

КАЧЕСТВО НАСЕЛЕНИЯ

DOI: 10.26653/1561-7785-2018-21-2-06

ИМИТАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСЕЛЕНИЯ В АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА¹

Чекмарева Е. А.

Вологодский научный центр РАН
(160014, Россия, г. Вологда, ул. Горького, 56а)

E-mail: miteneva@inbox.ru

Аннотация. В статье предлагается процедура имитации формирования качественных характеристик населения с использованием агент-ориентированного моделирования. Новизна и оригинальность авторского подхода заключается в использовании концепции качественных характеристик населения и наполнении модели реальными социологическими данными мониторинга качества трудового потенциала населения Вологодской области. В состав качества трудового потенциала включаются восемь компонентов: физическое и психическое здоровье, когнитивный потенциал, творческие способности, коммуникабельность, культурный и нравственный уровни, потребность в достижении. Все перечисленные качественные характеристики измеряются на основе социологического мониторинга и получают численную оценку в виде индексов в интервале от нуля до единицы. Индексы рассчитываются как отношение фактического числа баллов, набранных респондентом по блоку вопросов, к максимально возможному. Считается, что поведение индивида относительно каждого из качеств может быть деструктивным, нейтральным или конструктивным. При деструктивном поведении агента-человека индекс качества снижается. Конструктивное поведение подразумевает, что действия агента способствуют развитию его потенциала. При нейтральном поведении индекс остается неизменным. Управляемыми параметрами модели считаются коэффициенты перехода из одного состояния в другое. Поведение агентов имитируется в системе имитационного моделирования AnyLogic и представлено наглядными диаграммами состояний. Развитие качественных характеристик населения реализовано в виде переходов от состояния, сопровождающегося деструктивным поведением, к нейтральному и конструктивному или наоборот. Применение предложенного подхода к имитации формирования качественных характеристик населения позволяет предвидеть вероятные изменения качества трудового потенциала и апробировать различные варианты управленческих воздействий, подбирая оптимальные.

Ключевые слова: трудовой потенциал, качество населения, агент-ориентированное моделирование.

© Чекмарева Е.А. [текст], 2018.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-36-60011 мол_а_дк

Формирование качественных характеристик населения является одним из наиболее сложных и дискуссионных аспектов воспроизводства трудового потенциала. Относительно слабая изученность механизмов зарождения и развития человеческих способностей, а также сложность измерения качества наряду с отсутствием единой общепризнанной методики оценки существенно затрудняют как анализ, так и прогнозирование качества населения. В условиях сокращения населения трудоспособного возраста неминуемо повышается роль его качества, и если крупные города России пока еще не ощутили всей остроты проблемы, то многие сельские территории стремительно «вымирают». Для примера: в Вологодской области за период с 2000 г. по 2016 г. из 26 муниципальных районов 17 потеряли более четверти населения в трудоспособном возрасте, в частности, в известном на всю страну Великоустюгском районе — «Родине Деда Мороза» — убыль составила 27%, в Белозерском — 38%, в Вашкинском — 45%. Кроме того, как показывают измерения Вологодского научного центра РАН, качество трудового потенциала в районах области стабильно ниже, чем в городах [1], что практически не совместимо с устойчивым развитием сельских территорий. Обозначенные проблемы свидетельствуют о неэффективности существующей системы управления человеческими ресурсами и необходимости ее совершенствования.

Эффективное управление воспроизводством трудового потенциала территорий требует оперативной и объективной информации о совре-

менном состоянии и тенденциях развития населения, как в количественном, так и в качественном отношении. Прогнозы Росстата касаются только численности и возрастной структуры населения и не отражают перспективы изменения его качественного состава. Недостаток информации о настоящем и будущем качестве населения не позволяет вовремя предвидеть проблемы и скорректировать планы социально-демографического развития территорий, разработать и принять адекватные меры.

Указанные противоречия между потребностями практики в современном инструменте анализа и прогнозирования качественных характеристик населения, позволяющем апробировать управленческие воздействия [2], и неразвитостью программно-методологического обеспечения предопределили актуальность разработки процедуры имитации формирования качественных характеристик населения с использованием агент-ориентированного подхода.

Следует сказать, что агент-ориентированные модели, представляющие собой «специальный класс моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов и создаваемых для компьютерных симуляций» [3. С. 24], нашли широкое применение в исследовании и прогнозировании демографических процессов как в России [4], так и за рубежом [5]. Востребованность агент-ориентированных моделей объясняется тем фактом, что демографические процессы и явления во многом определяются индивидуальным выбором отдельных людей, их репродуктивными установками и поведением. Разра-

ботчик агент-ориентированной демографической модели рассматривает население не целиком, как это привычно видеть в моделях системной динамики, а на высоком уровне детализации, осуществляя имитацию поведения множества отдельных агентов-людей. Как подчеркивает академик В.Л. Макаров, «в агент-ориентированной модели могут создаваться целые популяции агентов одного типа, различающихся при этом конкретными значениями индивидуальных характеристик» [6. С. 3]. Например, создавая популяцию агентов-людей, разработчик конструирует своеобразное искусственное общество, каждый член которого — отдельный агент-человек — отличается от других, а поведение системы, т.е. населения в целом, является интегральным результатом поведения множества индивидуальных агентов. Данный подход имитационного моделирования заключается в построении системы «снизу-вверх» (или, как говорят за рубежом, «bottom up»), что делает агент-ориентированные модели максимально приближенными к реальности.

