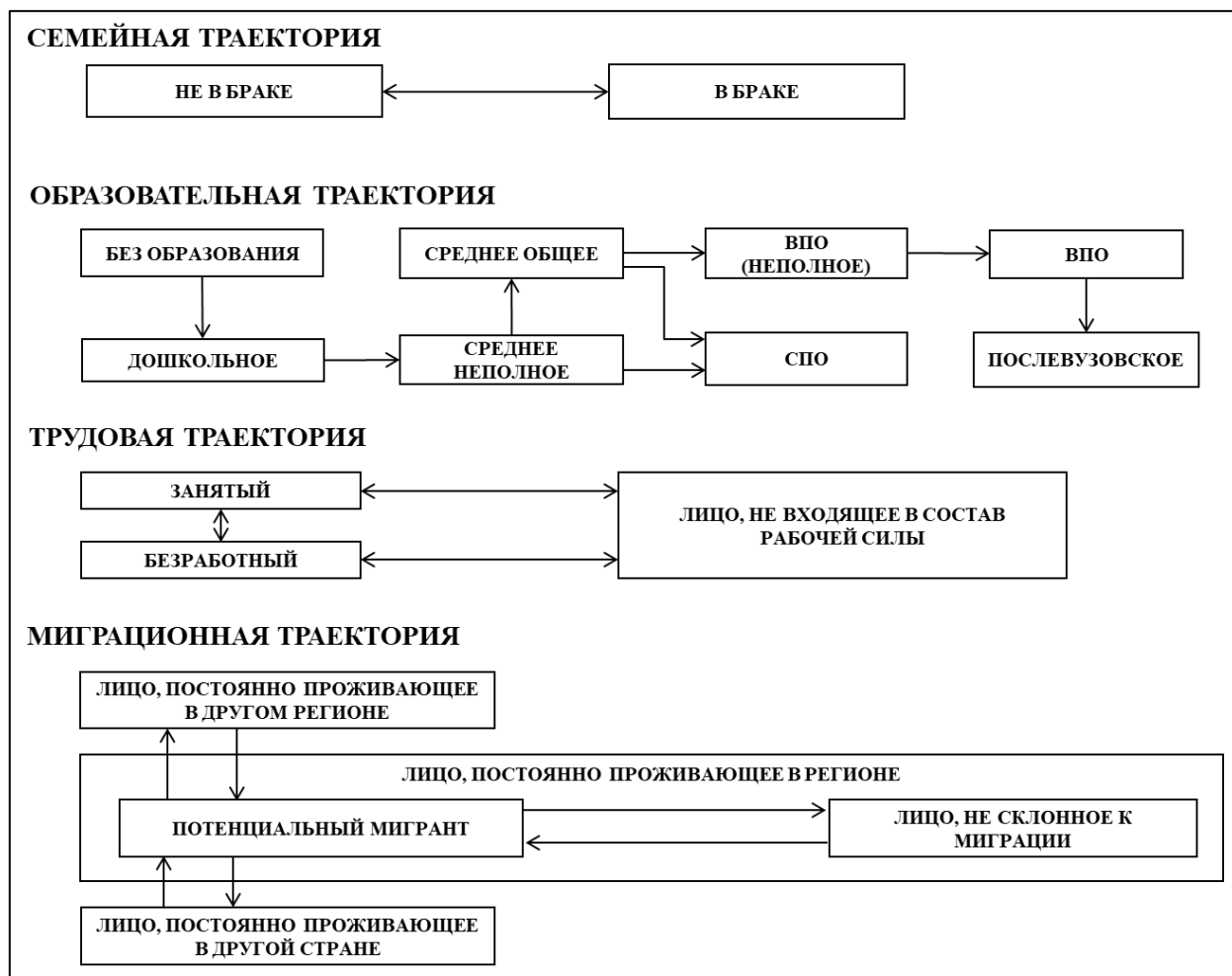


Рисунок 13 – Схемы состояний и переходов, характеризующих поведение агентов в рамках отдельных траекторий

Источник: составлено авторами.

В качестве примера устойчивых паттернов поведения приведём один из механизмов изменения миграционных установок агентов в зависимости от размеров и наличия трудовых доходов:

- для занятых переход из статуса «лицо, не склонное к смене места жительства» в статус «потенциальный мигрант» происходит в модели при снижении реальной заработной платы (задаётся в трудовом блоке);

- для безработных – при продолжительной безработице (отсутствие работы более года: все агенты, которые прошлый год были в статусе «безработный» и в текущем году остались в этом же трудовом статусе получают миграционный статус «потенциальный мигрант»).

Примеры паттернов по другим траекториям приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Примеры паттернов поведения по траекториям

Траектория	Примеры паттернов
Брачно-семейная траектория	Решение о вступлении в брак принимается женщиной в зависимости от возраста, числа детей и территории. Супруг выбирается из числа неженатых мужчин с учётом разницы в возрасте, типа поселения и территории. Решение о рождении ребёнка принимается женщиной в зависимости от собственного возраста, количества рождённых детей и разницы в возрасте между детьми. Решение о разводе принимается с учётом пола, возраста, числа детей, типа поселения, территории
Образовательная траектория	Все агенты типа «Персона» без исключения получают основное неполное среднее образование (заканчивают 9 классов). После окончания одной ступени образования агент делает выбор между получением следующей ступени образования или принятием решения о завершении учебы
Трудовая траектория	При попадании в новую социальную категорию агенты-люди меняют своё поведение на рынке труда в соответствии с рассчитанными для неё вероятностями отказа от участия в рабочей силе. Например, агент был в состоянии «занятый», но стал пенсионером и уволился, то есть перешёл в состояние «лицо, не входящее в состав рабочей силы». Каждый агент-человек, ищущий работу, «просматривает» доступные вакансии в порядке убывания заработной платы и пытается устроиться на первую вакансию с подходящими требованиями, то есть стремится максимизировать для себя «полезность» от работы – заработную плату
Миграционная траектория	Переход из статуса «лицо, не склонное к смене места жительства» в статус «потенциальный мигрант» для занятых происходит при снижении трудовых доходов; для безработных – при продолжительной безработице (отсутствие работы более года)

Источник: составлено авторами на основе алгоритмов, реализованных в модели.

Сценарии поведения агентов в рамках общей жизненной траектории формируются в результате одновременного движения по перечисленным четырём частным траекториям в изменяющихся условиях внешней среды и взаимодействия с другими агентами своего типа. На схеме отражены внешние воздействия со стороны агентов типа «Государство» и «Работодатели», влияющие на формирование доходов населения (рисунок 14). В перспективе могут быть добавлены в модель другие виды воздействий со стороны указанных агентов (иные социально-экономические и инфраструктурные факторы), запланированные на следующих этапах НИР.

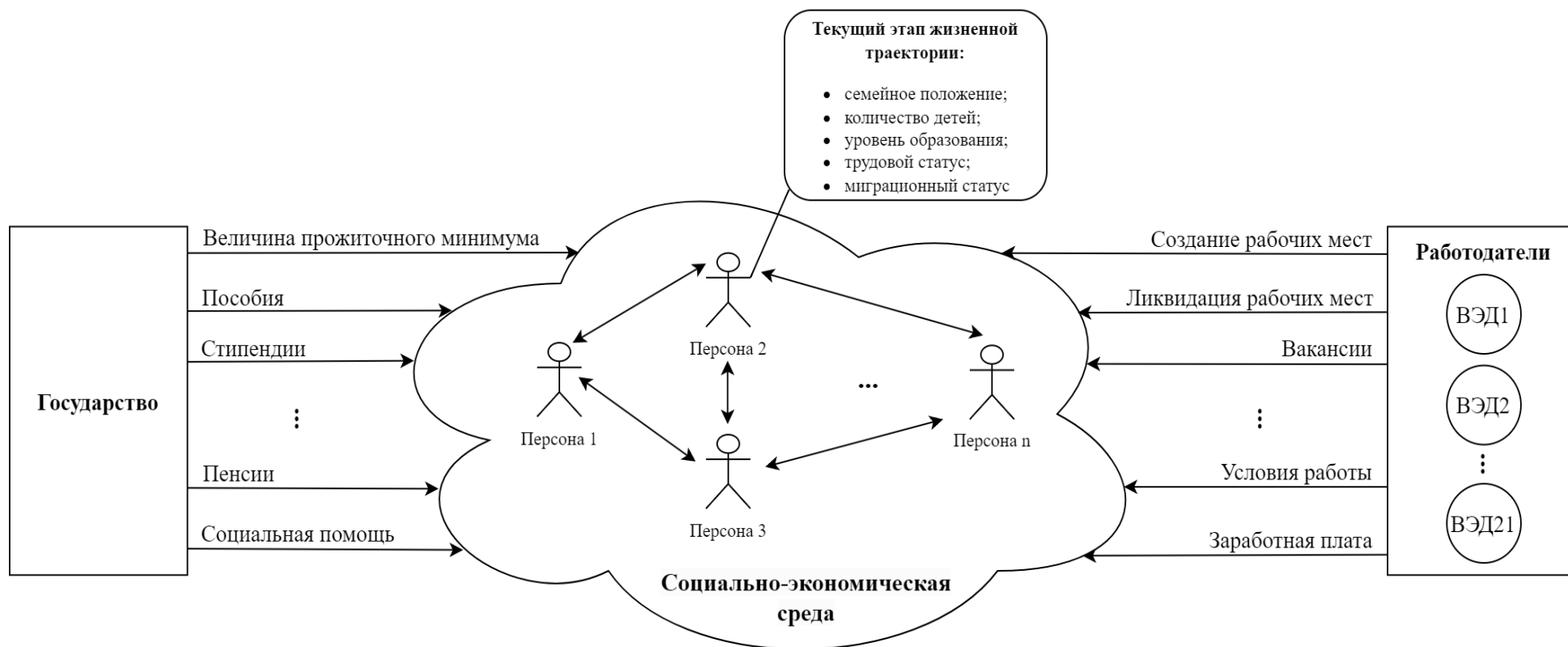


Рисунок 14 – Схема концептуальных взаимосвязей между агентами в условиях изменения внешней среды

Источник: составлено авторами.

3 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ANYLOGIC

3.1 Архитектура и интерфейс модели

Требования к техническому обеспечению. Имитационная модель разработана на платформе AnyLogic версии 8.8.1. Модель может запускаться в локальном режиме в виде Java-приложения на любом компьютере, имеющем следующие характеристики или сопоставимом по мощности:

- процессор Intel i7, число ядер не менее 2;
- оперативная память четвёртого поколения на 16Гб и более;
- операционная система Windows 7 и последующие версии (возможна работа также в Mac OS или Linux).

Для запуска на рабочей станции должна быть установлена Java VM версии 17 и выше.

Архитектура модели. Состав агентов и классов АОДМ ДФО представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав агентов и классов

Название класса	Назначение	Комментарий
DBWorker	Вспомогательный класс для работы с базой данных	–
DeathPyramid (*)	Отображение возрастной пирамиды	Для учёта половозрастного состава «умерших» агентов
Employer	Работодатель	Состав работодателей соответствует ОКВЭД2
Family	Семья	–
Household	Домохозяйство	–
Job	Тип должности	Состав соответствует ОКЗ-2014
Main(*)	Основной класс модели	–
MyLog	Ведение журнала	–
MyLogFormatter	Форматирование журнала	–
Person	Человек	Каждый агент моделируется индивидуально. В зависимости от параметра «Масштаб» экземпляр класса может соответствовать одному или нескольким членам демографической популяции
PopulationPyramid (*)	Отображение возрастной пирамиды	Для учёта половозрастного состава «живых» агентов
TRegion (*)	Округ, регион или муниципальное образование	–

Источник: составлено авторами.

() обозначает агентов в терминах AnyLogic.*

Схема архитектуры модели и взаимосвязей между классами приведена на рисунке 15.

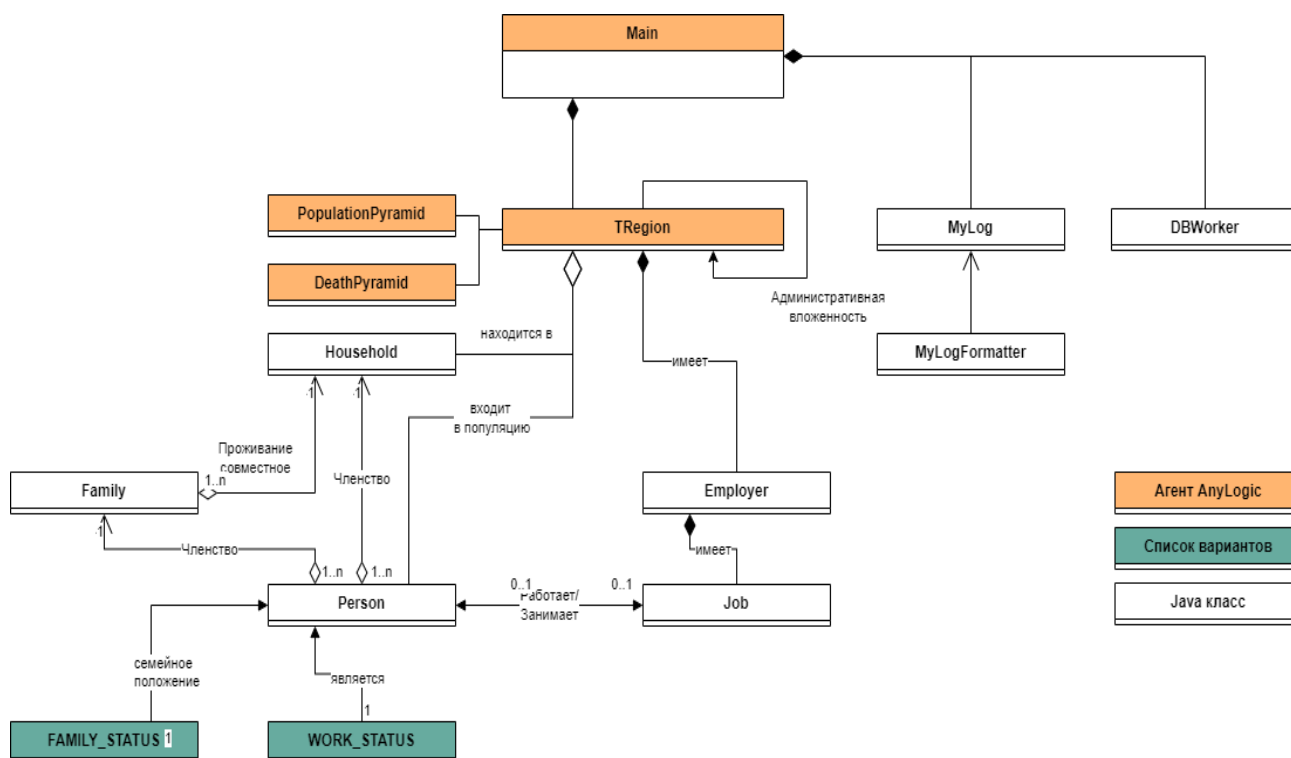


Рисунок 15 – Взаимосвязи между классами модели

Источник: составлено авторами.

