

УДК 519

© 2022 г. **В.А. Ляпин**, д-р мед. наук  
(Омская гуманитарная академия),  
**В.А. Маренко**, канд. техн. наук  
(Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Новосибирск)

## МОДЕЛИ «НЕУДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ГРАЖДАН» МЕДИЦИНСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ\*

Создана когнитивная модель «степень неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием в период пандемии на основе данных, полученных в Омске в 2020 г. Выявлено, что при имитации улучшения фактора «график работы поликлиники» целевой фактор степень «неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием снижается. Результаты могут быть использованы для обоснования управленческих решений.

**Ключевые слова:** нечеткое множество, гендерный признак, когнитивная модель, медицинское обслуживание, принятие решений, пандемия.

DOI: 10.22250/18142400\_2022\_71\_1\_53

### Введение

Большую роль в понимании процессов развития пандемии и поддержки принятия управленческих решений играют различные модели, оценивающие не только экономическую эффективность принимаемых мер, но и состояние людей в этот сложный период. Российский специалист В.В. Омельяновский с коллегами проводит сравнение современных моделей здравоохранения. Комплексный анализ систем здравоохранения может послужить хорошим основанием для повышения эффективности управления здравоохранением и удовлетворенности пациентов медицинскими услугами [1]. В работе О.К. Коробковой предложен концептуальный подход к государственному регулированию услуг сферы здравоохранения. Для реализации подхода

---

\* Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных научных исследований СО РАН № I.5.1., проект FWNF-2022-0016.

составлен комплекс мероприятий по расширению объема и видов услуг на основе применения цифровых платформ. Планируется построение новой информационной инфраструктуры для более полного удовлетворения потребностей граждан в медицинских услугах [2]. А.В. Березной и Р.Т. Сайги-тов пишут, что на сегодняшний день глобальная «цифровая революция» в здравоохранении пока не принесла существенных изменений в обеспечении нового качества медицинской помощи, повышении доступности и экономической эффективности медицинских услуг. «Цифровая революция» подразумевает реализацию потенциала, который заложен в информационной трансформации здравоохранения и устранение барьеров, затрудняющих внедрение нововведений [3]. Зарубежные исследователи (С.Е. Ким с коллегами) пишут, что эффективность лечения пациентов тесно связана с качеством и удовлетворенностью медицинским обслуживанием. Цель исследования – оценка влияния эффективности лечения на удовлетворенность и лояльность пациентов. Для реализации цели использованы факторы «производительность» работы врача и «качество» медицинских услуг. Статистические исследования показали взаимосвязь между факторами «удовлетворенность» пациента и «эффективность лечения». Установлена связь между факторами «межличностное общение» и «медицинские услуги». Между факторами «удовлетворенность» пациентов и их «лояльностью» имеется прямо пропорциональная зависимость [4]. В статье Р.Дж. Фебрес-Рамос речь идет о системе здравоохранения, которая должна реализовывать стратегии по улучшению качества услуг по оказанию своевременной помощи пациентам. Показателем качества является фактор «удовлетворенность» пациентов. Знание уровня удовлетворенности позволяет устранять недостатки и подтверждает сильные стороны медицинского учреждения. Исследование показало, что 60% из 292 пользователей остались довольными качеством полученных услуг. Более половины пациентов выразили недовольство состоянием медицинского оборудования [5].

Обзор научных статей по проблеме свидетельствует, что основной инструментом исследователей – концептуальное моделирование и статистический анализ. Нами использовался когнитивный подход, теория нечетких множеств и имитационный эксперимент. Цель работы – применение различных средств для построения и анализа моделей, иллюстрирующих влияние существенных факторов среды жизнедеятельности на неудовлетворенность граждан медицинским обслуживанием в период пандемии. Для построения моделей использованы данные, полученные из анкетирования взрослого населения Омска в 2020 г. Испытуемым предлагалось ответить на вопросы о раз-

личных аспектах работы поликлиник: удовлетворенность/неудовлетворенность работой поликлиники в целом; графиком работы поликлиники; работой регистратуры; работой узких специалистов и т.д. Анкетирование проведено в трех группах граждан. Первая группа состояла из граждан до 25-летнего возраста (145 испытуемых), вторая – граждане с 25- до 55-летнего возраста (540 испытуемых). Третья – граждане возраста свыше 55 лет (186 испытуемых).

### Моделирование с применением теории нечетких множеств

Гипотеза исследования состоит в том, что степень неудовлетворенности граждан медицинским обслуживанием зависит от гендерного признака. Для построения моделей использована теория нечетких множеств.

Процедура обработки данных, полученных в результате анкетирования, состоит из следующих шагов.

1. Сортировка данных от минимального значения до максимального.
2. Разбивка диапазона значений на равные интервалы.
3. Подсчет количества данных в интервалах как частот их встречаемости.
4. Подсчет количества данных с накоплением.
5. Деление данных с накоплением в каждом интервале на максимальное значение из диапазона данных.
6. Построение графических моделей с использованием полученных значений.