Наряду с широким распространением агент-ориентированного моделирования для имитации демографической динамики, важно заметить, что известные нам современные модели, если и затрагивают проблему развития качественных характеристик населения, то, во-первых, чаще всего делают это с позиции имеющих у агентов навыков (*skill*) и не рассматривают весь комплекс качеств и способностей индивида, а во-вторых, используют не реальные, а условные данные. Например, в масштабной агент-ориентированной мо-

дели европейской экономики EURACE [7] присутствуют специальные и общие навыки, уровень развития которых измеряется по условной 5-тибалльной шкале.

Новизна и оригинальность предлагаемого нами подхода заключается в использовании концепции качественных характеристик населения и наполнении модели реальными социологическими данными уникального мониторинга качества трудового потенциала населения Вологодской области [8], что позволит в перспективе сделать модель ориентированной на практику.

Данное исследование является частью научно-исследовательского проекта, посвященного разработке агент-ориентированной модели воспроизводства трудового потенциала на муниципальном уровне. Модель предназначена комплексно отразить процесс воспроизводства, включая фазы формирования, распределения и использования трудового потенциала, позволит осуществлять апробацию управленческих воздействий и содержит три типа агентов: агенты-люди (носители трудового потенциала), агенты-фирмы (работодатели) и агенты-органы власти [9].

В данной статье представлена процедура имитации формирования и развития качества трудового потенциала. Иные аспекты воспроизводства не рассматриваются.

Статья носит методологический характер и призвана, прежде всего, представить авторскую методику, а также результаты ее первичной апробации, которые пока во многом условны в силу особенностей исходной информации и будут откорректированы на следующем этапе исследова-

дования по итогам углубленного социологического опроса.

Теоретико-методологическая и информационная база исследования

Понятие «трудовой потенциал территории» определяется как «обобщающая характеристика меры и качества совокупности способностей к труду» [10. С. 14], оцениваемая в количественном отношении численностью населения в трудоспособном возрасте, а в качественном — уровнем развития качественных характеристик населения трудоспособного возраста.

В состав качества трудового потенциала включаются восемь компонентов: физическое и психическое здоровье, когнитивный потенциал, творческие способности, коммуникабельность, культурный и нравственный уровни, потребность в достижении. Такая структура соответствует концепции качественных характеристик населения [11]. Согласно данной концепции качество трудового потенциала имеет иерархическое строение. Основные этапы (шаги) методики оценки качества трудового потенциала, основанной на социологических измерениях, представлены на рис. 1.

Для социологической оценки² качества применяются шкалы Лайкер-

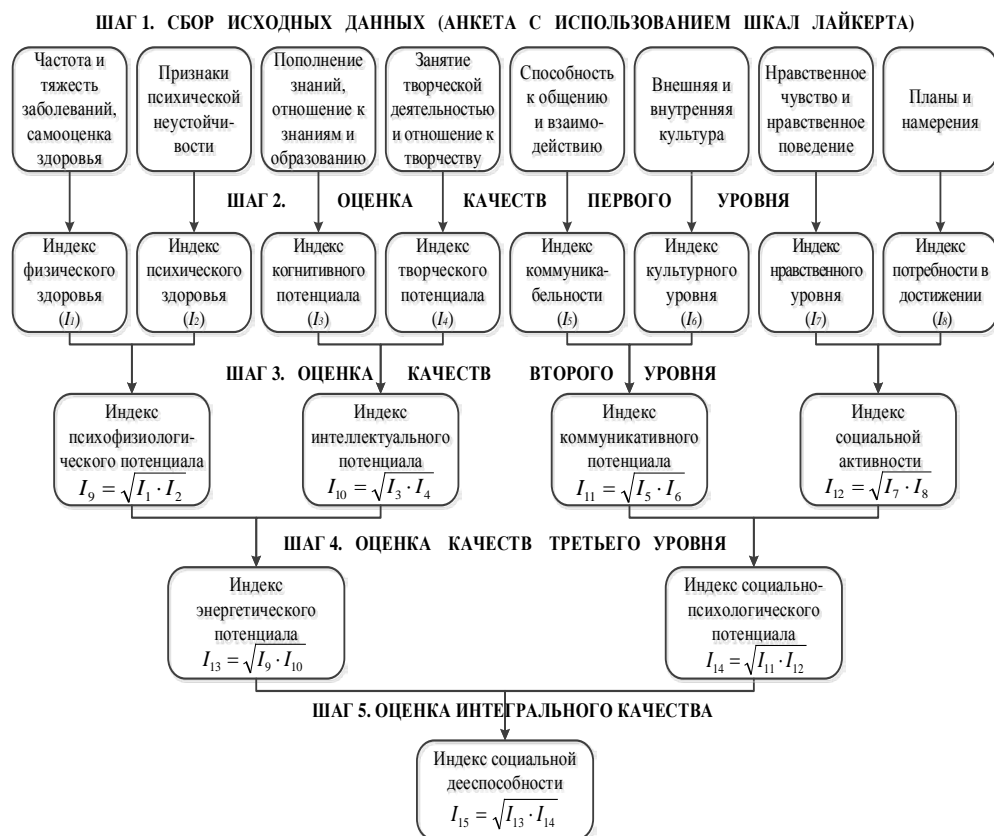
² Объектом исследования является население Вологодской области в трудоспособном возрасте. Опросы проводятся ежегодно в августе–сентябре в Вологде и Череповце и в восьми районах области (Бабаевском, Великоустюгском, Вожегодском, Грязовецком, Кирилловском, Никольском, Тарногском и Шекнинском). Объем выборки — 1500 человек. Метод выборки: районирование с пропорциональным размещением единиц наблюдения. Тип выборки: квотная по полу и возрасту. Величина случайной ошибки выборки: 3-4%

та³. Анкета состоит из блоков «утверждений» с пятибалльными рейтинговыми шкалами оценивания, позволяющими установить степень согласия респондента с предложенными ему утверждениями. Каждому из базовых компонентов трудового потенциала соответствует свой блок вопросов. Этот инструментарий хорошо зарекомендовал себя на протяжении двух десятилетий его использования.