Основные алгоритмы программной реализации компонентов внешней среды (образование, рынок труда, доходы) в системе имитационного моделирования AnyLogic на языке программирования Java приведены в приложении В.

Пользовательский интерфейс. АОДМ ДФО позволяет строить демографические прогнозы путём проведения вычислительных экспериментов по пользовательским сценариям. Настройка эксперимента и задание сценария осуществляются за счёт регулирования значений эндогенных и экзогенных управляемых параметров. Первые представляют собой настройки по умолчанию и изменяются внутри модели. Вторые – пользовательские настройки, которые задаются через интерактивные элементы интерфейса. Количество выведенных на экран управляемых параметров может изменяться в зависимости от запросов конечного потребителя программного продукта.

Технические возможности AnyLogic Professional позволяют создавать современный и функциональный пользовательский интерфейс путем добавления разнообразных интерактивных элементов управления, которыми являются: кнопка, флажок, текстовое поле, переключатель, бегунок, список, выпадающий список, элемент выбора файла, строка прогресса⁵.

В текущей версии АОДМ ДФО используются следующие, наиболее удобные и привычные пользователю, интерактивные элементы управления:

- флажки выбора настроек эксперимента;
- кнопки навигации по страницам модели и уровням детализации;
- бегунки, задающие конкретные значения управляемых параметров из допустимого диапазона;
- переключатели настроек диаграмм;
- список выбора регионов.

Флажки используются для «включения/выключения» пользовательских настроек. При выключенном флажке запускается эксперимент с настройками по умолчанию (рисунок 16).

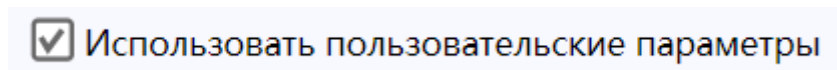


Рисунок 16 – Пример использования флажка в модели
Источник: здесь и далее – фрагмент модели, разработано авторами.

Кнопки применяются для навигации между уровнями детализации (позволяют подняться на более высокий уровень детализации) и областями просмотра – страницами в модели, которые реализованы наподобие вкладок в браузере, для придания интерфейсу модели интуитивной понятности (рисунок 17).

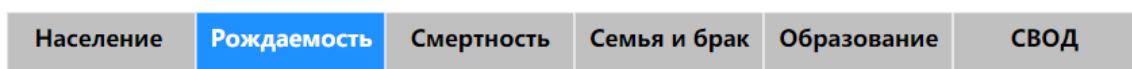


Рисунок 17 – Пример использования кнопок в модели

⁵ <https://anylogic.help/ru/anylogic/controls/index.html> (дата обращения: 13.09.2023)

Бегунки в АОДМ ДФО используются для тонкой настройки эксперимента и установки конкретных значений параметра. Текстовые метки рядом с бегунком отображают минимальное, текущее и максимально возможное значения бегунка. Каждый бегунок связан с одной соответствующей ему численной переменной или параметром, и по результатам передвижения рукоятки бегунка пользователем этой переменной присваивается текущее значение бегунка. Пользователь может устанавливать, как целевые, идеальные значения, так и выбросы, крайние значения, для анализа кризисов и нетипичного поведения (рисунок 18).

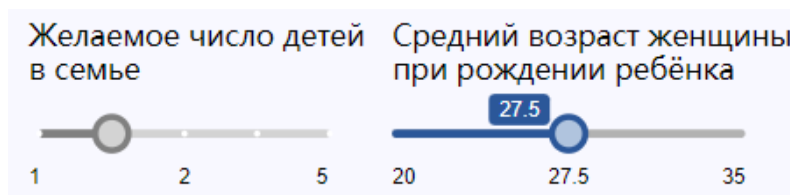


Рисунок 18 – Пример использования бегунков в модели

Переключатели (группы кнопок, соответствующих взаимоисключающим друг друга вариантам) применяются для улучшения качества визуализации результатов прогнозирования и выбора настроек диаграмм (рисунок 19).

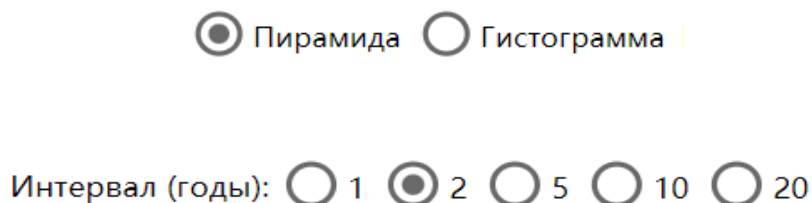


Рисунок 19 – Пример использования переключателя в половозрастной пирамиде

Переключатель схож по функционалу с недоступным для редактирования выпадающим списком, и рекомендуется к использованию, если количество предлагаемых вариантов невелико, или если необходимо, чтобы все эти варианты были отображены на презентации для облегчения принятия решения пользователем. Если же количество таких вариантов значительно, и кнопки

переключателя будут занимать на экране модели слишком много места, рекомендуется использовать список или выпадающий список.

В нашей модели списки используются для выбора территорий, в частности муниципальных образований регионов ДФО (рисунок 20). Значение по умолчанию – Хабаровский край. Список связан со строковой переменной, задающей территорию, и изменяет окно отображения модели в соответствии с уровнем детализации.

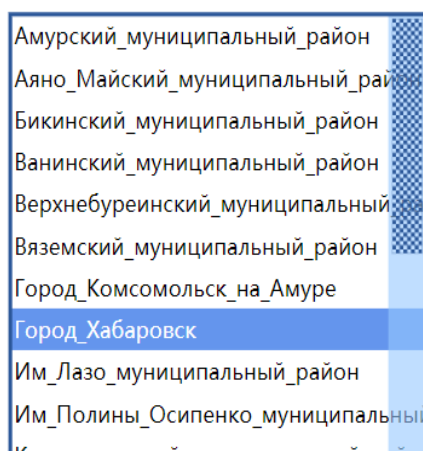


Рисунок 20 – Пример использования списка для навигации по районам

Таким образом, интерактивные элементы управления предоставляют пользователю обширные возможности по настройке экспериментов в модели и проведению сценарных расчётов, а также навигации по областям просмотра результатов в ходе работы модели, создают интуитивно понятный и дружелюбный интерфейс. Пример совместного использования нескольких интерактивных элементов приведён на рисунке 21.



Рисунок 21 – Пример совместного использования элементов управления

3.2 Результаты моделирования и верификация

Визуализация результатов моделирования в локальной версии АОДМ ДФО, представляющей собой программное приложение для персонального компьютера, выполняется путём их отображения непосредственно в интерфейсе самой модели в виде графиков, индикаторов и таблиц в интерактивном режиме. Однако наличие базы данных выходных показателей модели позволило создать отдельную систему представления данных с использованием внешних инструментов (таких как MS Excel) и облачных сервисов визуализации и анализа данных (например, Yandex DataLens), которые дают возможность применять конструктор отчетов (с выбором перечня выгружаемых показателей) или визуализировать результаты с применением дашбордов и отдельных чартов.

В локальной версии программного продукта визуализация результатов моделирования выполнена постранично: созданы отдельные вкладки «Население», «Рождаемость», «Смертность», «Семья и брак», «Образование», «Труд», «Миграция», «Свод» и др., объединяющие динамические графики и диаграммы по соответствующим им блокам показателей. Все выходные данные, не отражаемые на экране, сохраняются в базе данных формата Excel. Также результаты работы имитационной модели выгружаются в облачную базу данных AnyLogic Private Cloud в частном облаке ФАНУ «Востокгосплан» и затем отображаются на дашбордах внешней системы визуализации Yandex Datalens.

В качестве примера визуализации результатов моделирования, предоставляемых конечному пользователю, на рисунке 22 приведен скриншот дашборда по блоку «Население». В частности, на экран выводятся численность постоянного населения на конец выбранного года, естественный и миграционный приросты; общая численность населения в динамике по годам; численность населения в трудоспособном возрасте; численность населения в разрезе по полу и возрасту и другие показатели.

Прогноз АОДМ ДФО

Население Рождаемость Смертность Семья Образование Труд Миграция

АОДМ ДФО – агент-ориентированная система поддержки принятия решений в области управления демографическим развитием Дальнего Востока.

id: 473 Период: 2025 Субъект: Нет выбранных значений Муниципальное образование: Не... Тип населения по месту проживания: Нет выб...

Численность постоянного населения (на конец года), чел.
7 875 405

Естественный прирост, чел.
-24 519

Миграционный прирост, чел.
-28 826

Средний возраст, лет

Оба пола
38,23

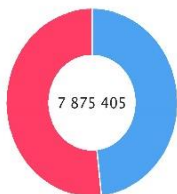
Мужчины
35,74

Женщины
40,56

Численность населения...

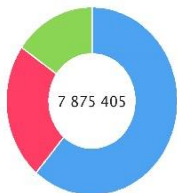
Коэффициент естественного прироста
-3,10

Коэффициент миграционного прироста
-3,65



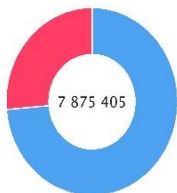
● мужской ● женский

Численность населения...



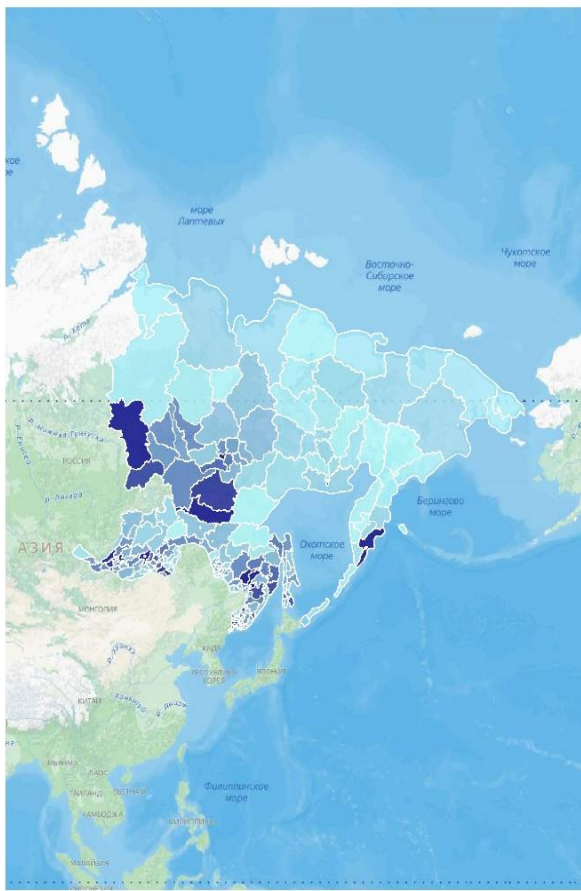
● трудоспособного возраста
● старше трудоспособного возраст...
● младше трудоспособного возраст...

Численность населения...

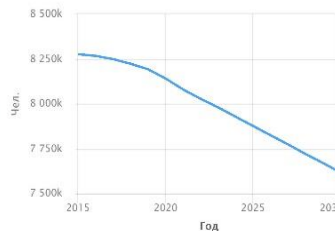


● городское ● сельское

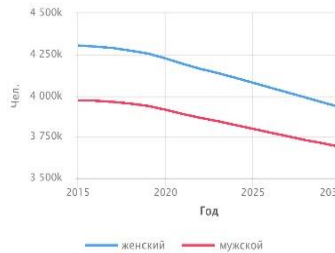
Численность населения (на конец года), чел.



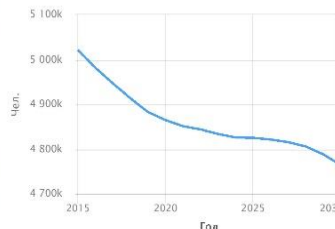
Общая численность населения (на конец года)



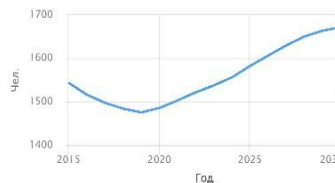
Численность населения в разрезе по полу (на конец года)



Численность населения в трудоспособном возрасте



Численность лиц нетрудоспособных возраста



Численность населения в разрезе по полу и возрасту (на конец года)

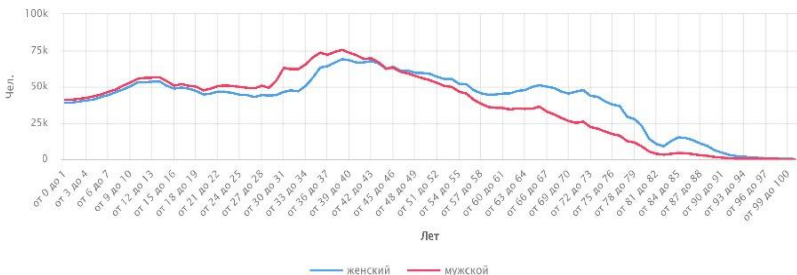


Рисунок 22 – Дашборд «Население»

Агент-ориентированная демографическая модель Дальнего Востока позволяет анализировать перспективы демографического развития регионов ДФО, а также даёт информацию о ретроспективе развития показателей с 2015 года (стартовое состояние агентов), текущей ситуации и сложившихся тенденциях.

Приведём некоторые результаты вычислительных экспериментов в текущей версии модели по сценарию сохранения тенденций социально-демографического развития, сложившихся в 2015–2020 годы, с учетом «пандемийного» периода 2020–2021 годов. Отметим, что коэффициенты к показателям, имеющим региональную специфику по субъектам ДФО, таким как возраст матери при рождении ребенка, суммарный коэффициент рождаемости и т.д., в модели были откалиброваны.

Согласно расчётам АОДМ ДФО на Дальнем Востоке прогнозируется снижение общей численности населения к 2030 году до 7,6 млн человек. Макрорегион находится в нисходящей фазе демографического цикла по данному показателю (рисунок 23).