С целью построения моделей использовалось программное средство Microsoft Excel. Модели с учетом гендерного признака представлены на рис. 1 – 3.

На рис. 1 приведены две модели для мужчин и женщин в возрасте до 25 лет.

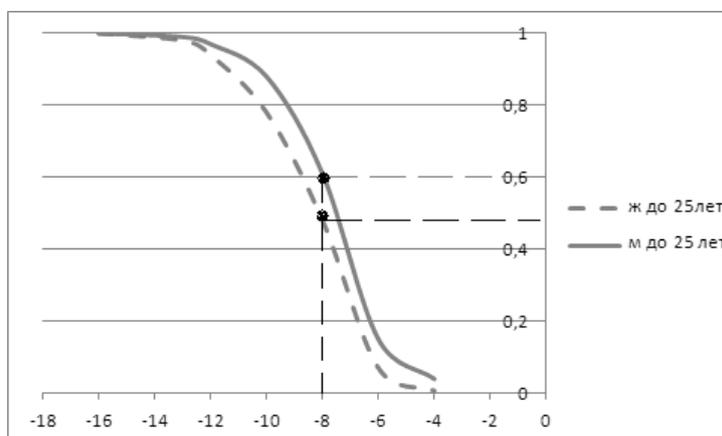


Рис. 1. Модели «неудовлетворенность» граждан медицинским обслуживанием (группа до 25 лет).

На оси абсцисс – данные в баллах, на оси ординат – функция принадлежности, которая показывает степень неудовлетворенности граждан медицинским обслуживанием.

*Пример.* Пусть мужчина и женщина набрали при анкетировании одинаковое число баллов, равное 8. Восстановим перпендикуляр из значения «8» на оси абсцисс до пересечения с графиками рис. 1. Из полученных точек пересечения опускаем перпендикуляры на ось ординат. Получаем два значения – 0,48 и 0,60, которые показывают, что у мужчины степень неудовлетворенности больше (0,6), чем у женщины (0,48).

На рис. 2 и 3 приведены модели для 2-й и 3-й групп испытуемых.

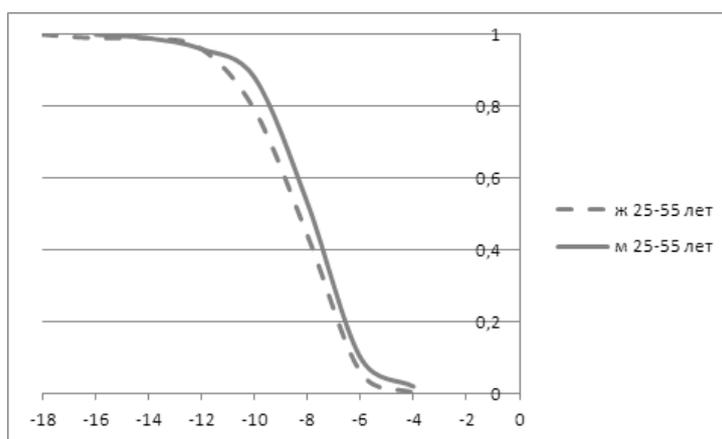


Рис. 2. Модели «неудовлетворенность» граждан медицинским обслуживанием (группа 25-55 лет).

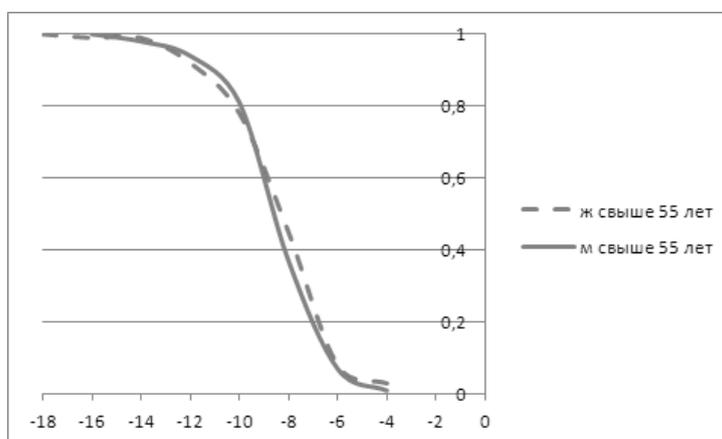


Рис. 3. Модели «неудовлетворенность» граждан медицинским обслуживанием (группа свыше 55 лет).

Модели, изображенные на рис. 2, показывают, что степень неудовлетворенности медицинским обслуживанием у мужчин 2-й возрастной группы больше, чем у женщин этой группы. Модели для мужчин и женщин 3-й возрастной группы практически одинаковы (рис. 3). Диапазон значений «степень неудовлетворенности» медицинским обслуживанием у женщин больше, чем у мужчин во 2-й и 3-й возрастных группах.