По итогам измерений все восемь качеств получают численную оценку в виде индексов в интервале от нуля до единицы, которые рассчитываются как отношение фактического числа баллов по шкале к максимально возможному. Интерпретируются индексы следующим образом: чем ближе значение индекса к единице, тем лучше развито соответствующее качество у респондента, и наоборот. Индексы качества трудового потенциала верхних уровней иерархии рассчитываются как среднее геометрическое индексов нижних уровней. Интегральный индекс социальной дееспособности — как среднее геометрическое индексов энергетического и социально-психологического потенциалов (рис. 1).

при доверительном интервале 4-5%. Метод опроса — анкетирование по месту жительства респондентов.

³ Шкалы Лайкерта — разновидность опросников установок (аттитюдов). Названы по имени автора — Р. Лайкерта, предложившего их в 1932 г. Шкалы состоят из набора утверждений с пяти- или семизначными рейтинговыми шкалами оценивания, которыми устанавливается степень согласия испытуемого с данным утверждением. Более подробная характеристика шкалы измерения базовых качеств представлена в работе: Ильин, В.А. Качество трудового потенциала населения Вологодской области [Текст] / В.А. Ильин, Н.А. Смирнова, Я.Б. Тимофеева. — Вологда: ВНКЦ ЦЭМИ РАН, 1998. — 76 с.



Источник: составлено автором.

Рис.1. Методика оценки качества трудового потенциала

Fig.1. Methodology for estimation of the quality of labor potential

На основе полученных данных о распределении населения по уровню развития базовых качеств агенты-люди в модели наделяются восемью качественными характеристиками трудового потенциала. Характеристики агентов зависят от их пола и возраста, однако не строго детерминированы данными параметрами, в результате чего агенты одного пола и возраста в модели — не одинаковы. Стартовая половозрастная структура популяции агентов-людей полностью соответствует реальной и при запус-

ке модели загружается из базы данных.

Процедура имитации апробирована на статистических данных по Великоустюгскому муниципальному району. Стартовое количество агентов-людей в модели определялось из расчета 1 : 10. На начало 2015 г. это — 5563 агента. Что касается социологических данных о распределении населения по качеству трудового потенциала, то на текущем промежуточном этапе реализации проекта стартовое состояние системы соот-

ветствует средним показателям по сельским территориям области. Для корректировки стартового состояния в соответствии с реальным качеством трудового потенциала Великоустюгского района осенью 2017 г. было проведено углубленное социологическое исследование по расширенной выборке, что позволит использовать полученные данные для калибровки модели на следующем этапе исследования.

Предлагаемая нами концепция формирования и развития качественных характеристик населения следующая. Агент-человек рождается (появляется в модели) с определенным уровнем развития восьми базовых качеств. В соответствии с современными разработками российских и зарубежных ученых [12-15], считается, что качество детей зависит от качества родителей и их усилий, но не определяется ими однозначно.

Переход в следующий возраст осуществляется методом передвижки возрастов с учетом миграции и смертности. В данном случае передвижка возрастов осуществляется не в ее классическом виде, используемом в моделях системной динамики, а вся популяция агентов данного возраста на каждом шаге модели как бы переходит в следующий возраст (к возрасту агента прибавляется 1 год), а мигрировавшие или умершие за год агенты удаляются из модели.

Считается, что поведение индивида относительно каждого из качеств может быть деструктивным, нейтральным или конструктивным. При деструктивном поведении предполагается, что действия, предпринимаемые агентом-человеком, наносят вред его качеству, в результате

чего индекс качества снижается (формула 1):

$$I(t+1) = I(t) - k(I(t) - I_{min}), \quad (1)$$

где:

$I(t)$ — индекс частного качества трудового потенциала в году t ,

I_{min} — минимально возможное значение индекса,

k — коэффициент, характеризующий скорость сокращения индекса (интенсивность деструктивного поведения).

Конструктивное поведение подразумевает, что действия агента способствуют развитию его потенциала, при этом индекс качества возрастает (формула 2):

$$I(t+1) = I(t) + k(I_{max} - I(t)), \quad (2)$$

где:

I_{max} — максимально возможное значение индекса (в нашем случае — единица),

k — коэффициент, характеризующий скорость роста индекса (интенсивность конструктивного поведения).

На данном этапе реализации модели коэффициент k , отражающий интенсивность конструктивного/деструктивного поведения индивида, полагается постоянным и считается некоторой стабильной чертой «характера» человека.

Нейтральным по отношению к конкретному качеству называется поведение, при котором не происходит ни снижения, ни роста соответствующего индекса (формула 3):

$$I(t+1) = I(t). \quad (3)$$

Таким образом, предполагается, что качество трудового потенциала отдельного агента-человека на следующем шаге модели зависит от текущего уровня развития качества и действий агента, приводящих к его улучшению или ухудшению. Например, если человек с высоким когнитивным потенциалом перестанет пополнять знания, то постепенно его потенциал будет снижаться. При этом в отличие от трендовых моделей, основанных на линейной регрессии, динамика качества трудового потенциала каждого агента не линейна по времени. Важно отметить, что использование итерационных зависимостей является стандартным приемом в агент-ориентированных моделях. В частности, в широко известной модели европейской экономики EURACE [7] подобные итерационные формулы используются для имитации динамики специальных навыков работников.