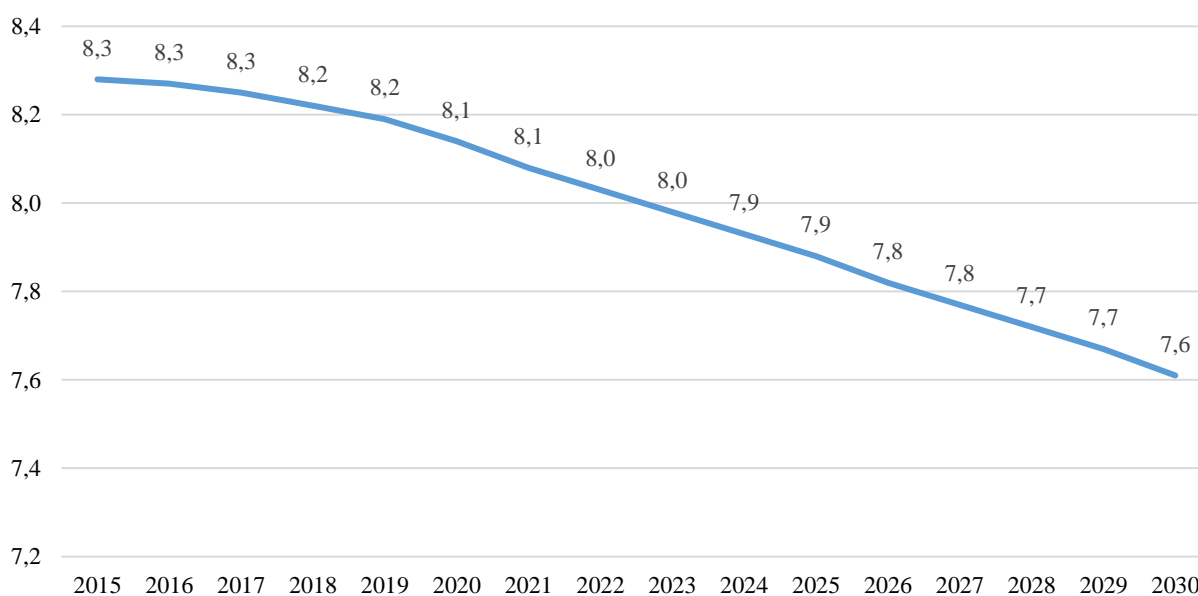


Рисунок 23 – Численность населения ДФО на начало года, млн человек
Источник: построено авторами по результатам вычислительных экспериментов в АОДМ ДФО.

В динамике рождаемости будет наблюдаться переход между фазами цикла в 2025 году, в котором убыль числа рождений сменится их постепенным ростом (рисунок 24). В частности, в 2030 году ожидается на 1,2 тыс. родившихся больше, чем пятью годами ранее.

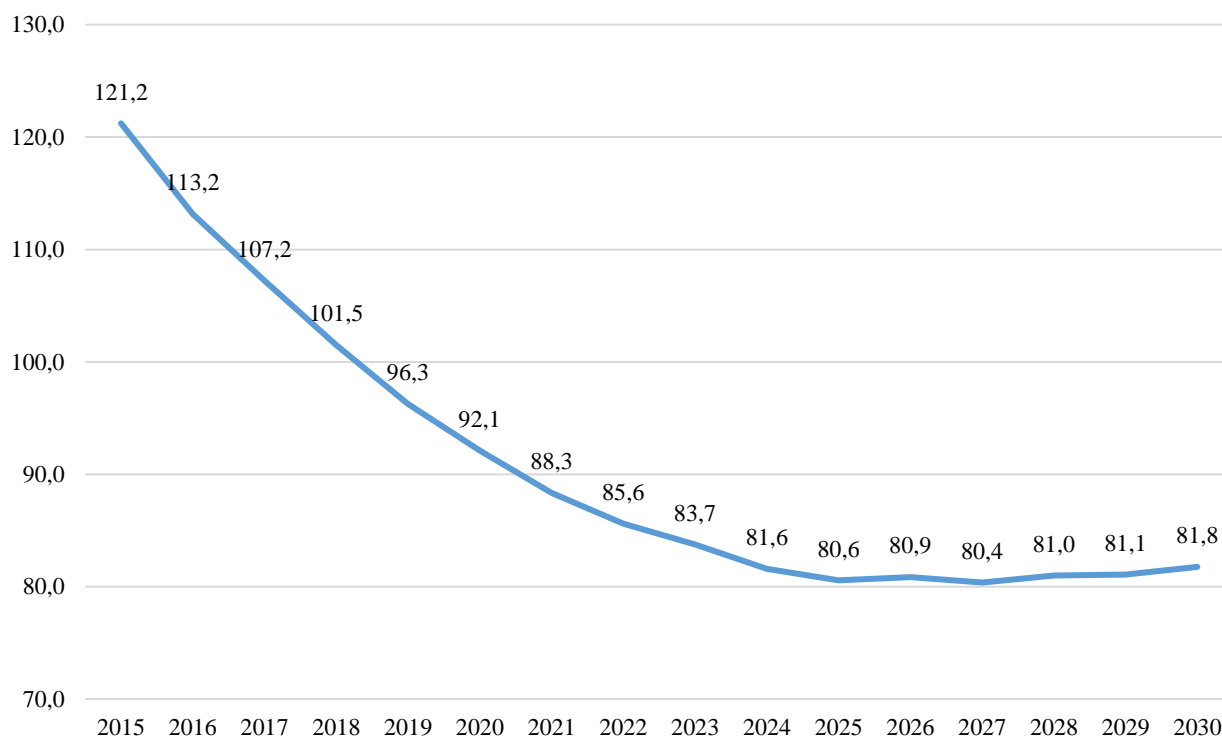


Рисунок 24 – Число родившихся в ДФО (без мертворождённых) за год, тыс. человек

Источник: построено авторами по результатам вычислительных экспериментов в АОДМ ДФО.

В то же время после возвращения к допандемийным значениям смертности регион задержится в восходящей фазе цикла для показателя «число умерших за год» (рисунок 25), что наряду с отрицательным сальдо миграции неблагоприятно скажется на общей численности населения.

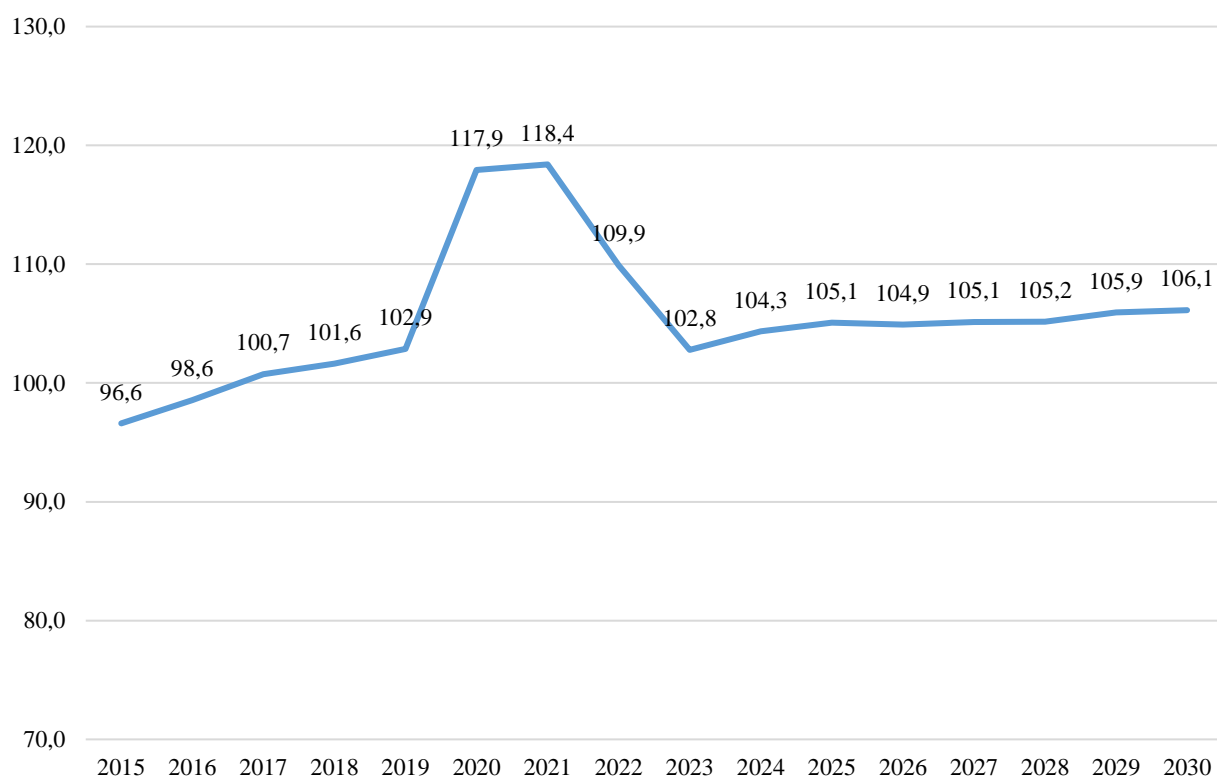


Рисунок 25 – Число умерших в ДФО за год, тыс. человек

Источник: построено авторами по результатам вычислительных экспериментов в АОДМ ДФО.

Результаты вычислительных экспериментов в модели могут быть использованы в системе управления различного уровня при составлении документов стратегического планирования и программ развития территории, в частности, для разработки прогнозов численности населения, баланса трудовых ресурсов, социально-экономического развития, планирования мероприятий по созданию рабочих мест, социальной поддержки населения и др. Инструмент может применяться также для проведения сценарных экспериментов и обоснования экономической эффективности регулирующего воздействия.

Проверка качества модели методом ретроспективного прогноза показала, что отклонения расчетных значений от фактических по компонентам изменения численности населения за весь период варьировались по модулю в диапазоне от 1% (для числа родившихся) до 10,1% (для числа выбывших). При этом для общей численности населения среднее отклонение за весь период составило по модулю 0,6% (таблица 13).

Таблица 13 – Сопоставление прогнозных и фактических значений по отдельным демографическим показателям ДФО

год	Численность населения (на начало года), млн человек			Число умерших за год, тыс. человек			Число родившихся (без мертворожд.) за год, тыс. человек			Число прибывших, тыс. человек			Число выбывших, тыс. человек			Численность населения в трудоспособном возрасте, млн человек			Численность женщин репродуктивного возраста, тыс. человек		
	Модель	Факт	Δ, %	Модель	Факт	Δ, %	Модель	Факт	Δ, %	Модель	Факт	Δ, %	Модель	Факт	Δ, %	Модель	Факт	Δ, %	Модель	Факт	Δ, %
2015	8,28	8,26	0,2	96,60	103,31	-6,5	121,22	119,99	1,0	306,22	321,42	-4,7	331,17	354,79	-6,7			-			-
2016	8,27	8,25	0,3	98,56	101,91	-3,3	113,15	114,48	-1,2	302,30	322,64	-6,3	326,34	349,68	-6,7	4,87	4,85	0,4	2 021	2 015	0,3
2017	8,25	8,22	0,3	100,74	98,00	2,8	107,23	103,32	3,8	301,47	325,10	-7,3	325,19	353,61	-8,0	4,82	4,78	0,8	2 007	1 992	0,7
2018	8,22	8,19	0,4	101,62	98,72	2,9	101,51	97,89	3,7	298,85	328,46	-9,0	325,14	361,61	-10,1	4,77	4,72	1,2	1 997	1 974	1,1
2019	8,19	8,17	0,3	102,88	99,93	3,0	96,27	91,05	5,7	299,45	331,11	-9,6	324,12	341,65	-5,1	4,74	4,66	1,6	1 987	1 956	1,6
2020	8,14	8,12	0,2	117,93	112,98	4,4	92,09	90,12	2,2	296,80	289,32	2,6	323,93	309,25	4,7	4,80	4,72	1,7	1 978	1 943	1,8
2021	8,08	7,97	1,4	118,40	126,07	-6,1	88,34	85,82	2,9	292,25	311,86	-6,3	323,44	304,42	6,2	4,78	4,68	2,0	1 963	1 925	2,0
2022	8,03	7,90	1,6	109,91	-	-	85,60	-	-	292,23	-	-	320,96	-	-	4,84	4,76	1,6	1 948	1 911	1,9
2023	7,98	-	-	102,78	-	-	83,74	-	-	290,91	-	-	321,07	-	-	4,81	4,64	3,7	1 933	1 919	0,7
2024	7,93	-	-	104,34	-	-	81,60	-	-	290,13	-	-	320,49	-	-	4,87	-	-	1 921	-	-
2025	7,88	-	-	105,08	-	-	80,56	-	-	289,66	-	-	318,49	-	-	4,86	-	-	1 909	-	-
2026	7,82	-	-	104,91	-	-	80,85	-	-	289,40	-	-	318,27	-	-	4,93	-	-	1 895	-	-
2027	7,77	-	-	105,14	-	-	80,37	-	-	287,93	-	-	317,23	-	-	4,92	-	-	1 883	-	-
2028	7,72	-	-	105,16	-	-	81,00	-	-	288,51	-	-	318,30	-	-	4,98	-	-	1 873	-	-
2029	7,67	-	-	105,94	-	-	81,07	-	-	288,13	-	-	315,79	-	-	4,98	-	-	1 862	-	-
2030	7,61	-	-	106,13	-	-	81,75	-	-	283,84	-	-	314,71	-	-	4,98	-	-	1 851	-	-
мин.(модуль)			0,2			2,8			1,0			2,6			4,7			0,4			0,3
макс.(модуль)			1,6			6,5			5,7			9,6			10,1			3,7			2,0
среднее (модуль)			0,6			4,1			2,9			6,5			6,8			1,6			1,3

118

Отклонения в диапазоне от 0% до |5%|
 Отклонения в диапазоне от |5%| до |15%|

Источник результаты вычислительных экспериментов в АОДМ ДФО.

По результатам ретроспективных прогнозов численности населения субъектов ДФО на начало года среднее отклонение моделируемых значений от фактических не превышает 2,5% (таблица 14).

Таблица 14 – Отклонение модельных результатов от фактических значений по показателю «Численность населения на начало года»

Субъект ДФО	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Республика Бурятия	0,0	0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,3	0,0	0,0
Республика Саха (Якутия)	0,3	0,4	0,6	0,6	0,3	-0,7	-2,3	-2,1
Забайкальский край	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	0,7	5,1	5,1
Камчатский край	-0,3	-0,5	-1,4	-1,8	-2,2	-2,6	2,3	2,3
Приморский край	0,1	0,2	0,4	0,5	0,4	0,6	1,7	2,1
Хабаровский край	0,3	0,3	0,5	0,7	0,8	1,2	1,1	1,1
Амурская область	0,3	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	1,8	1,8
Магаданская область	0,3	-0,2	-0,3	0,5	0,3	-0,2	0,4	0,2
Сахалинская область	0,2	-0,2	-0,9	-1,1	-1,3	-1,3	2,1	2,7
Еврейская автономная область	0,4	0,5	1,0	1,2	1,1	0,9	4,0	4,2
Чукотский автономный округ	0,4	1,8	2,7	1,9	0,5	1,9	5,4	5,8
Среднее (модуль)	0,3	0,5	0,8	0,9	0,7	1,0	2,4	2,5

	Отклонения в диапазоне от 0% до 5%
	Отклонения в диапазоне от 5% до 15%

Источник: результаты вычислительных экспериментов в АОДМ ДФО.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что текущая версия модели с определёнными ограничениями может быть использована для прогнозирования краткосрочных и среднесрочных демографических циклов.

