

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 331.101.262

ББК 65.240

© Чекмарева Е.А.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВОСПРОИЗВОДСТВА ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НА МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЕ: АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД¹



ЧЕКМАРЕВА ЕЛЕНА АНДРЕЕВНА

Вологодский научный центр Российской академии наук

Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а

E-mail: miteneva@inbox.ru

Разработка концептуальной модели является важнейшим этапом агент-ориентированного моделирования социально-экономических систем, позволяет определить и обосновать «идеологическую основу» будущей имитационной модели. Целью данной статьи является представление и обоснование концептуальной модели воспроизводства трудового потенциала на муниципальном уровне с использованием агент-ориентированного подхода имитационного моделирования. В ходе разработки модели попутно раскрывается место концептуализации среди этапов имитационного моделирования, анализируется сущность понятий «концепция модели» и «концептуальная модель», показывается предназначение и содержание этапа разработки концептуальной модели. В статье кратко описывается и обосновывается концепция разрабатываемой компьютерной агент-ориентированной модели, раскрываются типы агентов, их характеристики и поведение. Приводится общая концептуальная схема воспроизводства трудового потенциала, описывается структура агент-ориентированной модели, которая по замыслу автора должна соответствовать трехфазной структуре процесса воспроизводства. Согласно разработанной модели, воспроизводство трудового потенциала на муниципальном уровне определяется поведением агентов следующих типов: физические лица (носители трудового потенциала); юридические лица (работодатели); муниципальные органы власти. Для описания трудового потенциала работника предлагается использовать концепцию качественных характеристик населения, разработанную учеными ИСЭПН РАН под руководством Н.М. Римашиевской. В этом

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-36-60011 мол_а_дк.

заключается принципиальное отличие авторского подхода от используемых ранее. Агенты-люди являются основным типом агентов в модели и отличаются восьмью индивидуальными качественными характеристиками трудового потенциала (физическим и психическим здоровьем, когнитивным и творческим потенциалом, коммуникабельностью и культурным уровнем, нравственным уровнем и потребностью в достижении), уровнем его реализации в трудовой деятельности, уровнем трудовой мотивации, результативностью труда, полом, возрастом, семейным положением и другими характеристиками. Работодатели и органы власти служат вспомогательными типами агентов и создают среду для воспроизводства трудового потенциала. Построенная концептуальная модель по своей структуре, содержанию и логике функционирования соответствует моделируемой системе и цели исследования, представляет замысел автора и служит фундаментом для конструирования компьютерной имитационной модели.

Концепция модели, концептуальная модель, агент-ориентированное моделирование, трудовой потенциал.

Повышение эффективности управления воспроизводственными процессами на муниципальном уровне требует использования современных инструментов анализа и прогнозирования социально-экономического развития территорий. Специфика социально-экономических явлений и процессов такова, что возможности экспериментирования на реальных объектах принципиально ограничены. Проведение практического эксперимента для реальной социально-экономической системы немислимо не только в силу сложности, массовости и динамичности социально-экономических процессов, но также и из этических соображений. В данной ситуации на помощь управленцам приходит «метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей»² – моделирование. Применительно к исследованию социально-экономических процессов и явлений в последнее время большую популярность приобретает агент-ориентированный подход имитационного моделирования, позволяющий конструировать максимально приближенную к реальности многоагентную компьютерную модель, учитывающую индивидуальность характеристик и поведения агентов микроуровня и обладающую свойством эмерджентности [1; 10].

² Гранберг А. Г. Моделирование социалистической экономики : учебник для вузов. – М. : Экономика, 1988. – С. 16.

Целесообразность разработки агент-ориентированных моделей территориальных социально-экономических систем обусловлена потребностью практики в создании инструментария, позволяющего прогнозировать динамические изменения их состояния на микро-, мезо- и макроуровне, анализировать последствия управленческих воздействий и эффективность принимаемых мер [12, с. 133].

Актуальность использования агент-ориентированного подхода при исследовании воспроизводства трудового потенциала на муниципальном уровне определяется остротой ситуации, сложившейся в сфере формирования, распределения и использования трудовых ресурсов на местах, а также значением человеческого фактора в этих процессах. Так, низкое качество жизни населения сельских территорий нашей страны и закрытие многих селообразующих предприятий, усилившие миграционный отток из провинциальных районов в областные центры, наряду с высоким уровнем смертности населения трудоспособного возраста, привели к значительному сокращению объемов и качества трудового потенциала в территориях, находящихся за пределами крупных городов. Так, с 2000 по 2015 год численность населения трудоспособного возраста в половине районов Вологодской области сокра-

тилась более чем на четверть. Полноценного восстановления и возобновления функционирующего трудового потенциала не происходит: наблюдается его суженное воспроизводство. При этом наряду с сокращением трудового потенциала в количественном отношении основными проблемами его воспроизводства в районах области становятся снижение интеллектуального потенциала населения трудоспособного возраста и существенный разрыв между реальным уровнем развития качеств работников и требованиями рабочих мест [16].

На наш взгляд, источники этих проблем и их основные причины следует искать как на макро-, так и на микроуровне. При этом анализ поведения отдельных агентов (людей, проживающих на территории конкретного муниципального образования) является не менее важным, чем анализ макроэкономических условий и среды функционирования трудового потенциала. Все это определяет актуальность агент-ориентированного моделирования воспроизводства трудового потенциала на муниципальном уровне. Мы твердо уверены, что построение комплексной агент-ориентированной модели, основанной на реальных статистических и социологических данных и имитирующей воспроизводство трудового потенциала в единстве его количественной и качественной сторон, позволит прогнозировать основные проблемы в фазах формирования, распределения и использования трудового потенциала и при условии выработки адекватных мер обеспечить полноценное восстановление, возобновление и накопление трудового потенциала сельских территорий.