В отличие от данных о качестве трудового потенциала, которые являются реальными и получены по итогам социологических опросов, интенсивность конструктивно/деструктивного поведения (коэффициент k) относится к условным данным. Наличие некоторой доли неизвестных экзогенных параметров — неизбежная особенность агент-ориентированных моделей. Тем не менее, включение в модель условных данных нельзя считать недостатком агент-ориентированного подхода, поскольку это делает модель более гибкой и помогает обеспечить наибольшую приближенность к реальности. Конкретные значения

условных параметров устанавливаются в процессе калибровки агент-ориентированной модели, суть которого согласно определению А.Р. Бахтизина, заключается в подгонке некоторых неизвестных экзогенных переменных до таких значений, при которых интегральные эндогенные показатели модели, совпадали бы с показателями официальной статистики [3. С. 72].

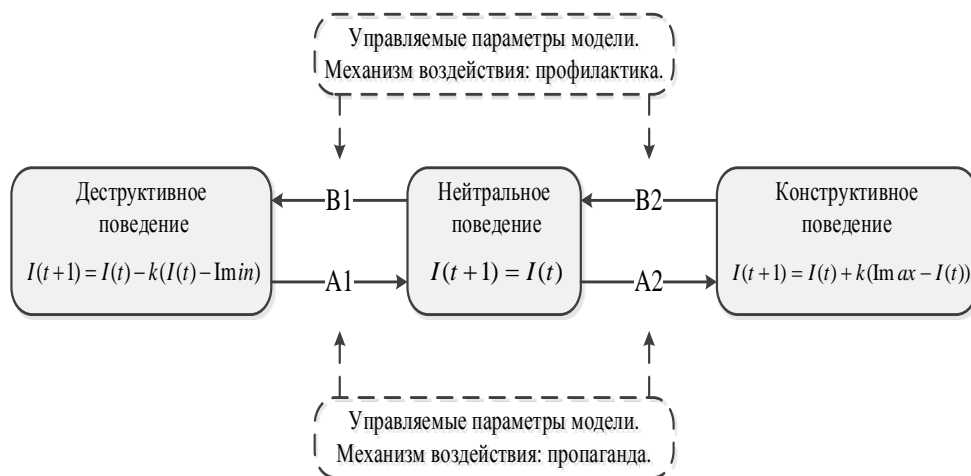
Поведение агентов имитируется в программе AnyLogic⁴ с использованием эвристического подхода и представлено наглядными диаграммами состояний. Основные процессы «переведены» в модели на «язык» состояний и переходов. В частности, развитие качественных характеристик населения реализовано в виде переходов от состояния, сопровождающегося деструктивным поведением, к нейтральному и конструктивному или наоборот (рис. 2).

Агенты-органы власти присутствуют в модели в неявном виде и формируют среду функционирования агентов других типов. Их поведение задается экзогенно. Управляемыми параметрами модели считаются коэффициенты перехода из одного состояния в другое. То есть лицо, принимающее решения, может регулировать численность населения (%), изменившего тип поведения в текущем году, и отслеживать, к каким последствиям это приведет, тем самым апробируя управленческие воздействия и выбирая оптимальные из них. Росту коэффициентов $A1$ и $A2$ в модели (рис. 2.) в реальности будет соответствовать увеличение доли

⁴ Официальный сайт продукта:
<http://www.anylogic.ru/>

населения, сделавшего выбор в пользу нейтрального и конструктивного поведения, соответственно, что может быть достигнуто за счет пропаганды позитивных практик, напри-

мер, здорового образа жизни или непрерывного образования. В свою очередь, сокращение коэффициентов $B1$ и $B2$ достигается на практике за счет профилактики негативных явлений.



Источник: составлено автором.

Рис. 2. Схема имитации развития качественных характеристик населения
Fig. 2. Scheme of imitation of population's qualitative characteristics development

Результаты апробации методики

Как показывают результаты мониторинга, в настоящее время наиболее проблемными среди качественных характеристик трудового потенциала как городских, так и сельских территорий выступают когнитивный и творческий потенциалы: соответствующие им индексы являются самыми низкими и в долгосрочной перспективе будут иметь убывающий тренд. В табл. 1 приведены значения индексов в 2000 г. и 2016 г.

При этом согласно результатам мониторинга, только 35,7% населения трудоспособного возраста планируют в перспективе повысить уровень своих знаний, 22,8% — не наме-

рены предпринимать никаких действий в данном направлении, что свидетельствует о значительном распространении деструктивных настроений в отношении интеллектуального развития, 41,5% — не определились в своих намерениях.

Распространенность деструктивных настроений наиболее высока в предпенсионном возрасте, в то же время конструктивное отношение к формированию когнитивного потенциала характерно для половины молодежи трудоспособного возраста (табл. 2).

Тревожным сигналом является высокая распространенность деструктивных настроений по отношению к собственным знаниям среди лиц активного трудоспособного воз-

раста в сельских территориях (на 10 п.п. больше, чем в крупных городах) и низкая распространенность конструктивных (на 15 п.п. меньше). Указанные проблемы наряду с заранее

проигрышными стартовыми условиями без своевременного грамотного управленческого вмешательства в перспективе могут привести к трудно исправимым последствиям.

