

УДК 004

Е.Н. АЛЕКСАНДРОВ, А.В. МАМАТОВ
E.N. ALEKSANDROV, A.V. MAMATOV**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА БАЛАНС МЕДИЦИНСКИХ КАДРОВ
В РЕГИОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ****ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE BALANCE
OF MEDICAL PERSONNEL IN THE REGION USING AN AGENT-BASED MODEL**

В статье представлен анализ факторов, влияющих на баланс медицинских кадров в регионе. Для исследования использована агент-ориентированная модель, позволяющая имитировать поведение отдельных медицинских работников и организаций здравоохранения, учитывая различные факторы, такие как заработная плата, условия труда, карьерные возможности и демографические изменения. Результаты моделирования позволяют оценить влияние различных факторов на дефицит или избыток медицинских кадров и разработать эффективные стратегии управления кадровыми ресурсами в здравоохранении.

Ключевые слова: агентно-ориентированное моделирование; потребность в кадрах; региональное здравоохранение; медицинские кадры.

The article presents an analysis of factors influencing the balance of medical personnel in the region. The study uses an agent-based model that allows simulating the behavior of individual medical workers and healthcare organizations, taking into account various factors such as wages, working conditions, career opportunities and demographic changes. The results of the modeling allow us to assess the impact of various factors on the shortage or excess of medical personnel and to develop effective strategies for managing human resources in healthcare.

Keywords: agent-based modeling; workforce planning; regional healthcare; healthcare workforce.

Актуальность проблемы достижения баланса в системе медицинских кадров является одной из ключевых для систем здравоохранения во всем мире, в том числе и в Российской Федерации. Неоптимальное распределение квалифицированных специалистов, особенно в сельских и отдаленных районах, приводит к снижению доступности и качества медицинской помощи, увеличению нагрузки на работающих специалистов и, как следствие, к их профессиональному выгоранию и оттоку из профессии. В условиях демографического старения населения и роста заболеваемости, проблема кадрового обеспечения здравоохранения приобретает особую остроту и требует разработки эффективных стратегий управления кадровым потенциалом для оптимизации кадрового баланса.

Традиционные методы анализа и прогнозирования кадровой ситуации в здравоохранении, основанные на статистических данных и экспертных оценках, зачастую не позволяют учитывать сложные взаимодействия между различными факторами, влияющими на принятие решений медицинскими работниками. В связи с этим, возрастает интерес к использованию современных методов моделирования, таких как агент-ориентированное моделирование, позволяющих имитировать поведение отдельных агентов (медицинских работников, органов управления здравоохранением) и изучать влияние различных факторов на их решения и, как следствие, на общую кадровую ситуацию.

Одним из перспективных подходов к управлению кадровым потенциалом здравоохранения является разработка и внедрение информационных систем поддержки принятия решений, предоставляющих аналитическую информацию, прогнозы и рекомендации органам управления здравоохранением. Такие системы позволяют учитывать множество факторов, влияющих на дефицит кадров, и оценивать эффективность различных управленческих решений.

Для анализа динамики медицинских кадров в регионах была разработана агент-ориентированная модель, которая имитирует поведение и взаимодействие ключевых агентов системы здравоохранения: медицинских работников, регионального Министерства здравоохранения, медицинских учреждений и рынка труда. Модель охватывает периоды динамики, которые опубликованы в открытых источниках сети Интернет.

Взаимодействие агентов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Взаимодействий агентов

Агент 1	Агент 2	Взаимодействие	Входные данные	Выходные данные
Медицинский работник	Региональный Минздрав	Участвует в программах поддержки (земский доктор, целевое обучение)	Наличие программ, условия участия	Получение выплаты, места в целевой ординатуре
Медицинский работник	Рынок труда	Поиск работы, смена работы	Наличие вакансий, уровень заработной платы, условия труда	Выбор места работы
Медицинский работник	Медицинское учреждение	Работает в учреждении	Условия трудового договора, заработная плата	Предоставление медицинских услуг, получение заработной платы
Региональный Минздрав	Медицинский работник	Реализация программ поддержки, распределение кадров	Бюджет, данные о дефиците кадров	Привлечение/удержание кадров, заполнение вакансий
Региональный Минздрав	Медицинское учреждение	Распределение финансирования, определение кадровой политики	Бюджет, данные о потребностях в кадрах	Обеспечение функционирования учреждения, заполнение штатного расписания
Медицинское учреждение	Медицинский работник	Предложение вакансий, определение	Финансовые возможности, потребность	Привлечение персонала, обеспечение

		условий труда	в кадрах	предоставления медицинских услуг
Медицинское учреждение	Рынок труда	Размещение вакансий	Потребность в кадрах, требования к кандидатам	Привлечение соискателей
Рынок труда	Медицинский работник	Предоставление информации о вакансиях, заработной плате	Вакансии, заработная плата, требования к кандидатам	Выбор места работы
Рынок труда	Медицинское учреждение	Предоставление информации о соискателях	База данных соискателей, их квалификация и требования	Заполнение штатного расписания

Разработанная агент-ориентированная модель для анализа изменений в кадровом составе системы регионального здравоохранения основана на следующих математических расчетах и допущениях:

1. Изменение количества медицинских работников.