При этом важнейшим этапом агент-ориентированного моделирования социально-экономических систем является разработка концептуальной модели – «идеологической основы» будущей имитационной модели. Именно на этапе разработки концептуальной модели обосновывается и защищается ее идея, представляется авторский взгляд на

моделируемые процессы, формулируются основные допущения и упрощения, принятые в модели. От качества работ на данном этапе напрямую зависит научная обоснованность и адекватность будущей компьютерной имитационной модели.

Целью данной статьи является представление и обоснование концептуальной модели воспроизводства трудового потенциала на муниципальном уровне с использованием агент-ориентированного подхода имитационного моделирования. В ходе разработки модели попутно раскрывается место концептуализации среди этапов имитационного моделирования, анализируется сущность понятий «концепция модели» и «концептуальная модель», показывается предназначение и содержание этапа разработки концептуальной модели. В статье кратко описывается и обосновывается концепция разрабатываемой компьютерной агент-ориентированной модели, раскрываются типы агентов, их характеристики и поведение.

Определяя место концептуализации среди этапов работы над моделью, следует отметить, что для агент-ориентированного моделирования справедливы общие этапы имитационного моделирования. В частности, В.Д. Боев выделяет следующие этапы: анализ системы, формулировка цели моделирования системы, разработка концептуальной структуры модели, реализация модели в среде моделирования, реализация анимационного представления модели, проверка корректности реализации модели, калибровка модели, планирование и проведение компьютерного эксперимента³.

При таком подходе разработка концептуальной модели будет являться третьим этапом агент-ориентированного моделирования после анализа системы и формулировки целей моделирования, что вызывает обоснованные вопросы относительно

³ Боев В. Д., Кирик Д. И., Сыпченко Р. П. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования. – СПб. : ВАС, 2011. – С. 104–105.

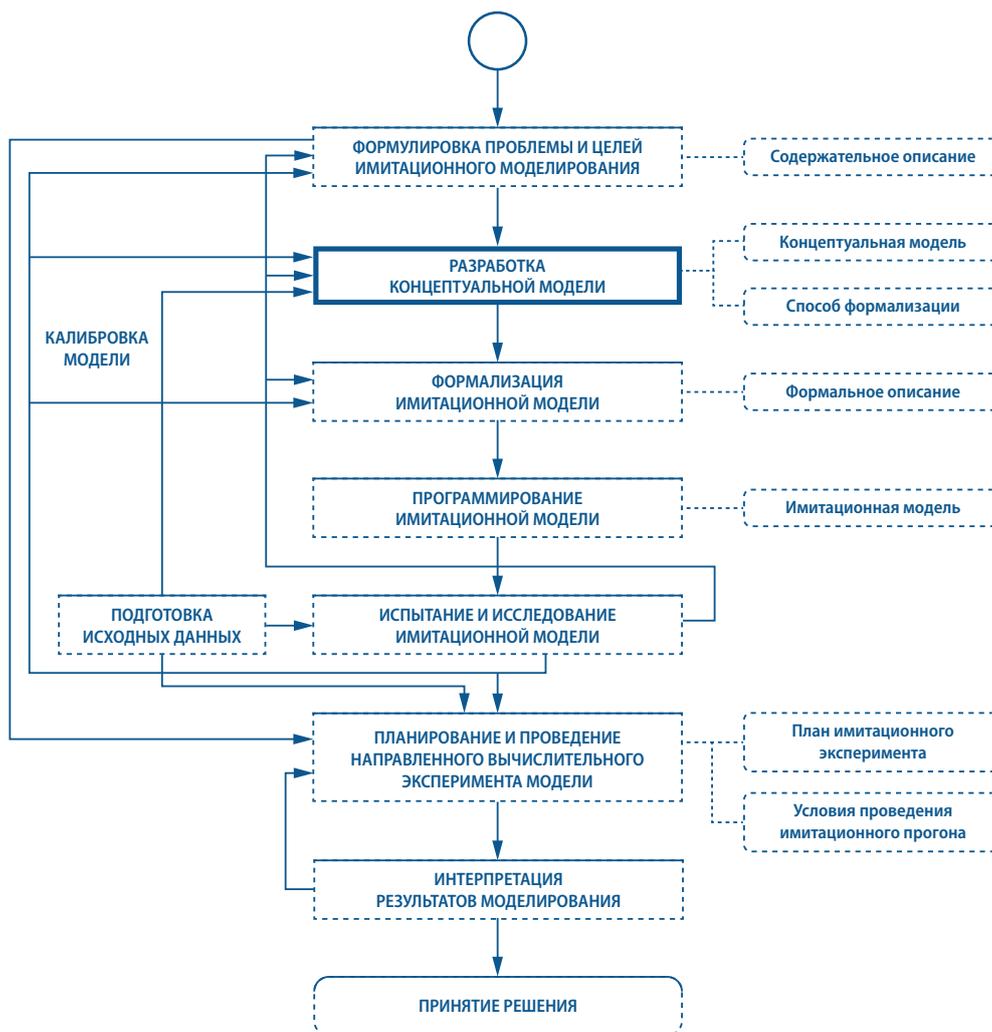


Рис. 1. Место концептуализации в общей схеме имитационного моделирования

Источник: Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие для вузов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – С. 84.