Однако для прогнозирования долгосрочных демографических циклов требуется учёт изменения значительного количества факторов внешней среды и их влияния на сценарии и паттерны поведения агентов. Включение в модель дополнительных факторов, отражающих социально-экономические условия жизни агентов, повысит её практическую значимость и предоставит возможность построения научно обоснованных прогнозов на несколько десятков лет вперёд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как отмечают отечественные исследователи [7], важно понимать, что цикличность, хоть в экономике, хоть в демографии, – это система циклов с жесткими причинно-следственными связями. Объектом прогнозирования должна быть вся система, а не только трендовая составляющая. В моделировании долгосрочной демографической динамики крайне важно учесть волнообразные изменения показателей и преодолеть экстраполяционные подходы к построению прогнозов.

Необходимо учитывать всю систему факторов, приводящих к формированию и поддержанию современных демографических циклов: фактор структуры, фактор среды и фактор поведения.

При этом крайне важным для прогнозирования долгосрочной демографической динамики является учёт фактора среды, который является центральным в цепочке факторов и служит их связующим звеном. Так, внешние шоки (эпидемии, войны) приводят к непосредственному изменению структуры населения, образованию демографических «ям», которые «эхом» прозвучат на долгие годы вперёд. А постепенное улучшение условий жизни (развитие здравоохранения, технологическое развитие, повышение качества инфраструктуры) приводит к опосредованному воздействию на репродуктивное, самосохранительное, миграционное поведение и формирует длинные волны в развитии демографических показателей, отражающие так называемый демографический переход.

В частности, связь между технологическим ростом и демографическим развитием как показывают современные исследования, не может задаваться «при помощи простых причинно-следственных моделей и требует подробного изучения нелинейного динамического взаимовлияния процессов» [130]. Решить такую проблему под силу только комплексным имитационным моделям, способным воспроизводить демографическую динамику с высоким уровнем детализации процессов, в единстве и взаимосвязи показателей разных уровней

иерархии, начиная с отдельного автономно функционирующего элемента системы – человека. Использование агент-ориентированного подхода к моделированию демографического развития регионов России позволит прогнозировать естественное и миграционное движение населения с учётом демографических циклов разной продолжительности, вызванных демографической политикой государства (крупные шаги властей), внешними шоками (пандемия, военные действия), демографическим переходом, а также множеством сопряжённых с ними факторов таких, как экономическое и научно-технологическое развитие территорий.

На данном этапе НИР выполнено теоретическое обоснование факторов долгосрочных демографических циклов, проведён ретроспективный анализ демографического развития территорий ДФО, сформирована база данных агент-ориентированной демографической модели Дальнего Востока по социально-экономическим компонентам внешней среды (система образования, рынок труда, система формирования доходов населения); разработаны механизмы программной реализации компонентов внешней среды в АОДМ ДФО; осуществлено обоснование сценариев поведения агентов в условиях изменения социально-экономических факторов; выполнена программная реализация первой версии внешней среды в системе имитационного моделирования AnyLogic (социально-экономические факторы: образование, рынок труда, доходы).

В процессе поиска и обоснования оптимального подхода к прогнозированию современных демографических циклов нами проведён развёрнутый анализ концептуальных основ исследования цикличности настоящей и будущей демографической динамики и получены следующие результаты, составляющие научную новизну проведённой теоретической работы:

– систематизированы подходы к пониманию сущности термина «демографический цикл» в широком и узком смыслах;

– разведены понятия «демографический цикл» и «демографическая волна», сформулированы свойства демографических циклов;

– на основе анализа классификации фаз демографических циклов дана оценка возможности их применения к исследованию современной демографической динамики;

– выделены три группы факторов формирования и поддержания современных демографических циклов: фактор структуры, фактор среды, фактор поведения, – и обоснована необходимость их совместного учёта при прогнозировании цикличности демографических процессов в долгосрочной перспективе;

– дана сравнительная характеристика основных подходов к моделированию и прогнозированию демографических циклов, обоснованы преимущества и потенциал применения агент-ориентированного моделирования для исследования цикличности демографических процессов в долгосрочной перспективе.

Результаты выполненной в 2023 году практической работы, обладающие признаками научной новизны и оригинальности:

– впервые произведён пересчёт численности населения по субъектам и муниципальным образованиям ДФО за период с 1939 по 2020 годы, исходя из их современных границ и с учетом всех изменений в административно-территориальном делении, что позволило произвести сопоставление населённости территорий в разные периоды;

– выполнена группировка регионов и муниципальных образований ДФО в зависимости от подвижности их административно-территориальных границ; выделены группы стабильных, относительно стабильных и нестабильных территорий;

– систематизирована и обработана статистическая информация о состоянии и динамике важнейших социально-экономических факторов внешней среды (системы образования, рынка труда, системы формирования доходов), в результате чего сформирована база входных данных, позволяющая

реализовать агент-ориентированный подход к моделированию демографических циклов и строить модель с высоким уровнем детализации;

- разработаны уникальные алгоритмы программной реализации социально-экономических компонентов внешней среды в системе имитационного моделирования AnyLogic;

- проведена компьютерная имитация первой версии среды, с обеспечением возможности её последующей калибровки при расширении модели на дальнейших этапах исследования.

Достоинства АОДМ ДФО:

- учитывает неоднородность поведения агентов в реализации жизненных траекторий;

- является приближенной к реальности, адекватна реальным социально-демографическим явлениям и процессам;

- имеет максимально-возможную детализацию данных;

- имитирует процессы макроуровня как результат деятельности неоднородных агентов микроуровня;

- является гибкой и способна к адаптации и изменениям;

- проста в эксплуатации при соответствующей настройке интерфейса;

- подходит для использования в однопользовательском и многопользовательском режимах.

По результатам НИР в 2023 году опубликовано 4 научные статьи (из них 1 публикация в ведущих научных изданиях, входящих в Ядро РИНЦ и SCOPUS), находятся в печати 3 статьи, подготовлено 7 аналитических материалов для органов власти, сделано 8 докладов на ведущих всероссийских и международных научных конференциях, 3 выступления на семинарах.

На следующих этапах НИР планируется продолжить работы и решить перечисленные ниже задачи:

в 2024 году:

1. Разработка паттернов и сценариев поведения демографических агентов в условиях изменения внешней среды в ДФО (инфраструктурные и другие факторы):

1.1. расширение базы данных АОДМ ДФО по новым компонентам внешней среды;

1.2. разработка механизмов программной реализации новых компонентов внешней среды в АОДМ ДФО;

1.3. обоснование сценариев поведения агентов в условиях изменения системы внешних факторов;

2. Программирование внешней среды (инфраструктурные и другие факторы), паттернов и сценариев поведения агентов (дополнительных модулей АОДМ ДФО) в системе имитационного моделирования AnyLogic;

3. Экспериментальная оценка демографических трендов в условиях стабильной и нестабильной внешней среды.

в 2025 году:

1. Разработка механизмов формирования демографических циклов в ДФО с учетом динамики внешней среды;

2. Программная реализация разработанных механизмов формирования демографических циклов в АОДМ ДФО;

3. Разработка прогноза численности и состава населения в регионах ДФО с учетом долгосрочных демографических циклов и краткосрочных изменений внешней среды.

в 2026 году:

1. Критический анализ современных цифровых инструментов поддержки принятия решений в системе государственного и муниципального управления;

2. Разработка концепции и механизмов реализации СППР с учетом демографических циклов (на примере ДФО);

3. Программная реализация автоматизированной системы поддержки принятия решений в области управления демографическим развитием территорий ДФО.

В 2023 году АОДМ ДФО была признана победителем Всероссийского конкурса «Моделирование социально-экономических процессов для задач государственного управления» в номинации «Лучшая имитационная модель для решения социально-экономических задач государственного управления», а также лауреатом конкурса имени Н. П. Бусленко в области теории и практики имитационного моделирования (учрежден НП «Национальное общество имитационного моделирования»).

Таким образом, полученные в 2023 году результаты позволили создать основу для выполнения последующих этапов исследования. Результаты имеют теоретическую и практическую значимость.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мотревич В. П. Историческая демография: учебное пособие; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. 2-е изд., доп. и перераб. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 264 с.
2. Современная демография: учеб. пособие / Под ред. А. Я. Кваши, В. А. Ионцева. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 267 с.
3. Wachter M.L., Wascher W.L. Leveling the Peaks and Troughs in the Demographic Cycle: An Application to School Enrollment Rates // *The Review of Economics and Statistics*. – 1984. – Vol. 66. – P. 208–215.
4. Нефедов С.А. Концепция демографических циклов. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2007. – 141 с.
5. Kelley A.C. Demographic cycles and economic growth: The long swing reconsidered // *The Journal of Economic History*. – 1969. – Vol. 29, №. 4. – P. 633–656.
6. Turchin P. Long-term population cycles in human societies // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2009. – Vol. 1162, №. 1. – P. 1–17.
7. Овечкина Н.И., Шульгина Н.А. Теория цикличности в экономике и демографии // *Вестник НГУЭУ*. – 2012. – № 2. – С. 105–110.
8. Большой экономический словарь / под ред. А.Н. Азрилияна. – М.: Институт новой экономики, 1997. – 856 с.
9. Вишневецкий А. Г. Демографическая история и демографическая теория: курс лекций. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 368 с. – С. 273.
10. Коротаяев А.В., Халтурина Д.А., Божевольнов Ю.В. Законы истории: Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография, экономика, войны. – URSS, 2020. – 254 с.
11. Simiand F. Recherches anciennes et nouvelles sur le mouvement général des prix au XVIe au XIXe siècles. – Paris, 1932. – 341 p.

12. Le Roy Ladurie E. Les paysans de Languedoc. – P., 1990. – P. 346–370.
13. Park K. Demography and Family Planning // Park's Textbook of Preventive and Social Medicine, 23th ed. – Jabalpur, India: M/S Banarasidas Bhanot Publishers, 2015. – P. 479.
14. Статистическая служба Европейского союза – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Demographic_cycle (дата обращения: 13.04.2023)
15. Клупт М. Демография регионов Земли. События новейшей демографической истории. – СПб: Изд-во «Питер», 2007. – 237 с.
16. Демографический понятийный словарь / Под ред. проф. Л.Л. Рыбаковского. – М.: ЦСП, 2003. – 352 с.
17. Кваша А.Я. Что такое демография? – М.: Мысль, 1985. – 126 с.
18. Ли Р.Д. Естественная рождаемость, демографические циклы и спектральный анализ рождений и браков // Статистический анализ в демографии: сборник статей под ред. А.Г. Волкова. – Москва: Статистика, 1980. – С. 64–93.
19. Рыбаковский О.Л., Таюнова О.А. Рождаемость населения России и демографические волны // Народонаселение. – 2017. – № 4(78). – С. 56–66.
20. Мальтус Т.Р. Опыт о законе народонаселения // Антология экономической классики. / Сост. Столяров И.А. – М.: «Эконов», 1993. – Т. 2. – С. 5–136.
21. Рикардо Д. Начала политической экономии и налогового обложения. Избранное /пер. с англ., предисловие П.Н. Ключкина. – М.: Эксмо, 2008. – 960 с.
22. Pearl R. The biology of population growth. – N.Y.: A.A. Knopf, 1925. – 260 p.
23. Коротаяев А.В. Демографические циклы и социально-экономическая история России // Личность. Культура. Общество. – 2007. – № 3 (37). – С. 380–384.

24. Нефедов С. А. Неомальтузианство в современной методологии истории // Вестник Российской академии наук. – 2012. – Т. 82. – № 12. – С. 1092–1107.
25. Блинова Т., Кутенков Р., Шабанов В. Моделирование среднесрочных послевоенных демографических циклов в России // Экономическая политика. – 2019. – Т. 14. – № 5. – С. 36–61. – DOI 10.18288/1994-5124-2019-5-36-61.
26. Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели экономики. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика». – 2008. – 279 с.
27. Axtell R. Why Agents? On the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences. Working Paper No. 17. / Brookings Institution: Center on Social and Economic Dynamics. – Washington D.C, 2000. – 23 p.
28. Agent-Based Computational Demography: using Simulation to Improve our Understanding of Demographic Behavior / editors F.C Billari, A. Prskawetz. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003. – 210 p.
29. Россошанская Е.А., Дорошенко Т.А., Самсонова Н.А. и др. Агент-ориентированная демографическая модель Дальнего Востока как инструмент поддержки принятия управленческих решений // Государственное управление. Электронный вестник. – 2022. – № 94. – С. 203–224. DOI: 10.24412/2070-1381-2022-94-203-224.
30. Berger M.C. Demographic cycles, cohort size, and earnings // Demography. – 1989. – Vol. 26, №. 2. – P. 311–321.
31. О долгосрочном научно-технологическом развитии России: монография / Под ред. Белоусова Д.Р. и Фролова И.Э. – М.: Динамик принт, 2022. – 168 с. – DOI: 10.47711/sr3-2022.
32. Школьников В. Анатолий Григорьевич Вишневецкий и его демографическая система // Демографическое обозрение. – 2021. – Т. 8. – №1. – С 6–15.
33. Осипов Ю.Н. Крестьяне-старожилы Дальнего Востока России 1855–1917 гг.: Монография. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. – 196 с.