Общее количество медицинских работников в системе здравоохранения региона в момент времени $t+1$ рассчитывается по следующей формуле:

$$N(t+1) = N(t) - D(t) + A(t) + R(t)$$

где t – текущий или рассматриваемый момент времени. Это может быть, например, начало года, квартала, месяца или любая другая точка отсчета, относительно которой необходим анализ ситуации; $t+1$ – обозначается, как следующий момент времени, непосредственно следующий за моментом t ; $N(t)$ – общее количество медицинских работников (врачей и СМП) в момент времени t ; $D(t)$ – количество медицинских работников, покинувших систему здравоохранения (уволившихся, вышедших на пенсию и т.д.) в момент времени t ; $A(t)$ – количество медицинских работников, привлеченных в систему здравоохранения (за счет различных мер и программ) в момент времени t ; $R(t)$ – количество медицинских работников, вернувшихся из декретного отпуска в момент времени t .

2. Расчет количества медицинских работников, покинувших систему здравоохранения ($D(t)$).

Количество медицинских работников, покинувших систему здравоохранения в момент времени t , рассчитывается как:

$$D(t) = D1(t) + D2(t) + D3(t)$$

где $D1(t)$ – количество медицинских работников, уволившихся в момент времени t ; $D2(t)$ – количество медицинских работников, вышедших на пенсию в момент времени t ; $D3(t)$ – количество медицинских работников, покинувших систему здравоохранения по другим причинам (например, переезд в другой регион) в момент времени t .

Предполагается, что количество медицинских работников, вышедших на пенсию, определяется на основе среднего возраста медицинских работников и вероятности выхода

на пенсию в зависимости от возраста. Количество медицинских работников, уволившихся, зависит от уровня заработной платы, удовлетворенности работой и других факторов.

3. Вероятность увольнения медицинского работника.

Предполагается, что решение медицинского работника об увольнении зависит от нескольких факторов, включая уровень заработной платы, удовлетворенность работой и возраст. Вероятность увольнения медицинского работника i в момент времени t рассчитывается по следующей формуле:

$$P(i, t) = f(S(i, t), C(i, t), A(i, t))$$

где $S(i, t)$ – уровень заработной платы медицинского работника i в момент времени t ; $C(i, t)$ – уровень удовлетворенности работой медицинского работника i в момент времени t ; $A(i, t)$ – возраст медицинского работника i в момент времени t .

Функция f является линейной, отражающей влияние указанных факторов на вероятность увольнения. Используется следующая линейная функция:

$$P(i, t) = \frac{\alpha \times (1 - C(i, t)) + \beta \times (S1(t) - S(i, t))}{S1(t) + \gamma \times A(i, t)}$$

где α , β и γ – параметры, определяющие влияние каждого фактора на вероятность увольнения; $S1$ – уровень средней заработной платы медицинского работника в момент времени t .

4. Расчет количества медицинских работников, привлеченных в систему здравоохранения ($A(t)$).

количество медицинских работников, привлеченных в систему здравоохранения в момент времени t , рассчитывается как:

$$A(t) = A1(t) + A2(t) + A3(t)$$

где $A1(t)$ – количество медицинских работников, привлеченных по программе целевого обучения; $A2(t)$ – количество медицинских работников, привлеченных по федеральной программе «Земский доктор»; $A3(t)$ – количество медицинских работников, привлеченных по другим мерам поддержки, реализованным региональным Министерством здравоохранения.

Количество медицинских работников, привлеченных по каждой программе, зависит от финансирования программы, эффективности программы и других факторов.

5. Анализ дефицита кадров.