места системного анализа в данном процессе. Как известно, системный анализ составляет методологическую основу имитационного моделирования⁴ и, по сути своей, служит основой для разработки концептуальной модели. Кроме того, анализ системы существенно зависит от целей моделирования, и его было бы логично проводить после формулировки проблемы и постановки целей и задач моделирования. В связи с этим более обоснованным, на наш взгляд, является проведение системного анализа в рамках этапа разработки

концептуальной модели, место которого в общей схеме имитационного моделирования отражено на *рисунке 1*.

Обратимся к терминологии. Проведенный нами анализ показал, что термин «концепция» имеет множество толкований. В частности, концепция (от лат. *conceptio* – понимание, система) трактуется как:

– генеральный замысел, определяющий стратегию действий при осуществлении реформ, проектов, планов, программ; система взглядов на процессы и явления в природе и в обществе;

– комплекс взглядов, направленных на объяснение явлений, процессов и связей между ними;

⁴ Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Текст]: учеб. пособие для вузов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – С. 14–22.

– комплекс основополагающих идей, принципов, правил, раскрывающих сущность и взаимосвязи данного явления или системы и позволяющих определить систему показателей, факторов и условий, способствующих решению проблемы;

– система взглядов на что-либо, основная мысль;

– замысел, теоретическое построение, то или иное понимание чего-нибудь;

– определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет и др., руководящая идея для их систематического освещения⁵.

То есть, обобщая, можно сказать, что концепция модели – это научно обоснованное понимание сущности процессов и явлений, наблюдаемых в моделируемой системе, основная идея и генеральный замысел модели.

Важно осознавать, что понятие концептуальной модели не тождественно понятию «концепция модели». В общем смысле концептуальная модель – это абстрактная модель, определяющая структуру исследуемого объекта (составные части и связи), свойства составных частей, причинно-следственные связи⁶.

Применительно к экономико-математическому моделированию концептуальной моделью называют «совокупность качественных зависимостей, критериев опти-

мальности и ограничений от характеристик окружения, параметров и переменных объекта». Как подчеркивает В.Л. Макаров, «концептуальная модель определяет, от каких факторов зависит тот или иной показатель или выполнение условия, но не раскрывает количественный характер этих связей. Она является «идеологической» основой будущей математической модели»⁷.

Аналогичную трактовку данного термина приводит Л.И. Лопатников, называя концептуальную модель «принципиальной основой экономико-математической модели», дающей «предварительное, приближенное представление о рассматриваемом объекте и процессе», зачастую в виде схемы. Автор также акцентирует внимание на том, что содержание данного этапа не предусматривает рассмотрения количественных зависимостей, а ограничивается использованием качественных категорий⁸.

Рассматривая этапы имитационного моделирования, Н.Н. Лычкина определяет концептуальную модель как «систематизированное содержательное описание системы (или проблемной ситуации) на неформальном языке»⁹. При этом главное содержание этапа разработки концептуальной модели автор видит в «формулировке общего замысла модели, переходе от реальной системы к логической схеме ее функционирования»¹⁰. В частности, на данном этапе осуществляется декомпозиция системы, выполняется ее структурный анализ, обсуждается необходимый уровень детализации объектов и процессов, формулируются гипотезы и допущения.

Среди зарубежных специалистов по имитационному моделированию наиболее

⁵ Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. – 2-изд., испр. – М.: ИНФРА-М, 1999. – С. 168; Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология: словарь системы основных понятий. – М.: ЛИБРОКОМ, 2015. – С. 59; Инновационная экономика: энцикл. словарь-справочник. – М.: МАКСПресс, 2012. – С. 215; Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка: [80 000 слов и фразеологических выражений]. – 4-е изд., доп. – М.: А ТЕМП, 2004. – С. 293; Ушаков Д. Н. Толковый словарь современного русского языка. – М.: Аделант, 2013. – С. 242; Большая советская энциклопедия: в 30 т. Т. 13. Конда – Кун / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1973. – С. 269.

⁶ ГОСТ Р 43.0.3-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Ноон-технология в технической деятельности. Общие положения: утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2009 № 963-ст. – С. 2.

⁷ Макаров В. Л., Христюлова Н. Е., Яковенко Е. Г. Справочник экономического инструментария – М.: Экономика, 2003. – С. 112–113.

⁸ Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь: словарь современной экономической науки – 5-е изд., перераб. и доп.. – М.: Дело, 2003. – С. 153.

⁹ Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие для вузов. – М.: ИНФРА-М, 2012. – С. 93.

¹⁰ Там же, С. 89.

популярным является определение концептуальной модели, предложенное британским профессором Стюартом Робинсоном (Stewart Robinson), согласно которому концептуальная модель представляет собой внепрограммное точное описание компьютерной имитационной модели (которая будет разработана или была разработана), раскрывающее ее цели, входные и выходные параметры, содержание, допущения и упрощения [25, с. 65; 24].

В определении автор перечисляет ключевые компоненты концептуальной модели, которыми являются:

1. Цели: предназначение модели, ее замысел, цель проекта.
2. Входы: элементы модели, которые могут быть изменены для улучшения (или лучшего понимания) реального объекта, т. е. экспериментальные факторы.
3. Выходы: сообщают результаты запуска модели.
4. Содержание: элементы модели и их взаимосвязи.
5. Допущения (предположения): необходимы при наличии неопределенностей либо определенных представлений относительно моделируемого объекта.
6. Упрощения: позволяют ускорить разработку модели и ее использование [25, с. 65–66].