Таблица 1

Качество трудового потенциала Вологодской области в 2000 и 2016 г. (индекс)

Table 1

Quality of labor potential of the Vologda region in 2000 and 2016 (index)

Компоненты качества	2000 г.			2016 г.			2016 /2000 г., %		
	Вологда	Череповец	Районы	Вологда	Череповец	Районы	Вологда	Череповец	Районы
Физическое здоровье	0,686	0,666	0,678	0,743	0,748	0,716	+8,3	+12,3	+5,7
Психическое здоровье	0,715	0,690	0,675	0,812	0,788	0,783	+13,5	+14,2	+15,9
Когнитивный потенциал	0,665	0,648	0,614	0,642	0,629	0,620	-3,5	-2,9	+1,0
Творческий потенциал	0,620	0,589	0,560	0,595	0,579	0,540	-4,1	-1,8	-3,6
Коммуникабельность	0,739	0,738	0,718	0,761	0,760	0,751	+3,0	+2,9	+4,6
Культурный уровень	0,651	0,649	0,589	0,693	0,685	0,689	+6,5	+5,5	+16,9
Нравственный уровень	0,759	0,782	0,774	0,787	0,782	0,772	+3,7	0,0	-0,2
Потребность в достижении	0,644	0,615	0,611	0,690	0,675	0,641	+7,1	+9,8	+4,8

Источник: Мониторинг качественного состояния трудового потенциала населения Вологодской области, ВолНЦ РАН.

Таблица 2

Распространенность отдельных типов поведения, влияющих на развитие когнитивного потенциала населения, %

Table 2

Prevalence of separate types of behavior affecting development of the cognitive potential of the population, %

Тип поведения	Молодежь (16-30 лет)			Лица среднего возраста*			Лица предпенсионного возраста*		
	Вологда	Череповец	Районы	Вологда	Череповец	Районы	Вологда	Череповец	Районы
Деструктивное (не намерены повышать уровень своих знаний)	8,5	10,4	10,0	17,1	17,2	27,1	46,0	48,2	50,8
Нейтральное (не определились)	37,3	46,8	39,4	43,4	43,5	48,3	34,0	30,4	32,5
Конструктивное (планируют повысить уровень своих знаний)	54,2	42,9	50,6	39,5	39,2	24,6	20,0	21,4	16,7
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*Лица предпенсионного возраста: женщины в возрасте от 50 до 54 лет, мужчины — от 55 до 59 лет; лица среднего возраста: женщины в возрасте от 31 года до 49 лет, мужчины — до 54 лет.

Источник: Мониторинг качественного состояния трудового потенциала населения Вологодской области; ВолНЦ РАН, 2016 г.

Действительно, согласно результатам вычислительных экспериментов, при устойчивости сложившихся типов поведения и отсутствии переходов между ними прогнозируется постепенное сокращение когнитив-

ного потенциала населения трудоспособного возраста: в ближайшие 25 лет индекс опустится ниже отметки 0,6 ед. (рис. 3). В настоящее время ниже этого уровня находится только индекс творческого потенциала.

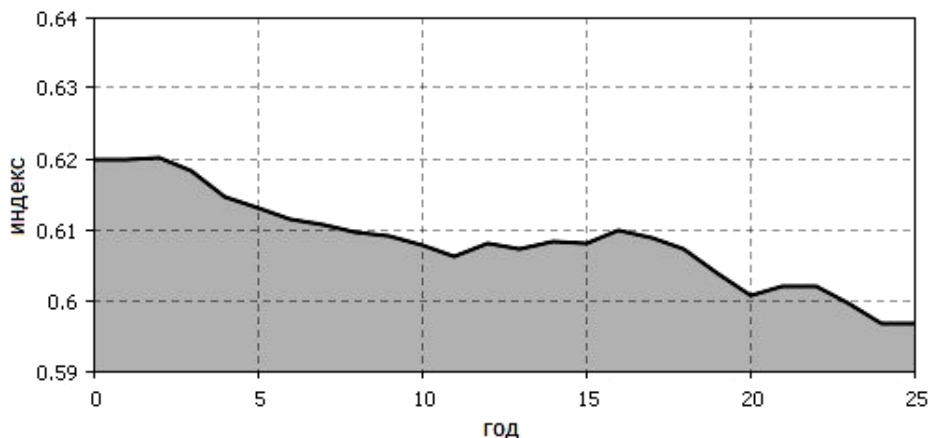


Рис. 3. Прогноз динамики индекса когнитивного потенциала при устойчивости сложившихся типов поведения (эксперимент № 1)

Fig. 3. Forecast of the cognitive potential index dynamics with stability of the established types of behavior (experiment No. 1)

Второй вычислительный эксперимент проводился, исходя из предположения об отсутствии деградации поведения агентов (коэффициенты перехода B_1 и B_2 в схеме 2 равны нулю) и наличии стабильных позитивных тенденций: считалось, что ежегодно полпроцента⁵ деструктивно настроенного населения делает выбор в пользу нейтрального поведе-

ния, и такая же доля группы нейтрального поведения выбирает конструктивное поведение ($A_1=0,005$ и $A_2=0,005$). В данном случае индекс когнитивного потенциала начнет постепенно восстанавливаться, однако позитивные тенденции появятся не раньше, чем через 7 лет, а воссоздать современный уровень интеллектуального развития удастся только через три десятилетия (рис. 4).

Усиление интенсивности переходов до 1% в год, проведенное в рамках третьего вычислительного эксперимента, показало, что при активной популяризации знаний и непрерывного образования уже через 10 лет удастся достигнуть устойчивой тенденции к росту когнитивного потенциала населения (рис. 5).