34. Филинов А.В. Особенности переселенческой политики на советском Дальнем Востоке в 1925 – 1931 гг. в преддверии маньчжурского кризиса (сентябрь 1931 – март 1935 гг.) // Государство, общество, церковь в истории России XX– XXI веков: материалы XX Междунар. науч. конф. – Иваново, 2021. – С. 778–783.
35. Рыбаковский Л.Л. Население Дальнего Востока за 150 лет. – М.: Наука, 1990. – 138 с.
36. Указ Президента Российской Федерации от 03 ноября 2018 г. № 632 «О внесении изменений в перечень федеральных округов, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849». – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=310322&cacheid=27A65499A369B1721941DE6CB8862CFC&mode=splus&rnd=1wYtBxTkhoL1tSG42#y36YRxT21ZyimCaz> (дата обращения: 16.10.2023)
37. Ткачева Г.А. Административно-территориальные преобразования дальневосточного региона в условиях модернизации СССР 1922–1941 гг. // Эпоха социалистической реконструкции: идеи, мифы и программы социальных преобразований: сборник научных трудов / гл. редактор Л. Н. Мазур; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – С. 611–616.
38. Закон Амурской области от 11.03.2005 N 445-ОЗ «О наделении муниципального образования рабочего поселка (поселка городского типа) Прогресс статусом городского округа и об установлении его границ». – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW080&n=155231&cacheid=D5E1B52FDF8582B47806F9337F9222DC&mode=splus&rnd=gKdRYw#45YНixTITyNhw0iD> (дата обращения: 28.07.2023).
39. Закон Приморского края от 06.08.2004 N 131-КЗ «Об Уссурийском городском округе Приморского края». – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW020&n=182016&cacheid=655EE9DE7BB89A41AA1A5EBF7B9D18DE&mode=splus&rnd=gKdRYw#6орAixTGGwM5Kqgk> (дата обращения: 28.07.2023).

40. Закон Республики Саха (Якутия) от 30.11.2004 174-З N 355-III (ред. от 26.10.2017) «Об установлении границ территорий и о наделении статусом городского округа муниципальных образований Республики Саха (Якутия)». – URL:

<https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW249&n=66696&cacheid=4F76FBCA1EA0E328DD36E83A4292CC6E&mode=splus&rnd=gntyTxTMtTRTT3TV1#CALxdxTWIEEUTL2z> (дата обращения: 26.06.2023).

41. Закон Сахалинской области от 23.03.2011 N 25-30 (ред. от 15.07.2022) «Об административно-территориальном устройстве Сахалинской области». – URL:

<https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW210&n=121596&cacheid=96C3034397B05A7A7EF2D30AF4F419F8&mode=splus&rnd=gKdRYw#PDcMixTIfCkbNk5y> (дата обращения: 28.07.2023).

42. Закон Чукотского автономного округа от 18.11.2008 N 146-ОЗ «О внесении изменений в Закон Чукотского автономного округа «О преобразовании муниципальных образований Иультинский муниципальный район и Шмидтовский муниципальный район и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Чукотского автономного округа». – URL:

<https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW442&n=3693&cacheid=7E17788399F3F5EB43A627C798BE4747&mode=splus&rnd=gKdRYw#k8LPixT8Uq5rmiG5> (дата обращения: 31.07.2023).

43. Закон Чукотского автономного округа от 23.09.2015 N 67-ОЗ (ред. от 05.09.2017) «Об объединении поселений, входящих в состав Иультинского муниципального района, и организации местного самоуправления на объединенной территории». – URL:

<https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW442&n=18456&cacheid=E12218DC9968DD21A3E462B02C9312DD&mode=splus&rnd=gKdRYw#bLFSixTPR0F6Rn7F> (дата обращения: 31.07.2023).

44. Закон Чукотского автономного округа от 26.05.2011 N 44-ОЗ «О преобразовании некоторых административно-территориальных образований в

Чукотском автономном округе и внесении изменений в Закон Чукотского автономного округа «Об административно-территориальном устройстве Чукотского автономного округа». – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW442&n=6944&cacheid=54B5F7150ED78744DEC132D6082053EF&mode=splus&rnd=gKdRYw#ePrPixTgiu6iIq65> (дата обращения: 31.07.2023).

45. Закон Чукотского автономного округа от 29.11.2004 N 40-ОЗ «О статусе и границах муниципального образования город Анадырь Чукотского автономного округа». – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW442&n=183&cacheid=BE44C40F6CA40B05FCE51BA8D48399F1&mode=splus&rnd=gKdRYw#qk7OixTGiffVrcA2> (дата обращения: 31.07.2023).

46. Закон Чукотского автономного округа от 30.05.2008 N 41-ОЗ «О преобразовании муниципальных образований Анадырский муниципальный район и Беринговский муниципальный район и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Чукотского автономного округа» – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&n=3265&base=RLAW442&from=5907-0-diff&rnd=gKdRYw#Хум6jхTrMDcbL7eВ> (дата обращения: 31.07.2023).

47. Постановление Верховного Совета Республики Саха (Якутия) от 16 октября 1992 года № 1179-ХП «О переименовании Орджоникидзевского района».

48. Постановление Президиума Верховного Совета Бурятской АССР от 20 июля 1989 года.

49. Постановление Совета Министров РСФСР №753 от 29.12.1972 года «О переименовании некоторых физико-географических объектов, расположенных на территории Амурской области, Приморского и Хабаровского краев».

50. Указ Президента Российской Федерации от 20.12.2016 г. № 689 «О преобразовании закрытого административно-территориального образования

Циолковский Амурской области». – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW020&n=182016&cacheid=655EE9DE7BB89A41AA1A5EBF7B9D18DE&mode=splus&rnd=gKdRYw#6opAixTGGwM5Kqgk> (дата обращения: 28.07.2023).

51. Указ Президента РФ от 24 января 1998 г. N 59 «Об упразднении закрытых административно-территориальных образований – посёлка Приокска Московской области и посёлка Вулканного Камчатской области». – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=MOB&n=2987&cacheid=324E8055CD16B69F94FE6BDCBF57F369&mode=splus&rnd=FpdWFA#DNZzhxTxxQpWV2qN> (дата обращения: 24.07.2023).

52. Указ Президиума Верховного Совета Бурятской АССР от 23 ноября 1989 года.

53. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР «Об образовании Забайкальского района» от 30 декабря 1966 года.

54. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР «Об образовании Солнечного района с центром в посёлке городского типа Солнечном».

55. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР «Об упразднении Токкинского района Якутской АССР» от 15 октября 1953 года.

56. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР «Об утверждении образования Иволгинского и Тарбагатайского районов и упразднения Улан-Удэнского района в Бурятской АССР» от 15 августа 1985 года № 1149-Х1.

57. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР «Об административно-территориальном устройстве Южно-Сахалинской области» от 5 июля 1946 года

58. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 1 февраля 1963 года. № 5.

59. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 12 декабря 1940 года // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1941. – № 7 (122). – С. 4.

60. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 12 января 1965 г. «Об изменениях в административно-территориальном делении Якутской АССР»

61. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 15 ноября 1957 года.

62. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 15 октября 1953 года.
63. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 15 октября 1953 года.
64. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 16 августа 1989 года № 12373-ХІ.
65. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 16 июля 1954 года
66. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 16 октября 1968 года N 33сс «О преобразовании рабочих поселков Приморский и Рыбачий в закрытый город областного подчинения». Закон РФ от 14.07.1992 N 3297-1 (ред. от 15.04.2022) «О закрытом административно-территориальном образовании». – URL:
<https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=414743&cacheid=FBD9E66AAF64DF2309C4E7EA46C6788F&mode=splus&rnd=FpdWFA#wmS7ixTOgfmWzM3E1> (дата обращения: 24.07.2023).
67. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 2 декабря 1953 года «Об образовании районов в составе Хабаровского края»
68. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 22 сентября 1989 года № 12666-ХІ.
69. Указ Президиума Верховного совета РСФСР от 23 октября 1989 года.
70. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 24 марта 1977 года.
71. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 26 декабря 1972 года // Официальный сайт Дальнегорского городского округа – URL:
<https://dalnegorsk-mo.ru/territorialplanning/society/archive/media/2016/5/13/o-preobrazovanii-rabocheho-poselka-tetyuhe-v-gorod-severo-primorsk/> (дата обращения: 28.07.2023).
72. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 27 декабря 1973 года «Об образовании Шмидтовского района в Чукотском национальном округе Магаданской области»

73. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 3 апреля 1959 года «О преобразовании рабочего поселка Мирный в город республиканского (АССР) подчинения».
74. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 3 июня 1954 года «Об образовании Кавалеровского района в составе Приморского края».
75. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 4 марта 1941 года.
76. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 4 октября 1980 года № 10-сс.
77. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 6 августа 1990 года № 125-1.
78. Указ Президиума Верховного Совета РСФСР от 27 декабря 1973 года.
79. Указ Президиума Верховного Совета Якутской АССР от 27 января 1965 года.
80. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1959. – № 29 (961). – С. 4.
81. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1967. – № 1 (1347). – С. 4.
82. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1963. – № 5 (227).
83. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1941. – № 15 (130). – С. 4.
84. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1943. – № 9 (215). – С. 4.
85. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1961. – № 37 (1072).
86. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1959. – № 28 (960).
87. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1962. – № 12 (1099).

88. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1944. – № 14 (274). – С. 4.
89. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1962. – № 21 (1108).
90. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1941. – № 26 (141).
91. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1944. – № 33 (293). – С. 4.
92. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1954. – № 14 (808).
93. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1960. – № 23 (1007).
94. Информационные сообщения // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1957. – № 12 (879).
95. Административно-территориальное устройство Хабаровского края. 1938–2009: справочник / Гл. ред. Т. А. Шевчик; отв. сост. Т. И. Казадаева – Хабаровск: Изд-во «РИОТИП» краевой типографии, 2009. – 698 с.
96. Алмазная книга России // В. В. Рудаков, В. В. Пискунов. – М.: «Горная книга», 2015. – 664 с.
97. Амурская область. Опыт энциклопедического словаря. – Амурское отд. Хабаровского кн. изд-ва, 1989. – 416 с.
98. Бурятская АССР. Административно-территориальное деление: Справочник. – Улан-Удэ: Бурят кн. изд-во, 1984. – 112 с.
99. Из истории улусов Якутии // Сайт по культуре и туризму коренных народов Севера: ООО «Норд Пипл». – URL: <https://npeople.ucoz.ru/publ/4-1-0-43> (дата обращения: 26.06.2023).
100. Изменения в административно-территориальном делении субъектов Российской Федерации за 2008 г. // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b09_109/Main.htm (дата обращения: 26.06.2023).

101. Инвестиционный паспорт Шимановского округа // Администрация Шимановского муниципального округа Амурской области. – URL: <https://shimraion.amurobl.ru/pages/investitsionnaya-deyatelnost/investitsionnyu-pasport-munitsipalnogo-obrazovaniya/investitsionnyu-pasport-shimanovskogo-okruga/> (дата обращения: 28.07.2023).
102. Историческая справка // Муниципальное образование «Хасынский муниципальный округ Магаданской области». Официальный сайт. – URL: <https://adm-hasyn.ru/site/section?id=11> (дата обращения: 28.07.2023).
103. Историческая справка об образовании Иволгинского района // Администрация муниципального образования «Иволгинский район». – URL: <https://admivl.gosuslugi.ru/o-munitsipalnom-obrazovanii/istoriya/> (дата обращения: 19.06.2023).
104. История // Администрация Биробиджанского муниципального района. – URL: <https://br.eao.ru/city/history.php> (дата обращения: 31.07.2023).
105. История // Администрация муниципального образования «Город Гусиноозерск». – URL: <https://admingus.gosuslugi.ru/o-munitsipalnom-obrazovanii/istoriya/> (дата обращения: 19.06.2023).
106. История // Администрация Пожарского муниципального округа Приморского края – URL: <https://pozharskij-r25.gosweb.gosuslugi.ru/o-munitsipalnom-obrazovanii/istoriya/> (дата обращения: 28.07.2023).
107. История // Официальный сайт администрации Александрово-Заводского муниципального округа. – URL: <https://alzav.75.ru/about/211493-history> (дата обращения: 20.06.2023)
108. История города и района // МБУ «Краеведческий музей имени Н. Г. Евсеева». – URL: http://bikin-museum.ru/?page_id=238 (дата обращения: 28.07.2023).
109. История Соболевского района // Администрация Соболевского муниципального района. Официальный портал. – URL: <https://sobolevomr.ru/page-75-let-raionu/> (дата обращения: 24.07.2023).

110. Как формировался Алданский район // «100-лет со дня образования Якутской АССР, 2021». – URL: <https://100yakutia.ru/istoriya-yakutii/2460-kak-formirovalsya-aldanskij-rajon> <https://100yakutia.ru/istoriya-yakutii/2460-kak-formirovalsya-aldanskij-rajon> / (дата обращения: 26.06.2023).

111. Наша история // МКУК «Среднеканская централизованная библиотечная система». – URL: <https://bibka-seymchan.ru/srednekanskiy-rayon-v-litcakh-i-fakta/iz-istorii-srednekanskogo-rayona/nasha-istoriya> (дата обращения: 28.07.2023).

112. Приморский край: Краткий энциклопедический справочник. – Владивосток: Изд-во Дальневост. Ун-та, 2007. – 596 с.

113. СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 января 1941 г. – М.: Изд. Ведомостей Верховного Совета РСФСР, 1941. – 490 с.

114. Устав городского округа Анадырь (принят решением Совета депутатов городского округа Анадырь от 08.12.2010 N 175). – URL: <https://cloud.consultant.ru/cloud/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW442&n=31615&cacheid=CBV3CDABF70B6450DF06330B5995916D&mode=splus&rnd=gKdRYw#W1t3jxT7ZSnwEu7Q> (дата обращения: 31.07.2023).

115. Электронная энциклопедия «Сахалинская область». – URL: <https://encsakhalin.su/> (дата обращения: 28.07.2023).

116. Энциклопедия Забайкалья. – URL: <http://www.encycl.chita.ru/> (дата обращения: 20.06.2023).

117. Всесоюзная перепись населения 1939 г. // Демографический еженедельник института демографии НИУ ВШЭ имени А.Г. Вишневого «Демоскоп Weekly». – URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus_pop_39_2.php (дата обращения: 21.03.2023).

118. Всесоюзная перепись населения 1959 г. // Демографический еженедельник института демографии НИУ ВШЭ имени А.Г. Вишневого

«Демоскоп Weekly». – URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus59_reg1.php
(дата обращения: 21.03.2023).

119. Всесоюзная перепись населения 1970 г. // Демографический еженедельник института демографии НИУ ВШЭ имени А.Г. Вишневского «Демоскоп Weekly». – URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus70_reg1.php
(дата обращения: 21.03.2023).

120. Всесоюзная перепись населения 1979 г. // Демографический еженедельник института демографии НИУ ВШЭ имени А.Г. Вишневского «Демоскоп Weekly». – URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus79_reg1.php
(дата обращения: 21.03.2023).

121. Всесоюзная перепись населения 1989 г. // Демографический еженедельник института демографии НИУ ВШЭ имени А.Г. Вишневского «Демоскоп Weekly». – URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus89_reg1.php
(дата обращения: 21.03.2023).

122. Всероссийская перепись населения 2002 года // Демографический еженедельник института демографии НИУ ВШЭ имени А.Г. Вишневского «Демоскоп Weekly». – URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus02_reg1.php
(дата обращения: 21.03.2023).