Последовательное описание указанных компонентов задает порядок работы исследователя на этапе конструирования концептуальной модели и раскрывает его основное содержание [18, с. 74–94].

Основные преимущества задокументированной концептуальной модели заключаются в следующем. Во-первых, создается письменное руководство для разработчиков компьютерной модели. Во-вторых, повышается доверие к модели со стороны заказчиков, минимизируется вероятность неполных и ошибочных требований. В-третьих, формируется основа для верификации и валидации модели, а также ее независимой проверки – при необходимости [23, с. 2819].

При этом важно отметить, что концептуальное моделирование – это, прежде всего, процесс абстрагирования, к которому полезно привлекать не только разработчиков, но также заказчиков (или потенциальных пользователей) и экспертов в данной области [24].

При использовании агент-ориентированного подхода имитационного моделирования этап разработки концептуальной модели приобретает свою специфику. Как известно, агент-ориентированная модель представляет собой компьютерную программу, которая создает искусственный мир гетерогенных агентов и позволяет исследовать, как взаимодействия этих агентов между собой и с внешней средой формируют закономерности, наблюдаемые в реальном мире [19, с. 4]¹¹. Поэтому при обсуждении концепции агент-ориентированной модели первостепенным становится выявление агентов, которых необходимо включить в модель в соответствии с целью исследования, определение их характеристик и поведения.

По словам японских ученых Т. Иба, Y. Matsuzawa и N. Aoyama, на данном этапе разработчик агент-ориентированной модели как бы извлекает из системы «агентов», «поведение», «взаимосвязи», «ресурсы», «информацию» и определяет их, раскрывает действия агентов и правила коммуникации. При этом для описания концептуальной модели исследователи предлагают использовать унифицированный язык моделирования UML¹² и считать этап завершенным после построения диаграммы классов (структурная диаграмма), диаграммы деятельности (диаграмма поведения) и диаграммы коммуникации и последовательности (диаграмма взаимодействия) [20, с. 3].

Однако предложенный подход не получил широкого распространения среди специалистов по агент-ориентированному мо-

¹¹ Hamill L., Gilbert N. Agent-Based Modelling in Economics. – Chichester : WILEY, 2016. – P. 4.

¹² См.: Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд.: пер. с англ. Мухин Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.

делированию, которые чаще всего при описании концептуальной модели ограничиваются ее схемой и обоснованием общей концепции будущей компьютерной модели¹³.

Основные вопросы, на которые необходимо ответить разработчику агент-ориентированной модели на этапе формирования ее концепции:

- Каков общий замысел модели?
- Какие допущения мы делаем в модели?
- Какие типы агентов требуются в модели в соответствии с ее замыслом?
- Какие характеристики, существенные для отображения моделируемого процесса, они должны иметь?
- Что будет являться средой в модели?
- Как агенты будут взаимодействовать между собой и с внешней средой (поведение агентов)?

Концептуальная модель должна удовлетворять следующим принципам:

- соответствие цели и задачам исследования;
- соответствие реальной системе;
- научная обоснованность;
- полнота и простота (компромисс между ними);
- возможность формализации.

При этом этап разработки концептуальной модели считается завершенным, если описаны и обоснованы:

- общая концепция агент-ориентированной модели;
- основные допущения модели;
- структура модели;
- характеристики и виды агентов;
- поведение агентов в модели;
- внешняя среда;
- способ формализации модели.

Прежде чем перейти к описанию общей концепции и концептуальной модели воспроизводства трудового потенциала кон-

кретизируем используемый теоретико-методологический подход. Воспроизводство трудового потенциала муниципального района рассматривается в исследовании как непрерывный процесс возобновления его количественных и качественных характеристик, состоящий из трех последовательных фаз: формирования, распределения (в том числе перераспределения) и использования (рис. 2). При этом под трудовым потенциалом территории в исследовании понимается «обобщающая характеристика меры и качества совокупности способностей к труду» [11, с. 14], оцениваемая в количественном отношении численностью населения в трудоспособном возрасте, а в качественном – уровнем развития качественных характеристик населения трудоспособного возраста. Это соответствует комплексному экономическому подходу к трактовке данного термина [8].

Анализ процесса воспроизводства трудового потенциала как объекта имитационного моделирования [15] и изучение научных публикаций по данному вопросу показали, что, во-первых, комплексный подход к трактовке трудового потенциала территории, учитывающий сущность и глубину данного понятия, практически не используется при агент-ориентированном моделировании (исключение составляют модели Е.Д. Сушко); во-вторых, большинство моделей имитируют отдельные аспекты воспроизводства трудового потенциала, например, динамику рынка труда [21], и не рассматривают воспроизводственный цикл целиком; в-третьих, модельное упрощение реальной системы не всегда сопровождается соблюдением логики протекания основных фазовых процессов, например, исключение из модели безработных [13] приводит к искаженному воспроизведению фазы использования трудового потенциала.

Проведенный на предыдущем этапе исследования анализ позволил сформулировать основные принципы, которым должна

¹³ См., например: Čech P., Tučník P., Bureš V., Husráková M. Modelling Complexity of Economic System with Multi-Agent Systems // 5th International Conference on Knowledge Management and Information Sharing (KMIS 13), Vilamoura, Algarve, Portugal, 19–22 Sept. 2013, pp. 464–469.