⁵ Использование в вычислительных экспериментах показателей (в процентах) обосновано стремлением обеспечить соответствие доступных в модели управленческих воздействий действующей в России системе индикативного планирования. См., напр.: Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года Утверждена распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://government.ru/info/6217/>

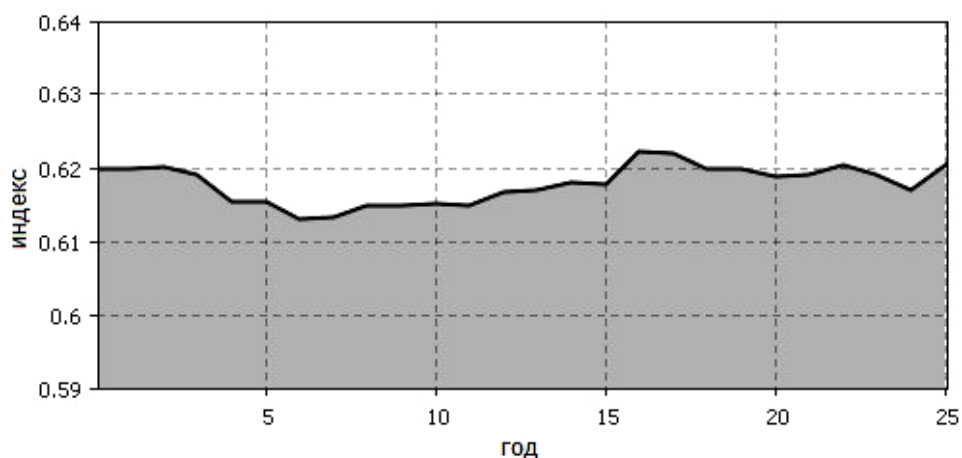


Рис. 4. Прогноз динамики индекса когнитивного потенциала при наличии 0,5%-ных позитивных переходов между типами поведения (эксперимент № 2)

Fig. 4. Forecast of the cognitive potential index dynamics in the presence of 0.5% positive transitions between types of behavior (experiment No. 2)

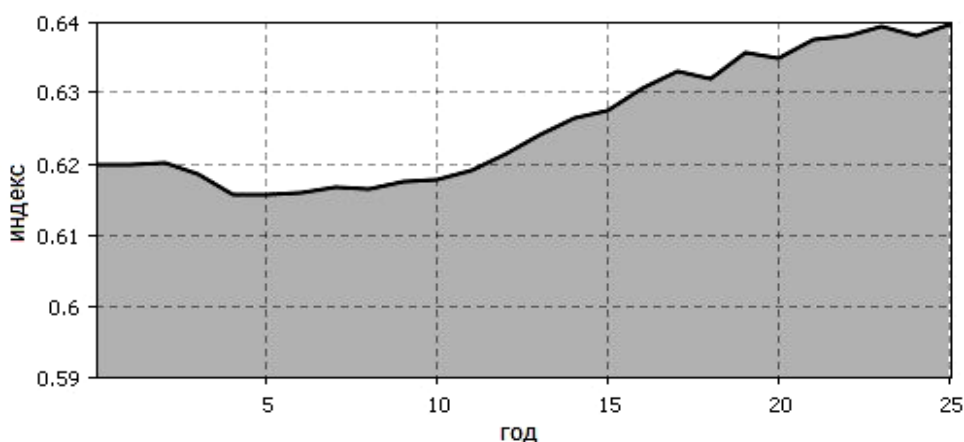


Рис. 5. Прогноз динамики индекса когнитивного потенциала при наличии 1%-ных позитивных переходов между типами поведения (эксперимент № 3)

Fig. 5. Forecast of the cognitive potential index dynamics in the presence of 1% positive transitions between types of behavior (experiment No. 3)

В тоже время, если хотя бы полпроцента групп с нейтральным и конструктивным поведением изменят свое отношение к накоплению знаний в худшую сторону, то рост когнитивного потенциала значи-

тельно замедлится (рис. 6), что свидетельствует не только о пользе пропаганды позитивных практик, но и о необходимости одновременной профилактики негативных явлений.

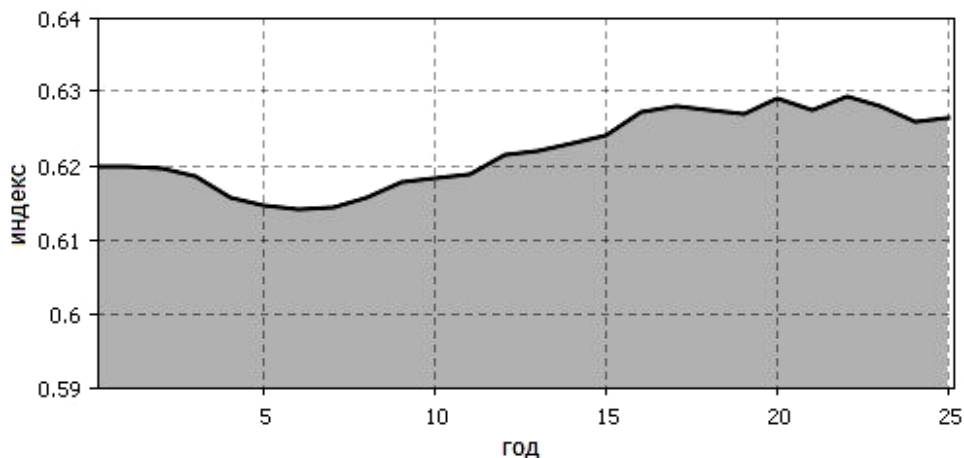


Рис. 6. Прогноз динамики индекса когнитивного потенциала при наличии 1%-ных позитивных и 0,5%-ных негативных переходов между типами поведения (эксперимент № 4)

Fig. 6. Forecast of the cognitive potential index dynamics in the presence of 1% positive and 0.5% negative transitions between types of behavior (experiment No. 4)

Что касается других качественных характеристик трудового потенциала, то важно отметить, что согласно нашим прогнозам творческий потенциал населения трудоспособного возраста продолжит снижаться. Скорректировать тенденцию возможно за счет мотивации населения к творческому развитию и изменению своего поведения в лучшую сторону, поддержке творческих инициатив. В частности, даже 1%-ные ежегодные позитивные переходы между типами поведения способны сломить тенденцию к убыли через 15 лет, 2%-ные — через 11. Для показателей физического здоровья населения трудоспособного возраста прогнозируется рост только ближайшие пять лет, который затем значительно замедлится и сойдет на нет. Аналогичная тенденция характерна для развития коммуникабельности. Психологическое здоровье сохранит возрастающий тренд. Культурный уровень, наоборот, со временем станет убы-

вать и сможет вернуться к устойчивому росту лишь при наличии позитивных сдвигов в поведении. Однако в настоящее время о намерении повысить свой культурный уровень заявляют только 19,7% сельского населения области в активном трудоспособном возрасте.