123. Всероссийская перепись населения 2010 года // Демографический еженедельник института демографии НИУ ВШЭ имени А.Г. Вишневского «Демоскоп Weekly». – URL: https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/rus10_reg1.php
(дата обращения: 21.03.2023).

124. Итоги ВПН-2020. Том 1 Численность и размещение населения // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya
(дата обращения: 21.03.2023).

125. Подьячих П.Г. Всесоюзная перепись населения 1939 года. Методология и организация проведения переписи и разработка итогов. – М.: Гос. статист. изд-во, 1953. – 148 с.

126. Россошанская Е. А., Дорошенко Т. А., Ли Е. Л., Самсонова Н. А. Агент-ориентированный подход к прогнозированию современных демографических циклов // Искусственные общества. – 2023. – Т. 18. – Спецвыпуск. – URL: <https://artsoc.jes.su/s0028685-3-1/>. DOI: 10.18254/S207751800028685-2
127. Grimm V., Railsback S. F., Vincenot C. E. et al. The ODD protocol for describing agent-based and other simulation models: A second update to improve clarity, replication, and structural realism // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2020. – № 23 (2) 7. – URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/23/2/7.html>. DOI: 10.18564/jasss.4259.
128. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Россошанская Е.А., Дорошенко Т.А., Самсонова Н.А. Проблемы стандартизации описания агент-ориентированных моделей и возможные пути их решения // Вестник Российской академии наук. – 2023. – Т. 93. – № 4. – С. 362–372.
129. Микроперепись населения 2015 года, Росстат. – URL: https://gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/micro-perepis/finish/micro-perepis.html (дата обращения: 19.01.2023)
130. Коротаяев А.В., Комарова Н.Л., Халтурина Д.А. Законы истории: Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография, экономика, войны. Изд. 2-с, испр. и доп. / Отв. ред. Н.Н. Крадин. – М.: КомКнига, 2007. – 256 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Список электронных приложений к отчёту о НИР на компакт-диске

Приложение 1 – Приложение 1. Изменение административно-территориального деления субъектов ДФО (1939–2020 годы) (в электронном виде на цифровом носителе, файл «Приложение 1. Изменение административно-территориального деления субъектов ДФО (1939–2020 годы).xlsx», 72 Кб, CD в 1 экз.)

Приложение 2 – Половозрастные пирамиды по субъектам ДФО за 1939–2020 годы (в электронном виде на цифровом носителе, файл «Половозрастные пирамиды по субъектам ДФО за 1939–2020 годы.rar», 383 Кб, CD в 1 экз.)

Приложение 3 – База данных для имитации системы образования (educationdata) (в электронном виде на цифровом носителе, файл «База данных для имитации системы образования (educationdata).xlsx», 1 128 Кб, CD в 1 экз.)

Приложение 4 – База данных для имитации рынка труда (labourdata) (в электронном виде на цифровом носителе, файл «База данных для имитации рынка труда (labourdata).xlsx», 1 145 Кб, CD в 1 экз.)

Приложение 5 – База данных для имитации системы формирования доходов (incomedata) (в электронном виде на цифровом носителе, файл «База данных для имитации системы формирования доходов (incomedata).xlsx», 7 984 Кб, CD в 1 экз.)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Демографические циклы: динамика численности населения в группе стабильных и относительно стабильных муниципальных образований

Современное административно-территориальное деление (на 01.01.2023)	Численность населения, тыс. человек								Прирост/убыль, %, к предыдущему периоду (переписи)							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020	1939/1959	1959/1970	1970/1979	1979/1989	1989/2002	2002/2010	2010/2020	1939/2020
Республика Бурятия																
Бичурский муниципальный район	27,2	29,3	33,2	30,0	30,9	27,0	25,4	21,5	107,6	113,4	90,2	103,1	87,5	93,8	84,8	78,9
Кяхтинский муниципальный район	38,0	36,5	43,3	42,8	45,2	40,7	39,8	32,2	96,0	118,8	98,7	105,8	89,9	97,8	81,0	84,9
Мухоршибирский муниципальный район	23,9	25,9	28,1	26,4	28,9	28,6	25,0	22,0	108,1	108,8	93,9	109,4	99,0	87,2	88,3	92,2
Городской округ «Город Улан-Удэ»	139,4	175,2	257,0	304,3	368,0	386,9	404,4	437,6	125,7	146,7	118,4	120,9	105,1	104,5	108,2	313,9
Республика Саха (Якутия)																
Абыйский муниципальный район	3,0	3,2	3,7	4,8	6,1	4,8	4,4	3,8	106,7	115,8	130,2	126,9	77,9	93,2	86,7	128,6
Аллайховский муниципальный район	1,7	2,4	3,8	5,0	5,2	3,4	3,1	2,4	140,6	162,6	129,3	105,1	65,6	89,2	78,0	141,7
Момский муниципальный район	2,0	2,4	3,1	4,2	5,5	4,7	4,5	3,7	122,1	126,7	137,5	131,0	85,4	94,7	83,8	188,9
Таттинский муниципальный район	13,8	10,0	12,2	13,2	15,9	16,6	17,2	17,0	72,4	122,3	108,0	120,6	104,2	103,9	98,7	123,2
Амгинский муниципальный район	10,1	9,8	11,7	12,5	15,5	17,3	17,2	17,1	97,7	118,8	107,4	123,2	111,6	99,6	99,5	169,8
Анабарский национальный (долгано-эвенкийский) муниципальный район	1,8	1,4	1,9	2,2	3,9	4,0	3,5	3,5	79,2	135,0	113,4	180,6	103,1	87,0	99,4	195,2
Верхневиллойский муниципальный район	14,9	12,8	16,2	17,6	20,6	21,4	21,7	21,1	85,8	126,9	109,1	116,9	103,7	101,3	97,2	141,8
Виллойский муниципальный район	16,0	14,0	20,1	23,9	28,7	25,7	25,2	25,1	87,5	143,5	118,8	120,0	89,5	98,2	99,5	156,7
Горный муниципальный район	6,5	5,5	6,9	8,0	10,0	11,4	11,7	12,1	84,5	125,4	115,7	125,8	113,8	102,5	103,4	186,0
Жиганский национальный муниципальный район	2,0	3,2	4,6	5,1	5,7	4,3	4,3	4,2	161,7	146,5	110,5	110,6	75,9	99,6	97,2	212,9
Нюрбинский муниципальный район*	21,6	19,9	26,2	26,6	28,7	25,9	25,3	23,3	92,1	131,6	101,7	107,8	90,2	97,7	92,3	107,9
Мегино-Кангаласский муниципальный район	20,2	19,3	25,2	27,6	31,6	32,3	31,3	33,3	95,5	130,4	109,6	114,4	102,1	96,9	106,5	164,5
Намский муниципальный район	11,0	11,8	14,8	15,5	18,2	21,5	23,2	25,1	106,7	125,7	104,9	117,6	117,6	108,1	108,4	228,0

Современное административно-территориальное деление (на 01.01.2023)	Численность населения, тыс. человек								Прирост/убыль, %, к предыдущему периоду (переписи)							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020	1939/ 1959	1959/ 1970	1970/ 1979	1979/ 1989	1989/ 2002	2002/ 2010	2010/ 2020	1939/ 2020
Нижнеколымский муниципальный район	2,3	4,2	11,4	11,9	13,7	5,9	4,7	4,2	186,9	270,9	103,6	115,5	43,3	78,6	90,4	186,5
Оймяконский муниципальный район	3,6	22,8	21,4	25,7	31,1	14,7	10,1	7,7	640,0	93,8	120,4	120,8	47,2	68,9	76,5	217,1
Олекминский муниципальный район*	19,7	25,2	25,6	28,5	30,9	27,6	26,8	21,0	127,8	101,3	111,6	108,5	89,1	97,2	78,5	106,6
Хангаласский муниципальный район*	18,5	19,5	25,1	27,5	35,1	35,2	34,1	34,6	105,7	128,6	109,6	127,6	100,3	96,7	101,7	187,7
Среднеколымский муниципальный район	8,2	5,5	6,9	8,0	9,4	8,4	7,9	6,8	67,4	126,0	116,0	117,6	88,5	94,5	86,2	83,4
Усть-Алданский муниципальный район	17,0	15,7	19,5	20,1	21,4	22,4	22,2	22,6	92,3	124,4	103,1	106,4	104,6	99,0	101,9	132,9
Усть-Майский муниципальный район*	20,6	15,6	16,6	17,1	20,3	11,6	8,6	7,4	76,1	106,3	102,8	118,9	56,9	74,6	86,3	36,2
Чурапчинский муниципальный район	17,0	13,3	16,1	16,2	18,5	19,5	20,4	22,0	78,5	121,2	100,4	114,3	105,1	104,7	107,9	129,7
Городской округ «Город Якутск» (включая городской округ «Жатай»)*	60,2	87,3	126,0	176,6	217,7	246,3	295,7	384,4	144,9	144,4	140,2	123,2	113,1	120,1	130,0	638,2
Забайкальский край																
Каларский муниципальный округ	2,6	2,2	2,2	4,7	20,9	9,8	9,1	7,6	81,5	102,2	212,5	447,4	46,7	92,5	84,1	288,0
Акшинский муниципальный округ	11,3	12,4	14,7	14,1	14,7	12,1	10,7	8,8	110,1	118,2	95,7	104,3	82,2	88,4	82,3	77,7
Муниципальный район Балейский район*	56,1	45,6	41,2	38,3	35,6	24,5	20,5	15,9	81,4	90,3	93,0	92,9	68,8	83,6	77,5	28,3
Муниципальный район Карымский район	45,6	43,9	43,5	44,3	44,7	37,9	37,2	33,9	96,4	99,0	101,9	101,0	84,8	98,0	91,1	74,3
Муниципальный район Красночикойский район	35,4	28,8	23,1	22,3	23,1	21,6	19,5	16,5	81,2	80,4	96,5	103,3	93,6	90,2	84,6	46,5
Муниципальный район Кыринский район	26,5	28,1	26,8	21,0	19,6	16,0	13,7	10,6	106,1	95,3	78,1	93,5	81,7	85,2	77,9	40,1
Муниципальный район Нерчинский район	35,5	29,2	31,5	34,1	33,8	30,7	28,5	27,1	82,1	107,9	108,3	98,9	90,9	92,7	95,1	76,2
Муниципальный район Тунгиро-Олекминский район	2,2	2,3	1,5	1,7	1,9	1,6	1,4	1,1	104,4	64,7	109,7	115,1	86,5	87,2	80,1	51,5
Тунгочоженский муниципальный район	4,2	5,8	6,7	17,6	19,4	14,2	12,7	10,0	137,5	116,2	263,0	109,9	73,4	89,3	78,9	238,7
Муниципальный район Улетовский район (городской округ закрытое	23,4	22,5	23,3	23,4	34,7	31,1	31,3	24,8	95,9	103,8	100,5	147,9	89,7	100,6	79,3	106,0

Современное административно-территориальное деление (на 01.01.2023)	Численность населения, тыс. человек								Прирост/убыль, %, к предыдущему периоду (переписи)							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020	1939/ 1959	1959/ 1970	1970/ 1979	1979/ 1989	1989/ 2002	2002/ 2010	2010/ 2020	1939/ 2020
административно-территориальное образование поселок Горный)*																
Чернышевский муниципальный район	53,8	49,4	49,4	47,5	53,8	38,1	35,0	30,1	91,8	100,0	96,3	113,2	70,9	91,8	85,9	55,9
Муниципальный район Чернышевский район	38,6	41,2	56,8	53,8	62,4	62,2	64,6	71,5	106,7	137,9	94,7	115,8	99,8	103,9	110,5	184,9
Муниципальный район Шилкинский район	74,8	72,7	71,7	59,8	58,3	47,5	43,2	36,2	97,2	98,6	83,4	97,4	81,4	91,0	83,9	48,4
Городской округ «Город Чита»	121,1	171,8	241,7	303,0	366,5	317,2	324,9	334,4	141,8	140,7	125,4	120,9	86,5	102,4	102,9	276,1
Камчатский край																
Петропавловск-Камчатский городской округ (включая Вилючинский городской округ)*	43,6	85,6	163,4	225,8	280,7	222,2	202,7	186,7	196,2	190,9	138,2	124,3	79,1	91,2	92,1	428,0
Алеутский муниципальный округ	0,4	0,7	1,1	1,2	1,4	0,8	0,7	0,7	175,6	148,7	117,0	109,4	59,6	83,7	96,7	161,1
Быстринский муниципальный район	0,7	1,6	1,9	2,3	2,9	2,7	2,6	2,5	208,0	119,4	123,0	129,1	90,3	96,2	97,7	334,9
Усть-Камчатский муниципальный район	14,3	23,2	23,5	29,4	28,9	15,1	11,7	9,0	162,9	101,3	125,0	98,2	52,3	77,9	76,5	63,0
Карагинский муниципальный район	5,6	9,3	7,9	8,1	8,8	5,7	4,1	3,4	164,2	85,5	102,8	107,9	64,4	72,1	84,3	60,9
Олоторский муниципальный район	9,0	8,0	10,0	11,0	12,8	7,2	5,0	3,7	89,3	124,2	110,8	116,3	55,9	70,2	73,5	41,2
Пенжинский муниципальный район	4,8	3,4	4,6	4,5	5,3	3,0	2,3	2,1	70,5	135,7	98,4	117,6	56,4	78,3	89,4	43,7
Тигильский муниципальный район (включая Городской округ «Поселок Палана»)*	5,8	6,9	8,5	6,9	12,5	9,3	7,3	6,6	119,5	123,2	81,5	180,4	75,0	78,2	89,7	113,9
Приморский край																
Анучинский муниципальный округ	12,9	19,7	19,6	17,6	18,2	16,0	14,6	12,7	152,4	99,6	89,9	103,3	88,0	91,3	87,1	98,6
Октябрьский муниципальный округ	14,4	31,9	32,8	34,7	40,0	34,4	30,1	23,3	221,7	102,8	106,0	115,1	86,0	87,5	77,7	162,4
Пограничный муниципальный округ	16,4	23,5	23,7	23,5	26,6	25,8	23,5	18,8	142,6	101,0	99,1	113,3	96,8	91,2	79,9	114,1
Ханкайский муниципальный округ	18,4	23,6	28,8	29,5	31,1	28,9	24,7	18,0	128,0	122,4	102,1	105,7	93,0	85,2	73,1	97,9
Хорольский муниципальный округ	17,5	35,0	36,3	37,1	43,6	34,6	30,3	25,4	199,9	103,6	102,3	117,3	79,3	87,6	84,0	145,1
Чугуевский муниципальный округ	15,7	25,5	27,6	29,2	30,9	28,9	24,9	21,9	162,7	108,3	105,5	106,0	93,5	86,2	87,7	139,4
Кировский муниципальный район	18,9	19,6	24,0	25,2	29,5	24,6	21,2	18,2	103,8	122,5	105,0	117,0	83,4	86,3	85,4	96,1