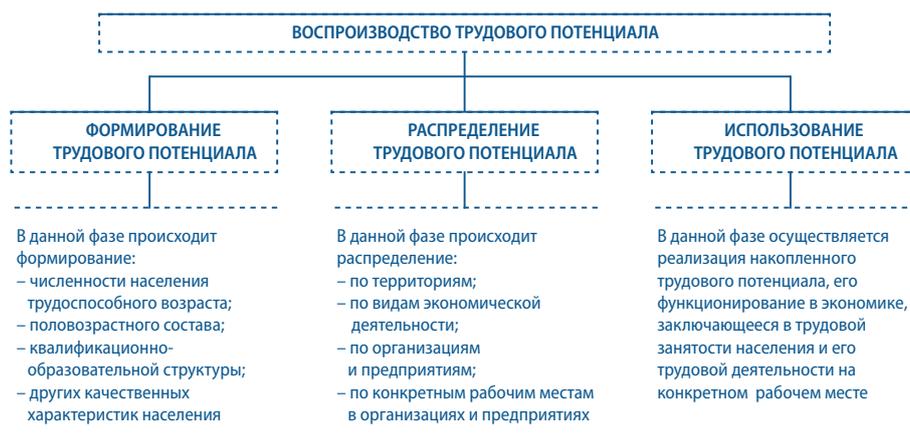


Рис. 2. Сущность и структура воспроизводства трудового потенциала

удовлетворять комплексная агент-ориентированная модель воспроизводства трудового потенциала:

- процессы макроуровня являются в модели результатом индивидуального поведения агентов микроуровня,

- модель воспроизводит современное состояние и динамику трудового потенциала в единстве и взаимосвязи его количественной и качественной сторон,

- модель имитирует основные процессы каждой фазы воспроизводства трудового потенциала,

- модель соответствует реальной системе по своей структуре и логике функционирования [15].

Конечной целью нашего исследования является разработка такой модели для одного из муниципальных районов Вологодской области. Основной замысел модели заключается в создании гибкого современного инструмента, позволяющего не только прогнозировать воспроизводство трудового потенциала муниципального района с учетом действий агентов микроуровня, но и апробировать различные варианты управленческих мер для выработки наиболее эффективных решений и формирования оптимальной стратегии управления муниципалитетом.

Следует заметить, что специфика разработки агент-ориентированной модели для муниципального уровня заключается пре-

жде всего в учете особенностей муниципальной статистики, которая существенно отличается от региональной. В частности, выборочное обследование населения по проблемам занятости (обследование рабочей силы)¹⁴ не дает оценки показателей экономической активности по муниципалитетам: его выборка репрезентативна только по регионам.

Использование агент-ориентированного подхода позволило концептуально представить воспроизводство трудового потенциала в виде сложного многоуровневого процесса, где ключевыми процессами микроуровня служат репродуктивное, самосохранительное, миграционное, образовательное и трудовое поведение отдельных людей, определяющие, в свою очередь, рождаемость, смертность, миграцию, образование, занятость и безработицу на макроуровне по принципу «снизу-вверх» (bottom-up) [22] (рис. 3).

Согласно предлагаемому концептуальному подходу, модель должна работать с агентами трех типов: люди, работодатели и органы власти. Это обосновано соответствием реальной системе и цели исследования. Агенты-люди являются носителями трудового потенциала и выступают основным типом агентов в модели. А работодате-