Применение предложенного подхода к имитации формирования качественных характеристик населения позволяет не только предвидеть вероятные изменения качества трудового потенциала, но также дает возможность апробировать различные варианты управленческих воздействий, предусмотреть риски и своевременно скорректировать социально-демографическую политику на местах.

Разработанная методика обеспечивает приемлемый компромисс между сложностью и адекватностью модели, которая, как известно, является упрощением реальных объектов

и явлений и неминуемо упускает из рассмотрения часть свойств. Вместе с тем, использование агент-ориентированного подхода позволяет обеспечить максимальную приближенность к реальности. Также к достоинствам предлагаемого решения следует отнести соблюдение логики функционирования моделируемой системы, соответствие структуры трудового потенциала агентов-людей концепции качественных характеристик населения и наполнение модели реальными данными.

Имитационная модель развивает программно-методологическое обеспечение прогнозирования качественных характеристик населения и предлагает современный работоспособный инструмент анализа текущего и перспективного состояния системы. Корректировка стартового состояния по результатам углубленного социологического исследования в выбранном муниципалитете и калибровка модели с учетом новых данных дадут возможность практического использования программы для разработки конкретных мер.

Литература и Интернет источники

1. **Чекмарева Е.А.** Исследование условий и факторов воспроизводства трудового потенциала муниципальных районов Вологодской области // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2016. — № 5. — С. 173-194.
2. **Макаров В.Л., Бахтизин А.Р.** Современные методы прогнозирования последствий управленческих решений // Управленческое консультирование. — 2015. — № 7. — С. 12-24.
3. **Бахтизин А.Р.** Агент-ориентированные модели экономики. — М.: Экономика, 2008. — 279 с.
4. **Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д.** Моделирование демографических процессов с использованием агент-ориентированного подхода // Федерализм. — 2014. — № 4. — С. 37-46.
5. Agent-Based Computational Demography: using simulation to improve our understanding of demographic behavior / F. C. Billari, A. Prskawetz (Eds.). — Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003. — 210 p.
6. **Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Агеева А.Ф.** Искусственное общество и реальные демографические процессы // Экономика и математические методы. — 2017. — Т. 53. — № 1. — С. 3-18.
7. **Herbert D., Gemkow S., Harting P., Kabus K., Wersching K., Neugart M.** Skills, Innovation, and Growth: An Agent-Based Policy Analysis // Journal of Economics and Statistics (Jahrbuecher fuer Nationaloekonomie und Statistik). — 2008. — Vol. 228. — Iss. 2-3. — Pp. 251-275.
8. **Гулин К.А., Шабунова А.А., Чекмарева Е.А.** Трудовой потенциал региона. — Вологда: ИСЭРТ РАН, 2009. — 84 с.
9. **Чекмарева Е.А.** Концептуальная модель воспроизводства трудового потенциала на муниципальном уровне: агент-ориентированный подход // Социальное пространство. — 2017. — № 4. — Режим доступа: <http://sa.vscs.ac.ru/article/2376>
10. **Маслова И.С.** Трудовой потенциал советского общества: вопросы теории и методологии исследования. — М., 1987. — 32 с.
11. Качество населения / Под ред. Н. М. Римашевской, В. Г. Копниной. — М.: ИСЭПН РАН, 1993. — 185 с.
12. **Cardona A.** Parental Choices and Children's Skills: An Agent-Based Model of Parental Investment Behavior and Skill Inequality Within and Across Generations // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. — 2014. — No. 17 (4) 8. — URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/17/4/8.html>

13. *Cunha F. Heckman J.* The Technology of Skill Formation: IZA Discussion Paper No. 2550. — Bonn: IZA, 2007. — 36 p.
14. *Doepke M.* Gary Becker on the quantity and quality of children // Journal of Demographic Economics. — 2015. — No. 81. — Pp. 59-66.
15. *Nye J.V., Johnson N.D.* Does Fortune Favor Dragons? // Journal of Economic Behavior and Organization. — 2011. — No. 78(1-2). — Pp. 85-97.

Благодарности и финансирование: статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-36-60011 мол_а_дк.

Для цитирования:

Чекмарева Е.А. Имитация формирования качественных характеристик населения в агент-ориентированной модели воспроизводства трудового потенциала // Народонаселение. — 2018. — Т. 21. — № 2. — С. 69-83. DOI: 10.26653/1561-7785-2018-21-2-06.

Сведения об авторах:

Чекмарева Елена Андреевна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории исследования проблем развития трудового потенциала Вологодского ИЦ РАН, г. Вологда, Россия.