Современное административно-территориальное деление (на 01.01.2023)	Численность населения, тыс. человек								Прирост/убыль, %, к предыдущему периоду (переписи)							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020	1939/1959	1959/1970	1970/1979	1979/1989	1989/2002	2002/2010	2010/2020	1939/2020
Красноармейский муниципальный район	24,4	17,9	19,9	22,5	27,6	20,8	18,5	14,5	73,1	111,5	113,2	122,2	75,6	89,0	78,0	59,2
Михайловский муниципальный район	21,2	28,6	33,0	37,6	44,2	37,5	34,4	29,3	135,4	115,2	114,1	117,3	85,0	91,7	85,1	138,5
Надеждинский муниципальный район	17,6	37,2	35,1	36,8	43,0	40,2	39,2	39,4	211,8	94,3	104,8	116,8	93,5	97,4	100,5	223,8
Партизанский муниципальный район	28,2	24,7	25,6	27,3	29,5	31,7	30,2	29,8	87,7	103,5	106,6	107,9	107,5	95,5	98,5	105,6
Спасский муниципальный район (включая городской округ Спасск-Дальний)*	50,4	73,4	78,2	83,9	92,7	81,3	74,6	56,4	145,7	106,6	107,3	110,5	87,6	91,9	75,5	111,9
Хасанский муниципальный округ*	23,5	26,4	29,4	35,7	43,7	37,5	35,5	25,4	112,5	111,2	121,5	122,4	85,7	94,9	71,4	108,1
Черниговский муниципальный район	23,8	31,5	41,3	41,9	45,8	39,6	36,2	26,9	132,5	131,2	101,3	109,3	86,4	91,6	74,1	113,0
Шкотовский муниципальный район (включая городской округ Фокино и городской округ Большой Камень) *	47,0	58,4	82,2	91,3	111,5	101,4	97,2	92,4	124,1	140,9	111,1	122,1	90,9	95,9	95,1	196,5
Яковлевский муниципальный район	25,1	23,3	23,8	21,2	21,5	18,4	16,0	12,5	92,6	102,1	89,2	101,3	85,7	87,2	78,1	49,8
Владивостокский городской округ	206,4	299,4	449,9	558,5	660,1	620,7	616,8	634,8	145,0	150,3	124,1	118,2	94,0	99,4	102,9	307,5
Артемовский городской округ	34,9	90,7	106,1	118,0	112,8	111,0	112,1	118,8	259,6	117,0	111,2	95,6	98,3	101,0	106,1	340,3
Лесозаводский городской округ*	33,8	41,6	44,2	49,3	56,6	52,2	45,2	40,9	123,0	106,2	111,5	114,9	92,2	86,5	90,4	120,7
Партизанский городской округ	38,1	64,1	62,8	59,4	61,3	53,1	46,7	40,3	168,2	98,1	94,5	103,3	86,5	88,1	86,2	105,8
Уссурийский городской округ*	99,8	132,9	154,6	173,8	187,2	184,5	184,0	205,9	133,2	116,3	112,4	107,7	98,6	99,7	111,9	206,3
Хабаровский край																
Аяно-Майский муниципальный район	4,7	4,8	3,4	3,9	4,8	3,3	2,3	1,9	101,0	71,4	113,1	124,7	68,1	70,1	83,0	40,3
Верхнебуреинский муниципальный район	8,4	25,5	38,7	45,9	59,7	33,3	27,5	25,2	302,8	151,5	118,7	130,1	55,7	82,6	91,7	298,7
Им. Лазо муниципальный район	42,5	61,9	63,8	60,3	64,8	52,6	46,2	38,8	145,6	103,1	94,4	107,5	81,1	87,9	84,1	91,3
Охотский муниципальный район	11,3	28,4	22,1	18,6	19,2	12,0	8,2	6,1	250,8	77,9	84,1	103,2	62,6	68,2	74,5	54,0
Тугуро-Чумиканский муниципальный район	2,9	3,3	3,3	3,2	3,6	2,9	2,3	1,8	115,7	99,5	97,6	111,7	79,2	78,8	81,6	64,0

Современное административно-территориальное деление (на 01.01.2023)	Численность населения, тыс. человек								Прирост/убыль, %, к предыдущему периоду (переписи)							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020	1939/1959	1959/1970	1970/1979	1979/1989	1989/2002	2002/2010	2010/2020	1939/2020
Хабаровский муниципальный район*	29,2	32,7	46,7	61,7	85,2	90,2	85,4	82,1	112,1	142,6	132,1	138,1	105,8	94,7	96,1	281,0
Городской округ «город Хабаровск»	199,2	322,7	436,0	527,8	600,6	583,1	577,4	617,4	162,0	135,1	121,1	113,8	97,1	99,0	106,9	310,0
Городской округ «Город Комсомольск-на-Амуре»	82,2	185,0	220,8	264,0	315,3	281,0	263,9	238,5	225,0	119,4	119,6	119,5	89,1	93,9	90,4	290,1
Амурская область																
Завитинский муниципальный округ	19,9	22,2	26,8	25,3	29,6	20,2	16,0	12,3	111,3	120,7	94,5	117,1	68,2	79,1	77,2	61,8
Ивановский муниципальный округ	19,2	22,1	27,9	30,0	32,5	29,5	26,5	21,3	115,0	126,0	107,6	108,3	90,8	89,9	80,5	110,9
Архаринский муниципальный район	22,3	24,1	26,1	25,8	27,5	21,1	17,2	13,2	108,0	108,1	98,9	106,8	76,5	81,6	76,8	59,1
Благовещенский муниципальный округ	8,3	9,7	13,2	15,7	18,2	18,7	19,6	34,1	116,4	135,6	118,9	116,2	102,6	105,2	173,6	408,7
Магдагачинский муниципальный район	48,3	40,8	39,2	34,2	33,7	26,4	22,7	17,5	84,3	96,0	87,3	98,5	78,5	85,8	77,1	36,2
Михайловский муниципальный район	12,7	20,1	21,9	20,9	21,1	17,1	14,9	12,9	158,6	108,9	95,5	101,1	80,9	86,9	87,0	102,0
Городской округ «город Свободный»	44,0	56,9	63,7	75,4	80,5	64,3	58,8	48,5	129,3	111,8	118,4	106,7	79,9	91,5	82,5	110,2
Селемджинский муниципальный район	14,4	13,8	11,9	13,0	20,6	11,8	11,6	7,7	95,6	86,7	108,7	159,2	57,2	98,6	65,8	53,2
Серышевский муниципальный округ	26,3	31,9	32,3	33,6	36,0	29,4	25,7	21,6	121,1	101,5	104,0	107,0	81,8	87,4	84,1	82,2
Сковородинский муниципальный округ	60,6	50,6	44,8	47,9	43,0	34,3	29,6	21,2	83,4	88,6	106,9	89,8	79,7	86,3	71,8	35,0
Городской округ «Город Благовещенск»	58,8	96,7	131,1	175,3	208,9	222,6	219,8	247,0	164,5	135,6	133,7	119,1	106,6	98,8	112,3	420,1
Магаданская область																
Городской округ «Город Магадан»	27,3	66,0	92,1	131,9	163,6	106,4	102,7	96,4	241,6	139,6	143,2	124,0	65,0	96,5	93,9	352,8
Ольский муниципальный округ	21,9	10,9	15,7	18,8	22,5	12,5	10,5	8,6	49,7	144,3	119,7	119,4	55,5	84,3	81,9	39,3
Сахалинская область																
Ногликский городской округ	4,4	8,6	9,5	12,9	16,8	13,6	12,1	12,2	194,2	110,5	135,4	130,2	80,9	89,3	100,8	275,5
Еврейская автономная область																

Современное административно-территориальное деление (на 01.01.2023)	Численность населения, тыс. человек								Прирост/убыль, %, к предыдущему периоду (переписи)							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020	1939/1959	1959/1970	1970/1979	1979/1989	1989/2002	2002/2010	2010/2020	1939/2020
Биробиджанский муниципальный район (включая городской округ «Город Биробиджан») *	34,1	49,3	65,4	81,2	99,1	90,3	87,3	80,4	144,8	132,5	124,2	122,0	91,1	96,7	92,0	235,9
Ленинский муниципальный район	37,5	16,3	22,5	24,2	28,5	22,8	20,7	15,8	43,4	138,5	107,6	117,5	80,3	90,5	76,6	42,2
Облученский муниципальный район	10,3	59,4	45,8	44,3	43,1	36,5	29,0	24,0	576,4	77,1	96,6	97,3	84,8	79,5	82,6	232,7
Октябрьский муниципальный район	19,9	9,5	11,2	12,4	15,6	13,1	11,4	7,8	47,6	118,6	110,2	125,9	83,9	86,7	69,1	39,4
Смидовичский муниципальный район	7,2	28,3	27,5	28,1	29,7	28,2	28,2	22,4	396,2	96,9	102,4	105,7	94,9	99,9	79,5	313,2
Чукотский автономный округ																
Билибинский муниципальный район	1,7	3,6	20,7	24,8	27,8	8,8	7,9	7,4	218,3	570,8	119,3	112,5	31,7	89,2	94,3	445,5
Городской округ Певек	2,7	10,5	23,0	28,3	32,2	7,0	5,1	4,8	390,6	219,4	123,5	113,5	21,6	73,9	92,8	178,3
Анадырский муниципальный район (включая Городской округ Анадырь)*	10,4	14,3	28,0	40,6	49,4	22,2	23,0	21,8	137,6	195,0	145,4	121,7	44,9	103,4	94,8	208,9

* – Административно-территориальное деление территории происходило в пределах фиксированных границ.

Рост 105,1 и более

Стагнация 95,0-105,0

Убыль 94,9 и менее



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Основные алгоритмы программной реализации компонентов внешней среды в системе имитационного моделирования AnyLogic

1. Алгоритм установки стартового распределения населения по уровням образования

```
/**
 * Настройка уровней образования при старте расчета
 */

boolean
setupEducation( ) {

if (main.isOpt) { // если калибровка- не считаем образование
    return true;
}
int yearStart = main.yStart;
double[] lvls2 = {3, 4, -1};
double[] probs2 = new double[3];
if (parent != null) {
    probs2[0] = parent.getParam("edlv1.2_3.coeff");
    probs2[1] = parent.getParam("edlv1.2_4.coeff");
}
probs2[2] = 1. - probs2[0] - probs2[1];
cd2 = new CustomDistribution(lvls2, probs2,
CUSTOM_DISTRIBUTION_INTERPOLATION_NONE, this);
double[] lvls3 = {4, 5, -1};
double[] probs3 = new double[3];
if (parent != null) {
    probs3[0] = parent.getParam("edlv1.3_4.coeff");
    probs3[1] = parent.getParam("edlv1.3_5.coeff");
}
probs3[2] = 1. - probs3[0] - probs3[1];

cd3 = new CustomDistribution(lvls3, probs3,
CUSTOM_DISTRIBUTION_INTERPOLATION_NONE, this);

// Распределяем образование мужчин
// -----
for (Person man : mPeople) {
    if (man.getHHold() == null) {
        continue;
    }
    int isItTown = man.getHHold().getIsTown();
    CustomDistribution cd = parent.educationM[isItTown][man.age];
    int edLevel = Person.EDC.ABSENT.value();
    if (cd != null) {
        edLevel = cd.getInt();
    }
}
}
```

```

    }
    man.setupEDC(this, edLevel, yearStart, cd2, cd3);
    distEducationM[edLevel]++;
}
// -----

// Распределяем образование женщин
// -----

for (Person woman : fPeople) {
    if (woman.getHHold() == null) {
        continue;
    }
    int isItTown = woman.getHHold().getIsTown();
    CustomDistribution cd =
parent.educationF[isItTown][woman.age][limitMax(woman.numChilds(), MAXCHILDS)];
    int edLevel = Person.EDC.ABSENT.value();
    if (cd != null) {
        edLevel = cd.getInt();
    }
    woman.setupEDC(this, edLevel, yearStart, cd2, cd3);
    distEducationF[edLevel]++;
}
return true;
}

```

2. Алгоритм пересчёта уровней образования на шаге моделирования

```

/**
 * Перерасчет образования в цикле
 */

boolean
calcEducation( ) {

// Обнуляем статистику по образованию
this.eduStudentsStat = new int[2][2][9][9];
this.eduGradStat = new int[2][2][9][9];

if (main.isOpt == true) { // если калибровка- не считаем образование
    return true;
}
int yy = getYear();
// cd2, cd3 реализованы как переменные в классе TRegion
for (int i = 0; i < Person.EDCLEVELS; i++) {
    distEducationF[i] = 0;
    distEducationM[i] = 0;
}

for (Person man : mPeople) {
    int isTown = 0;
    if (man.getHHold() != null)
        isTown = man.getHHold().getIsTown();
}

```

```

else {
    main.logger.warning(" Ошибка задания домохозяйства @ calcEducation " + man);
}
// статистика по учащимся данного года
Integer nextDegree = man.getNextDegree();
Integer currDegree = man.getCurrDegree();
if (nextDegree == null || currDegree == null) {
    main.logger.warning(" Ошибка задания уровня образования " + man + " " +
nextDegree + " " + currDegree);
} else {
    int newDegree = nextDegree;
    int oldDegree = currDegree;

    if (newDegree != -1) {
        if (man.getNextUpgradeYear() != yy) {
            eduStudentsStat[isTown][1][oldDegree][newDegree]++;
        } else {
            eduGradStat[isTown][1][oldDegree][newDegree]++;
            man.recalcEDC(this, newDegree, yy, cd2, cd3);
            distEducationM[newDegree]++;
        }
    } else {
        distEducationM[oldDegree]++;
    }
}
}

} // for man

for (Person woman : fPeople) {
    int isTown = 0;
    if (woman.getHHold() != null)
        isTown = woman.getHHold().getIsTown();
    else {
        main.logger.warning(" Ошибка задания домохозяйства @ calcEducation " +
woman);
    }
    // статистика по учащимся данного года
    Integer nextDegree = woman.getNextDegree();
    Integer currDegree = woman.getCurrDegree();
    if (nextDegree == null || currDegree == null) {
        main.logger.warning(" Ошибка задания уровня образования " + woman + " " +
nextDegree + " " + currDegree);
    } else {
        int newDegree = nextDegree;
        int oldDegree = currDegree;

        if (newDegree != -1) {
            if (woman.getNextUpgradeYear() != yy) {
                eduStudentsStat[isTown][0][oldDegree][newDegree]++;
            } else {
                eduGradStat[isTown][0][oldDegree][newDegree]++;
            }
        }
    }
}