¹⁴ http://www.gks.ru/bgd/free/b99_10/isswww.exe/stg/d030/i030110r.htm

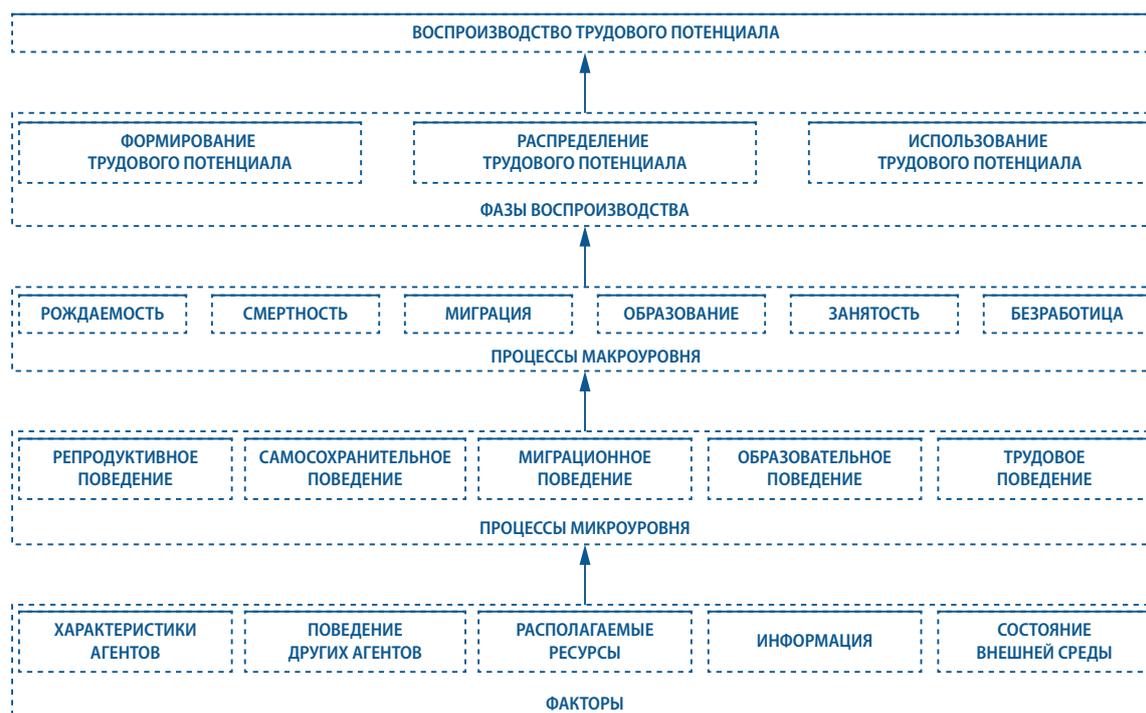


Рис. 3. Общая концептуальная схема воспроизводства трудового потенциала

ли и органы власти служат вспомогательными типами агентов и создают среду для воспроизводства трудового потенциала.

Принципиальное отличие нашего подхода заключается в использовании для описания трудового потенциала агентов-людей концепции качественных характеристик населения, разработанной учеными ИСЭПН РАН под руководством Н.М. Римашевской [5]. Это позволяет обеспечить комплексное количественно-качественное отражение трудового потенциала в модели и соответствует признанным научным разработкам в данной области.

Каждый агент-человек наделен восьмью индивидуальными качественными характеристиками трудового потенциала: физическим и психическим здоровьем, когнитивным и творческим потенциалом, коммуникабельностью и культурным уровнем, нравственным уровнем и потребностью в достижении (рис. 4).

Важно отметить, что все эти характеристики измеряются на основе регулярного социологического мониторинга трудового по-

тenciала населения, проводимого ИСЭРТ РАН в восьми муниципальных районах Вологодской области с 1996 года [2].

Для обеспечения адекватного отражения процесса воспроизводства трудового потенциала компьютерная модель должна соответствовать его трехфазной структуре и состоять из трех взаимосвязанных агент-ориентированных моделей:

- 1) модели формирования трудового потенциала, включающей в себя имитацию рождаемости, миграции, смертности и формирования качественных характеристик населения;
- 2) модели распределения и перераспределения трудового потенциала, включающей в себя имитацию рынка труда и движения работников внутри организаций и предприятий (карьерный рост);
- 3) модели использования трудового потенциала, включающей имитацию трудового поведения и производства (рис. 5).

Общая концепция агент-ориентированной модели воспроизводства трудового потенциала муниципального района следующая. Агент-человек в модели рождается



Рис. 4. Структура качества трудового потенциала агента-человека

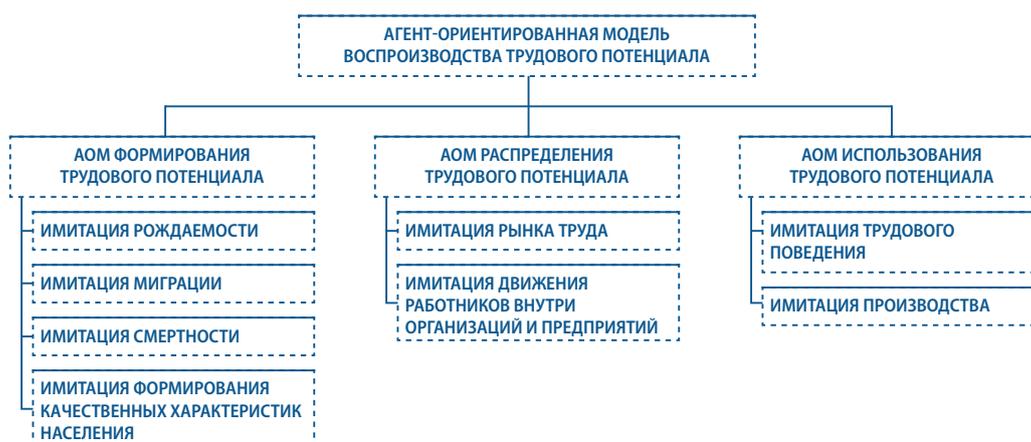


Рис. 5. Структура агент-ориентированной модели воспроизводства трудового потенциала

(появляется) с определенным уровнем развития качественных характеристик, зависящим от совокупного качества трудового потенциала его семьи и случайных факторов. Вероятность рождения ребенка зависит от репродуктивных установок [4] матери и отца (при условии полной семьи) и внешних факторов (материальное положение, экономическая ситуация, поддержка от работодателей и муниципальных органов власти). Переход в следующий возраст осуществляется методом передвижки возрастов с учетом вероятности миграции, которая зависит от миграционных установок индивида [6], и вероятности смерти, зависящей от здоровья агента [17], его самосохранительного поведения [3] и случайных факторов. В процессе «взросления» агент проходит состояния «дошкольник», «школьник», «студент», в которых происходит наращивание трудового потенциала агента в зависимости от индивидуальных действий (обра-

зовательного поведения [7]) и внешней среды. Вероятность трудоустройства определяется в модели качественными характеристиками работников, соответствием требованиям рабочих мест и наличием вакансий (высвобождение рабочей силы в связи с увольнениями и выходом на пенсию). Уровень использования трудового потенциала работника в процессе трудовой деятельности зависит от индивидуальных характеристик агентов (квалификации и ее соответствия той работе, которую выполняет агент; трудовой мотивации и др.) и внешней среды (условий труда). Трудовой потенциал имеет свойство накапливаться при попадании агента в благоприятную среду и деградировать – в обратном случае [14]. При наступлении пенсионного возраста агент либо прекращает трудовую деятельность, либо остается работать еще на некоторое время, зависящее от уровня здоровья работника и позиции работодателя.