Контактная информация: e-mail: miteneva@inbox.ru

DOI: 10.26653/1561-7785-2018-21-2-06

SIMULATION OF THE POPULATION'S QUALITATIVE CHARACTERISTICS FORMATION IN THE AGENT-BASED MODEL OF LABOR POTENTIAL REPRODUCTION

Elena A. Chekmareva

Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences
(56A, Gorky St., Vologda, Russia, 160014)

E-mail: miteneva@inbox.ru

Abstract. The article proposes a procedure for simulating the population's qualitative characteristics formation using agent-based modeling. The novelty and originality of the author's approach consists in using the concept of qualitative characteristics of population and filling the model with real sociological data of the labor potential quality monitoring of the Vologda region population. Composition of the labor potential quality includes eight components: physical and mental health, cognitive potential, creativity, sociability, cultural and moral levels, need for achievement. All the listed qualitative characteristics are measured on the basis of sociological monitoring and receive a numerical estimate in the form of indices in the interval from zero to one. Indices are calculated as the ratio of the actual number of points scored by the respondent in the block of questions to the maximum possible. It is believed that the behavior of an individual relative to each of the qualities can be destructive, neutral, or constructive. Provided destructive behavior of a human agent, the quality index is reduced. Constructive behavior implies that actions of an agent contribute to development of his potential. With neutral behavior, the index remains unchanged. Controllable parameters of the model are coefficients of the transition from one state to another. Behavior of agents is simulated in the AnyLogic simulation system and is represented by visual diagrams of states. Development of qualitative characteristics of the population is realized in the form of transitions from the state, accompanied by destructive behavior, to the neutral and constructive or vice versa. The application of the proposed approach to simulating the formation of qualitative characteristics of the population makes it possible to foresee probable changes in the quality of labor potential and to test various variants of administrative influences by selecting optimal ones.

Keywords: labor potential, quality of population, agent-based modeling.

References and Internet sources

1. Chekmareva E.A. Study of the conditions and factors of the reproduction of labor potential of municipal districts of the Vologda region. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast]*. 2016. No. 5. P. 173-194. (in Russ.)
2. Makarov V.L., Bakhtizin A.R. Modern methods for forecasting implications of management decisions. *Upravlencheskoye konsul'tirovaniye [Managerial Consulting]*. 2015. No. 7. P. 12-24. (in Russ.)
3. Bakhtizin A.R. Agent-oriyentirovannyye modeli ekonomiki [*Agent-Based Modeling of Economy*]. Moscow. *Ekonomika [Economics]*. 2008. 279 p. (in Russ.)
4. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D. Modeling of Demographic Processes Using Agent-Based Approach. *Federalizm*. 2014. No. 4. P. 37-46. (in Russ.)
5. *Agent-Based Computational Demography: Using Simulation to Improve Our Understanding of Demographic Behavior*. F. C. Billari, A. Prskawetz (Eds.). Berlin-Heidelberg. Springer-Verlag. 2003. 210 p.
6. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Ageeva A.F. Artificial society and real demographic processes. *Ekonomika i matematicheskiye metody [Economics and Mathematical Methods]*. 2017. Vol. 53. Iss. 1. P. 3-18. (in Russ.)
7. Herbert D., Gemkow S., Harting P., Kabus K., Wersching K., Neugart M. Skills, Innovation, and Growth: An Agent-Based Policy Analysis. *Jahrbuecher fuer Nationaloekonomie und Statistik [Journal of Economics and Statistics]*. 2008. Vol. 228. Iss. 2-3. Pp. 251-275.
8. Gulin K.A., Shabunova A.A., Chekmareva E.A. Trudovoy potentsial regiona [*Labor Potential of the Region*]. Vologda. ISERT RAN [Institute of Socio-Economic Development of Territories, Russian Academy of Sciences]. 2009. 84 p. (in Russ.)
9. Chekmareva E.A. Conceptual model of labor potential reproduction at the municipal level. *Sotsial'noye prostranstvo [Social Space]*. 2017. No. 4. Available at: <http://sa.vscs.ac.ru/article/2376> (in Russ.)
10. Maslova I.S. Trudovoy potentsial sovetskogo obshchestva: voprosy teorii i metodologii issledovaniya [*Labor Potential of the Soviet Society: The Issues of Theory and Methodology of Research*]. Moscow. 1987. 32 p. (in Russ.)
11. *Kachestvo naseleniya [Quality of Population]*. pod red. N. M. Rimashevskoy, V. G. Kopninoj [Eds. N.M. Rimashevskaya and V.G. Kopnina]. Moscow. ISEPN RAN [Institute of Socio-Economic Studies of Population, Russian Academy of Sciences]. 1993. 185 p. (in Russ.)
12. Cardona A. Parental choices and children's skills: An agent-based model of parental investment behavior and skill inequality within and across generations. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 2014. No. 17 (4). Available at: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/17/4/8.html>
13. Cunha F., Heckman. J. *The Technology of Skill Formation*. IZA Discussion Paper No. 2550. Bonn. IZA. 2007. 36 p.
14. Doepke M. Gary Becker on the quantity and quality of children. *Journal of Demographic Economics*. 2015. No. 81. P. 59-66.
15. Nye J.V., Johnson N.D. Does fortune favor dragons? *Journal of Economic Behavior and Organization*. 2011. No. 78(1-2). P. 85-97.

Acknowledgments and funding: the article was prepared with the financial support of RFBR, project No. 16-36-60011 мол_а_дк.

For citation:

Chekmareva E.A. Simulation of the population's qualitative characteristics formation in the agent-based model of labor potential reproduction. *Narodonaselenie [Population]*. 2018. Vol. 21. No. 2. P. 69-83. DOI: 10.26653/1561-7785-2018-21-2-06 (in Russ.)

Information about the author(s):

Chekmareva Elena Andreyevna, Cand. Sc. (Econ.), Senior Researcher, Vologda Research Center, Russian Academy of Sciences (VolRC RAS), Vologda, Russian Federation.
Contact information: e-mail: miteneva@inbox.ru