```

```

        woman.recalcEDC(this, newDegree, yy, cd2, cd3);
        distEducationF[newDegree]++;
    }
} else {
    distEducationF[oldDegree]++;
}
}
}

return true;
}

```

3. Алгоритм имитации изменений рынка труда на шаге моделирования

```

boolean
calcLabour( ) {

boolean isOk = true;
main.logger.infoTimer(green, "..... Труд. Начало расчета");
int yy = main.getYear(); // текущий год

// Отладка
totalCut = 0;
totalJobCreated = 0;
testLabour();

try {

    // Обнуляем статистику
    jobCreatedStat = 0;
    vacStat = 0;

    // Очищаем коллекции людей в поиске работы и доступных вакансий
    inActiveJobSearch.clear();
    inJobSearch.clear();
    inEmploymentService.clear();
    jobOffer.clear();
    empServiceOffer.clear();

    // Рассчитываем изменения в социальной категории и трудовом статусе людей
    // Мужчины -----
    for (Person man : mPeople) {
        if (man.age < MINBIRTHAGE)
            continue;
        isOk &= calcSocialCategory(man);
    }

    // Женщины -----
    for (Person woman : fPeople) {
        if (woman.age < MINBIRTHAGE)
            continue;
        isOk &= calcSocialCategory(woman);
    }
}
}

```

```

// Сокращения и создание новых рабочих мест + индексация з/п в предприятиях
региона
// Добавление вакансий в jobOffer и empServiceOffer
for (Employer firm : employers) {
    int totalWP = firm.getWorkPlaces() + firm.getVacantWorkPlaces();
    isOk &= createJobCuts(firm, totalWP);
    isOk &= createNewJobs(firm, totalWP);

    // Индексируем, если не стартовый год
    if (yy != main.yStart) {
        isOk &= createIndexation(firm);
    }

    ArrayList<Job> allVac = firm.getVacancies();
    ArrayList<Job> jobVac = new ArrayList<Job>();
    ArrayList<Job> empServiceVac = new ArrayList<Job>();

    if (main.debugFlags.contains(DebugFlag.LABOUR)) {
        long alreadyOccupied = allVac.stream().filter(f -> f.isOccupied()).count();
        main.logger.infoTimer(green, "..... Труд. Employer: " +
firm.getEconomicActivityName()
        + " Всего вакансий: " + allVac.size()
        + " Уже занятых вакансий: " + alreadyOccupied);
        if (alreadyOccupied > 0) throw new RuntimeException("Есть
занятые вакансии на первом шаге");
    }

    // Число вакансий для службы занятости
    int numEmpService = (int) (main.paramEmpServiceVac * allVac.size());

    // Вакансии для службы занятости
    for (int i = 0; i < numEmpService; i++) {
        empServiceVac.add(allVac.get(i));
    }

    // Вакансии для обычного поиска работы
    for (int i = numEmpService; i < allVac.size(); i++) {
        jobVac.add(allVac.get(i));
    }

    empServiceOffer.addAll(empServiceVac); // Добавляем вакансии для службы
занятости
    jobOffer.addAll(jobVac); // Добавляем вакансии общие
}

// Отладка
main.logger.infoTimer(green, "..... Труд. Сокращений: " + totalCut);
main.logger.infoTimer(green, "..... Труд. Новых раб. мест: " + totalJobCreated);

// Сортируем вакансии по возрастанию

```

```

        Collections.sort(empServiceOffer);
        Collections.sort(jobOffer);

    } catch (Exception e) {
        main.logger.warning("Ошибка при расчёте труда в регионе " + this.name + " " +
e.getLocalizedMessage());
        isOk = false;
    }

return isOk;
}

```

4. Алгоритм установки стартовых значений по типам доходов

```

/**
 * Загрузка данных по среднему доходу в зависимости от типа дохода
 *
 */
private void calculateTypeOfIncome() {
    for (int yearIndex = yearsWithData; yearIndex < yearsWithData +
yearsWithNoData; yearIndex++) {
        for (int type = 1; type <= INCOME_TYPE_AMOUNT; type++) {
            double indexingValue = 0;
            switch (type) {
                case 2:
                    indexingValue = indexing1;
                    break;

                case 4:
                case 5:
                case 6:
                    indexingValue = indexing2;
                    break;

                default:
                    indexingValue = indexing0;
            }

            averageIncomeByType[yearIndex][type - 1] =
averageIncomeByType[yearIndex - 1][type - 1] * indexingValue;
        }
    }

}

/**
 * Загрузка данных по индексации
 *
 */
private void loadIndexingAndCalculateAvgIndex() { //TODO с текущей формулой
расчета индексов получается 0.1 индекс примерно, и идет на уменьшение
    List<Tuple> indexingList =
root.selectFrom(indexing).where(indexing.region.eq(this.region.parent.name).and(indexing.yyear.g
oe(root.yStart))).list();
}

```

```

List<Double> indexes0 = new ArrayList<>();
List<Double> indexes1 = new ArrayList<>();
List<Double> indexes2 = new ArrayList<>();

for (Tuple tup : indexingList) {
    double cpi = tup.get(indexing.cpi);

    indexes0.add(tup.get(indexing.indexing0) * cpi / 100000);
    indexes1.add(tup.get(indexing.indexing1) * cpi / 100000);
    indexes2.add(tup.get(indexing.indexing2) * cpi / 100000);
}

indexing0 = indexes0.stream().mapToDouble(m -> m).average().getAsDouble();
indexing1 = indexes1.stream().mapToDouble(m -> m).average().getAsDouble();
indexing2 = indexes2.stream().mapToDouble(m -> m).average().getAsDouble();
}

/**
 * Загрузка данных по планированию темпов роста доходов
 *
 */
private void loadPlanningAndCalculateTypeOfIncome() {
    List<Tuple> planningList =
root.selectFrom(planning).where(planning.region.eq(this.region.parent.name)).orderBy(planning.yyear1.asc(), planning.type_of_income.asc()).list();

    //incomeGrowthPlans = new ArrayList<>();

    for (Tuple tup : planningList) {
        int typeOfIncome = tup.get(planning.type_of_income);
        int yearStart = tup.get(planning.yyear1);
        int yearEnd = tup.get(planning.yyear2);
        double rateOfGrowth = tup.get(planning.rate_of_growth);

        int yearsToCalculate = yearEnd - yearStart + 1;
        int limitYears = min(yearsToCalculate, yearsWithNoData);

        for (int i = yearsWithData; i < yearsWithData + limitYears; i++) {
            averageIncomeByType[i][typeOfIncome - 1] =
averageIncomeByType[i - 1][typeOfIncome - 1] * rateOfGrowth;
        }
    }
}

private void loadLocalityPay() {
    List<Tuple> localityPayList =
root.selectFrom(locality_pay).where(locality_pay.district.eq(this.region.name)).list();
    Tuple tuple = localityPayList.get(0);

    realLP = tuple.get(locality_pay.real_lp);
    modelLP = tuple.get(locality_pay.model_lp);
}

```

```

private void loadPovertyLevel() {
    List<Tuple> povertyLevelList =
root.selectFrom(poverty_level).where(poverty_level.region.eq(this.region.parent.name).and(poverty
_level.yyear.eq(root.yStart))).list();
    Tuple tuple = povertyLevelList.get(0);

    povertyLevel0 = tuple.get(poverty_level.poverty_level0);
    povertyLevel1 = tuple.get(poverty_level.poverty_level1);
    povertyLevel2 = tuple.get(poverty_level.poverty_level2);
    povertyLevel3 = tuple.get(poverty_level.poverty_level3);
}

```

5. Алгоритм формирования доходов агентов на шаге моделирования

```

/**
 * Расчет доходов на шаге
 *
 * @param persons - коллекция агентов-жителей
 * @return
 */
private boolean calculateIncome(List<Person> persons) {
    int multiplier = 12; //Множитель на кол-во месяцев в году
    int yearIndex = root.getYear() - root.yStart;

    for (Person person : persons) {
        //Обнуляем доходы
        person.setTotalIncomeThisYear(0.0);

        //Связанные с трудовым статусом
        if (person.getLabStat() == LABSTAT.EMPLOYED.value() ) {
            if (person.isWageEarner()) { // 2. Заработная плата
                double salary = person.getLastJobSalary() * multiplier;
                person.addTotalIncomeThisYear(salary);
            } else { //1. Доходы от предпринимательской деятельности
                if (person.getJobGroup() == 1) {
                    double k = root.triangular(0.1, 10, 1);
                    double incomeFromBusinessActivity =
averageIncomeByType[yearIndex][person.getJobGroup() - 1] * k * multiplier;

                    person.addTotalIncomeThisYear(incomeFromBusinessActivity);
                }

                double salary = person.getLastJobSalary() * multiplier;
                person.addTotalIncomeThisYear(salary);
            }
        } else if (person.getLabStat() == LABSTAT.UNEMPLOYED.value() ) { //3.
Пособие по безработице
            double unemployedIncome = averageIncomeByType[yearIndex][2] *
multiplier;
            person.addTotalIncomeThisYear(unemployedIncome);
        }
    }
}

```

```

//Связанные с социальным статусом
if (person.getSocialCat() == SOCCAT.DISABLED.value()) { //4. Пенсии по
инвалидности //TODO никогда не назначается в модели
    double disabledIncome = averageIncomeByType[yearIndex][3] *
multiplier;

    person.addTotalIncomeThisYear(disabledIncome);
} else if (person.getSocialCat() == SOCCAT.PENSIONER.value()) { // 5.
Пенсии по старости и выслуге лет
    double disabledIncome = averageIncomeByType[yearIndex][4] *
multiplier;

    person.addTotalIncomeThisYear(disabledIncome);
} else if (person.getSocialCat() == SOCCAT.STUDENT.value()) { // 7-8.
Стипендия
    switch (person.getCurrDegree()) {
    case 3:
    case 4:
        double spoIncome = averageIncomeByType[yearIndex][6] *
multiplier;

        person.addTotalIncomeThisYear(spoIncome);
        break;
    case 5:
    case 6:
        double vpoIncome = averageIncomeByType[yearIndex][7] *
multiplier;

        person.addTotalIncomeThisYear(vpoIncome);
        break;
    }
}

//Связанные с детьми
if (person.hasChildren()) {
    if (!person.sex && person.isWidow()) { // 6. Пенсия по случаю
потери кормильца
        double disabledIncome =
averageIncomeByType[yearIndex][5] * multiplier;

        person.addTotalIncomeThisYear(disabledIncome);

    }

    if (person.myChilds.stream().anyMatch(a -> a.age == 0)) { // 9.
Единовременное пособие при рождении ребенка
        double oneTimeChildIncome =
averageIncomeByType[yearIndex][8] * multiplier;
        person.addTotalIncomeThisYear(oneTimeChildIncome);
    }
}

```

```

        if (!person.hasMaternalGovCapital()) { // 12.
Государственный сертификат на материнский (семейный) капитал
            double maternalGovCapital =
averageIncomeByType[yearIndex][11] * multiplier;
            person.addTotalIncomeThisYear(maternalGovCapital);

            person.setHasMaternalGovCapital(true);
        }
        if (!person.hasMaternalRegionCapital()) { // 13.
Региональный материнский капитал
            double maternalRegionalCapital =
averageIncomeByType[yearIndex][12] * multiplier;

            person.addTotalIncomeThisYear(maternalRegionalCapital);

            person.setHasMaternalRegionCapital(true);

        }
    } else if (person.myChilds.size() == 1 && person.myChilds.get(0).age
<= HIGHEST_BABY_AGE_FOR_STIPEND) { // 10. Ежемесячное пособие по уходу за
первым ребенком до достижения им возраста полутора лет
        if (person.myChilds.get(0).age ==
HIGHEST_BABY_AGE_FOR_STIPEND) multiplier = 6;

        double oneTimeChildIncome =
averageIncomeByType[yearIndex][8] * multiplier;
        person.addTotalIncomeThisYear(oneTimeChildIncome);

    } else if (person.myChilds.stream().mapToInt(m ->
m.age).min().getAsInt() <= HIGHEST_BABY_AGE_FOR_STIPEND) { // 11. Ежемесячное
пособие по уходу за вторым и последующими детьми до достижения ими возраста полутора
лет
        if (person.myChilds.get(0).age ==
HIGHEST_BABY_AGE_FOR_STIPEND) multiplier = 6;

        double oneTimeChildIncome =
averageIncomeByType[yearIndex][9] * multiplier;
        person.addTotalIncomeThisYear(oneTimeChildIncome);

    }
}

//Обновим тк могли быть выплаты пособия по 6 месяцев
multiplier = 12;

//Прочие доходы
if (root.randomTrue(probabilityToHaveOtherIncome)) { //15. Иные доходы
    person.addTotalIncomeThisYear(otherIncomeAmount);
}

```

```

//Расчет социальной помощи
//Подсчитываем средний доход
double totalIncome = 0;
int familySize = 1;

if (person.spouse != null && person.spouse.getLabStat() ==
LABSTAT.EMPLOYED.value()) {
    totalIncome += person.spouse.getLastJobSalary();
    familySize++;
}

if (person.getLabStat() == LABSTAT.EMPLOYED.value()) {
    totalIncome += person.getLastJobSalary();
}

familySize += person.numChilds();
totalIncome /= familySize;

double povertyLevel = 0;

boolean isPensioner = person.getSocialCat() ==
SOCCAT.PENSIONER.value();
boolean isSpousePensioner = person.spouse == null || (person.spouse != null
&& person.spouse.getSocialCat() == SOCCAT.PENSIONER.value());
boolean isParentsArePensioners = isPensioner && isSpousePensioner;
boolean hasChilds = person.numChilds() != 0;

if (isParentsArePensioners) {
    povertyLevel = povertyLevel2;
} else if (!hasChilds) {
    povertyLevel = povertyLevel1;
} else {
    povertyLevel += povertyLevel3 * person.numChilds()
        + (isPensioner ? povertyLevel1 : povertyLevel2)
        + (isSpousePensioner ? povertyLevel1 : person.spouse
== null ? 0 : povertyLevel2);
    povertyLevel /= familySize;
}

if (totalIncome < povertyLevel) { // 14. Социальная помощь малоимущим
double povertyIncome = averageIncomeByType[yearIndex][13] *
multiplier;

    person.addTotalIncomeThisYear(povertyIncome);
}
}

return true;
}

```