Таким образом, согласно нашей концепции, воспроизводство трудового потенциала на муниципальном уровне определяется поведением агентов трех типов, которые условно можно назвать «люди», «фирмы», «управленцы». Агенты-люди в модели отличаются восьмью основными индивидуальными качественными характеристиками трудового потенциала (физическим и психическим здоровьем, когнитивным и творческим потенциалом, коммуникативностью и культурным уровнем, нравственным уровнем и потребностью в достижении), уровнем его реализации в трудовой деятельности, уровнем трудовой мотивации, результативностью труда, полом, возрастом, семейным положением и другими характеристиками. Доступные действия: жениться / выйти замуж, завести ребенка, наняться на работу, уволиться, мигрировать. Характеристики агентов-работодателей («фирм»): общая численность рабочих мест, численность вакантных рабочих мест, требования рабочих мест к качеству трудового потенциала по 8 критериям. Доступные действия: принятие на работу и увольнение работников, открытие и закрытие рабочих мест, изменение оплаты труда. «Управленцы» присутствуют в модели в неявном виде и формируют среду функционирования агентов за счет изменения управляемых параметров модели, которые на различных этапах конструирования модели могут дополняться и расширяться в зависимости от ресурсов и возможностей разработчика. При этом возможные действия агентов – органов власти должны соответствовать их реальным полномочиям, официально закрепленным в ФЗ «Об общих принципах

организации местного самоуправления в Российской Федерации»¹⁵.

Такой способ включения в модель органов власти используется во многих агент-ориентированных моделях, разработанных в Центральном экономико-математическом институте РАН, в частности, в мультиагентной модели региона Е.Д. Сушко [13]. Этот прием не только хорошо себя зарекомендовал, но и удобен для потенциальных пользователей итогового программного продукта, поскольку позволяет принимать непосредственное участие в имитации управления социально-экономической системой.

Построенная таким образом концептуальная модель по своей структуре, содержанию и логике функционирования соответствует реальной системе и цели моделирования и, что наиболее важно, выполняет свою основную функцию – представляет замысел автора и служит фундаментом для конструирования компьютерной имитационной модели. Предлагаемая концепция удовлетворяет всем принципам построения модели, обоснованным нами на предыдущем этапе и сформулированным выше. В настоящее время для реализации данной концепции при конструировании модели нами используется и теоретико-методологический подход к агент-ориентированному моделированию сложных социально-экономических систем, разработанный специалистами ЦЭМИ РАН (В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, Е.Д. Сушко) [9; 10; 13]. Программная реализация концептуальной модели осуществляется в системе имитационного моделирования AnyLogic¹⁶.

¹⁵ Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации : Федеральный закон от 6 октября 2003 года № 131-ФЗ : принят Государственной Думой 16 сентября 2003 года (в ред. по сост. на 28.12.2016), с изм. и доп., вступ. в силу с 09.01.2017.