Дефицит кадров представляет собой разницу между потребностью в кадрах и доступным количеством работников и определяется по формуле:

$$D(t) = R(t) - N(t)$$

где $R(t)$ – потребность в кадрах. Этот показатель отражает общее количество медицинских работников (врачей и СМП), необходимых для обеспечения надлежащего уровня медицинской помощи населению в соответствии с установленными стандартами и нормативами. Потребность в кадрах определяется штатным расписанием медицинских учреждений и может зависеть от численности населения, заболеваемости и других факторов; $N(t)$ – доступное количество медицинских работников. Этот показатель отражает фактическое количество медицинских работников (врачей и СМП), работающих в системе

здравоохранения в момент времени t . Значение $N(t)$ определяется на основе данных о численности медицинских работников, работающих в медицинских учреждениях региона

Проведенное исследование демонстрирует возможность успешного применения агент-ориентированного моделирования для анализа и прогнозирования динамики кадрового потенциала системы здравоохранения в регионах. Разработанная модель позволила моделировать поведение и взаимодействие ключевых агентов системы (медицинских работников, Министерства здравоохранения, медицинских учреждений, рынка труда), учитывая влияние различных факторов (заработная плата, удовлетворенность работой, возраст) и мер управления (программы поддержки, целевое обучение).

Результаты моделирования показали, что дефицит медицинских кадров остается актуальной проблемой для регионов, особенно в отношении специалистов среднего медицинского персонала (СМП). Модель позволила оценить эффективность различных стратегий управления кадровым потенциалом и выявить наиболее перспективные направления для решения проблемы дефицита кадров. Таким образом, агент-ориентированное моделирование является эффективным инструментом для анализа и прогнозирования динамики кадрового потенциала системы здравоохранения, позволяющим учитывать сложные взаимодействия между агентами и факторами. Результаты моделирования указывают на необходимость разработки комплексных мер по привлечению и удержанию кадров, учитывающих специфику региональной системы здравоохранения и особенности поведения медицинских работников. Использование агентного подхода позволяет оценить потенциальное влияние различных управленческих решений на кадровый потенциал и принимать обоснованные решения в области кадровой политики.

Разработанная агент-ориентированная модель может быть использована для решения широкого круга задач, связанных с управлением кадровым потенциалом в системе здравоохранения. В частности, модель может быть использована для:

- оценки эффективности различных программ поддержки и мер по привлечению и удержанию кадров;
- прогнозирования будущей потребности в медицинских кадрах с учетом различных сценариев развития системы здравоохранения;
- разработки оптимальных стратегий управления кадровым потенциалом с учетом специфики региональной системы здравоохранения.

Дальнейшее развитие модели предполагается направить на расширение перечня учитываемых факторов и агентов, включая, например, влияние пандемии COVID-19 на кадровый потенциал. Разработку инструментов поддержки принятия решений на основе агент-ориентированной модели, позволяющих органам управления здравоохранением оперативно оценивать последствия различных управленческих решений.

Кроме того, планируется интегрировать модель с действующими информационными платформами (такими как 1С, Парус-Бюджет 8), используемыми региональными органами управления здравоохранением. Это позволит автоматизировать сбор и анализ данных, повысить скорость и обоснованность принимаемых мер. Интеграция обеспечит более точную настройку и проверку модели, используя более полные и достоверные данные.

Представленная в исследовании агентная модель – это адаптивный и расширяемый инструмент, который можно настроить для решения задач управления кадрами в регионах и секторах здравоохранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маматов А.В. и др. Применение инструментария агентного моделирования для прогнозирования динамики кадрового потенциала регионов в рамках стратегии пространственного развития России / А.В. Маматов, О.А. Савина, А.Л. Машкова, Ю.А. Банчук // Известия Юго-Западного государственного университета. – Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2018. – Т. 8. – № 4(29). – С. 41-52.
2. Александров Е.Н. и др. Основные задачи автоматизации кадрового учета в сфере здравоохранения на региональном уровне с использованием информационных систем / Е.Н. Александров, А.В. Маматов, Д.Н. Старченко, Д.В. Челядинов // Информационные системы и технологии, 2024. – № 6(146). – С. 42-46.
3. Александров Е.Н., Маматов А.В., Старченко Д.Н. Агентное моделирование кадрового потенциала системы здравоохранения на региональном уровне // Информационные системы и технологии, 2025. – № 2(148). – С. 5-13.
4. Маматов А.В., Константинов И.С. Информационное обеспечение процессов управления кадровым потенциалом на региональном уровне // Университетская наука, 2019. – № 2 (8). – С. 115-118.
5. Министерство здравоохранения Российской Федерации: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://minzdrav.gov.ru> (дата обращения 25.02.2025).
6. Министерство здравоохранения Российской Федерации: методические рекомендации по сохранению медицинских кадров в системе здравоохранения [Электронный ресурс]. – URL: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/012/237/original/Metodicheskie_rekomentacii.PDF?1389715189 (дата обращения 02.03.2025).

Александров Евгений Николаевич

ООО «Парусник – Белгород», г. Белгород

Руководитель направления методологии и анализа управления анализа и разработки

Тел.: 8 908 789 87 57

E-mail: alexanderov07@gmail.com

Маматов Александр Васильевич

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,

г. Белгород

Доктор технических наук, заведующий кафедрой информационных технологий