¹⁶ <https://www.anylogic.ru>

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтизин, А. Р. Агент-ориентированные модели экономики [Текст] / А. Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2008. – 279 с.
2. Гулин, К. А. Трудовой потенциал региона [Текст] / К. А. Гулин, А. А. Шабунова, Е. А. Чекмарева. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2009. – 84 с.
3. Калачикова, О. Н. Основные тенденции самосохранительного поведения населения региона [Текст] / О. Н. Калачикова, П. С. Корчагина // Проблемы развития территории. – 2012. – № 5. – С. 72–82.
4. Калачикова, О. Н. Репродуктивное поведение как фактор воспроизводства населения: тенденции и перспективы [Текст] : монография / О. Н. Калачикова, А. А. Шабунова. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2015. – 172 с.
5. Качество населения [Текст] / под ред. Н. М. Римашевской, В. Г. Копниной. – М. : ИСЭПН РАН, 1993. – 185 с.
6. Леонидова, Г. В. Гендерные особенности внутрирегиональной миграции [Электронный ресурс] / Г. В. Леонидова, В. Н. Вячеславов // Вопросы территориального развития. – 2016. – № 2. – Режим доступа : <http://vtr.vscs.ac.ru/article/1822>
7. Леонидова, Г. В. Непрерывное образование как условие формирования человеческого капитала [Текст] / Г. В. Леонидова, К. А. Устинова // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 6. – С. 124–137.
8. Леонидова, Г. В. Опыт оценки качества трудового потенциала на региональном уровне [Текст] / Г. В. Леонидова, Е. А. Чекмарева // Человек и труд. – 2009. – № 12. – С. 30–33.
9. Макаров, В. Л. Моделирование демографических процессов с использованием агент-ориентированного подхода [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин, Е. Д. Сушко // Федерализм. – 2014. – № 4. – С. 37–46.
10. Макаров, В. Л. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели) [Текст] / В. Л. Макаров, А. Р. Бахтизин. – М. : Экономика, 2013. – 295 с.
11. Маслова, И. С. Трудовой потенциал советского общества: вопросы теории и методологии исследования [Текст] / И. С. Маслова. – М., 1987. – 32 с.
12. Стратегическое управление потенциалом развития территориальных социально-экономических систем: методологические подходы и инструментальное обеспечение [Текст] : монография / под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Д. А. Гайнанова. – Уфа : ИСЭИ УНЦ РАН, 2016. – 244 с.
13. Сушко, Е. Д. Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация [Текст] / Е. Д. Сушко. – М. : ЦЭМИ РАН, 2012. – 54 с.
14. Устинова, К. А. Влияние уровня развития навыков на трудовой потенциал, его реализацию и выбор рабочих мест [Текст] / К. А. Устинова, Е. А. Чекмарева // Экономика региона. – 2016. – Т. 12. – Вып. 3. – С. 726–740.
15. Чекмарева, Е. А. Воспроизводство трудового потенциала как объект имитационного моделирования [Текст] / Е. А. Чекмарева // Проблемы развития территории. – 2016. – № 6 (86). – С. 167–179.
16. Чекмарева, Е. А. Исследование условий и факторов воспроизводства трудового потенциала муниципальных районов Вологодской области [Текст] / Е. А. Чекмарева // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2016. – № 5. – С. 173–194.
17. Шабунова, А. А. Здоровье населения в России: состояние и динамика [Текст] : монография / А. А. Шабунова. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2010. – 408 с.
18. *Conceptual Modeling for Discrete-Event Simulation*. Edited by S. Robinson, R.J. Brooks, K. Kotiadis, D-J. van der Zee. – Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011. 527 p.
19. Hamill L., Gilbert N. *Agent-Based Modelling in Economics*. Chichester: WILEY, 2016. 246 p.
20. Iba T., Matsuzawa Y., Aoyama N. From Conceptual Models to Simulation Models: Model Driven Development of Agent-Based Simulations. *Proceedings of the 9th Workshop on Economics and Heterogeneous Interacting Agents (WEHIA 04), Kyoto University, Kyoto, Japan, May 27–29, 2004*. Available at: <http://web.sfc.keio.ac.jp/~iba/papers/2004WEHIA04.pdf>
21. Lewkowicz Z., Kant J.D. A Multi-Agent System to model the Labor Market: simulating a new job contract introduction. *The Fourth European Social Simulation Association Conference, ESSA 2007, Toulouse, France, 2007*. Pp. 151–162.
22. Gatti D.D., Desiderio S., Gaffeo E., Cirillo P., Gallegati M. *Macroeconomics from the Bottom-up*. Springer-Verlag Italia, 2011. 122 p.

23. Robinson S., Arbez G., Birta L., Tolk A., Wagner G. Conceptual Modeling: Definition, Purpose and Benefits. *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference, California, December 6–9, 2015*. Pp. 2812–2826.
24. Robinson S. Conceptual Modelling for Simulation Part I: Definition and Requirements. *Journal of the Operational Research Society*, 2008, vol. 59, iss. 3, pp. 278–290.
25. Robinson S. *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. Chichester: WILEY, 2004. 316 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Чекмарева Елена Андреевна – кандидат экономических наук, научный сотрудник лаборатории исследования проблем развития трудового потенциала отдела исследования уровня и образа жизни населения. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук». Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а. E-mail: miteneva@inbox.ru. Тел.: +7(8172) 59-78-10.

Chekmareva E.A.

A CONCEPT MODEL OF LABOR POTENTIAL REPRODUCTION AT THE MUNICIPAL LEVEL: AN AGENT-BASED APPROACH

The development of a concept model is a critical step in agent-based modeling of socio-economic systems which helps define and justify the “ideological framework” of the future simulation model. The purpose for the research is to present and justify the conceptual model of labor potential reproduction at the municipal level using the agent-based approach of simulation. During model development we also reveal the role of conceptualization at simulation stages, analyze the nature of concepts such as “model concept” and “concept model», and show the purpose and content of developing the concept model. The article briefly describes and explains the concept of a computer agent-based model, describes types of agents, their characteristics and behavior. The author presents a general concept scheme labor potential reproduction, describes the structure of an agent-based model which, according to the author, should correspond to a three-stage structure of the reproduction process. According to the developed model, labor potential reproduction at the municipal level is determined by the behavior of agents of the following types: individuals (carriers of labor potential), legal entities (employers); municipal authorities. In order to describe employees’ labor potential it is proposed to use the concept of qualitative characteristics of the population developed by researchers of ISESP RAS under the supervision of N.M. Rimashevskaya. This is the fundamental difference between the author’s approach and the ones previously used. People are the main type of agents in the model and differ by eight individual qualitative characteristics of labor potential (physical and mental health, cognitive capacity and creativity, social skills and cultural intelligence, morality and need for achievement), the level of its implementation in the working life, level of work motivation, work performance, gender, age, marital status, and other characteristics. Employers and authorities serve as additional types of

agents and create environment for labor potential reproduction. The developed concept model corresponds to the modeled system and the purpose of the study in its structure, content, and operation logic, it represents the author's intention and serves as a framework for computer simulation models.

Model concept, concept model, agent-based modeling, labor potential.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Chekmareva Elena Andreevna – Ph.D. in Economics, Research Associate at the Laboratory for the Studies of Issues of Labor Potential Development at the Department for the Studies of Lifestyles and Standards of Living. Federal State Budgetary Institution of Science “Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences”. 56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation. E-mail: miteneva@inbox.ru. Phone: +7(8172) 59-78-10.