## Моделирование с применением когнитивного подхода

Цель построения когнитивных моделей состоит в формализации субъективных представлений исследователей о реальности путем построения новых логико-семантических образов [6]. Для этого необходимо схематически представить информацию о проблеме, провести ее когнитивный анализ на основе вычислительных экспериментов, опыта и интуиции исследователей.

Основные факторы, оказывающие влияние на степень «неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием в г. Омске в условиях пандемии, приведены на рис. 4. Причинно-следственные отношения между факторами сформулированы в виде экспертных рассуждений. «Если «работа регистратуры» хуже, то степень «неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием больше». «Если «распределение очередности» хуже, то степень «неудовлетворенности» больше» и др. Когнитивная модель представлена на рис. 4.



Рис. 4. Когнитивная модель «степень неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием.

Далее проведен симплициальный анализ для выявления латентных связей между факторами.

Комплекс  $K_X(Y, R)$  имеет одиннадцать симплексов с разной связностью. Анализ начинался с наибольшей связности и заканчивался связностью, равной нулю. Столбец с наибольшим числом элементов – это первый столбец, содержащий девять единиц. Наибольшая связность комплекса  $q = 8$ . На этом уровне связности имелся один компонент  $\{x_1\}$ , который соответствовал целевому фактору «степень неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием. Далее последовательно понижался уровень связности на единицу, выявлялись соответствующие симплексы и проверялось условие их объединения.

Результаты q-анализа для комплекса  $K_X(Y, R)$ .

$$q = 8 \quad Q_8 = 1 \quad \{x_1\}$$

$$q = 7 \quad Q_7 = 1 \quad \{x_1\}$$

...

$$q = 2 \quad Q_2 = 1 \quad \{x_1\}$$

$$q = 1 \quad Q_1 = 2 \quad \{x_1 \ x_2 \ x_4\} \{x_7\}$$

$$q = 0 \quad Q_0 = 1 \quad \{все\}$$

Вид структурного вектора  $Q_X = \{1 \dots 121\}$  показал, что комплекс сильно связан для больших и малого значений  $q$ , а для промежуточного значения распадается на несвязные компоненты. На уровне связности  $q = 1$  имеется связный компонент  $\{x_1 \ x_2 \ x_4\}$ , который показывает, что, изменяя факторы  $x_2$  – «график работы поликлиники» и  $x_4$  – «работа узких специалистов», можно управлять фактором «степень неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием.

Десятая строка содержит наибольшее число элементов – 6. Наибольшая связность комплекса  $K_Y(X, R)$   $q = 5$ . На этом уровне связности имеется один компонент  $\{x_{10}\}$ , который соответствует фактору «распределение очередности приема».

$$q = 5 \quad Q_5 = 1 \quad \{x_{10}\}$$

$$q = 4 \quad Q_4 = 1 \quad \{x_{10}\}$$

$$q = 3 \quad Q_3 = 1 \quad \{x_{10}\}$$

$$q = 2 \quad Q_2 = 2 \quad \{x_{10}\} \{x_3\}$$

$$q = 1 \quad Q_1 = 2 \quad \{x_{10} \ x_2 \ x_4\} \{x_3\}$$

$$q = 0 \quad Q_0 = 1 \quad \{все\}$$

Вид структурного вектора  $Q_Y = \{111221\}$  свидетельствует, что комплекс  $K_Y(X, R)$  сильно связан для больших и малого значений  $q$ , а для промежуточных распадается на несвязные компоненты. На уровне связности  $q = 1$  имеется связный компонент  $\{x_{10} \ x_2 \ x_4\}$ , который показывает, что на фактор  $x_{10}$  – «распределение очередности приема» существенное влияние оказывают факторы  $x_2$  – «график работы поликлиники» и  $x_4$  – «работа узких специалистов». Фактор «распределение очередности» – вершина орграфа  $V_{10}$  с симплексом наибольшей размерности – выбирается специалистами для обоснования управленческих решений.

Серия вычислительных экспериментов, проведенных с использованием авторского программного средства, разработанного с применением численных методов и кроссплатформенной технологии, показала следующие ре-

зультаты [7]. На рис. 5 представлен результат вычислительного эксперимента при условии имитации ухудшения факторов с 1 по 10 путем внесения импульсов по минус одной условной единице во все управляющие вершины орграфа. Пунктирная линия на рисунке соответствует значениям целевого фактора «степень неудовлетворенности» граждан медицинским обслуживанием на нескольких шагах вычислений.



Рис. 5. Результаты первого эксперимента.

На рис. 6 представлен результат вычислительного эксперимента при условии имитации улучшения фактора  $x_2$  – «график работы поликлиники». При таком условии наблюдается тенденция улучшения целевого фактора, так как его значения снизились почти в 2 раза по сравнению со значениями, представленными на рис. 5.

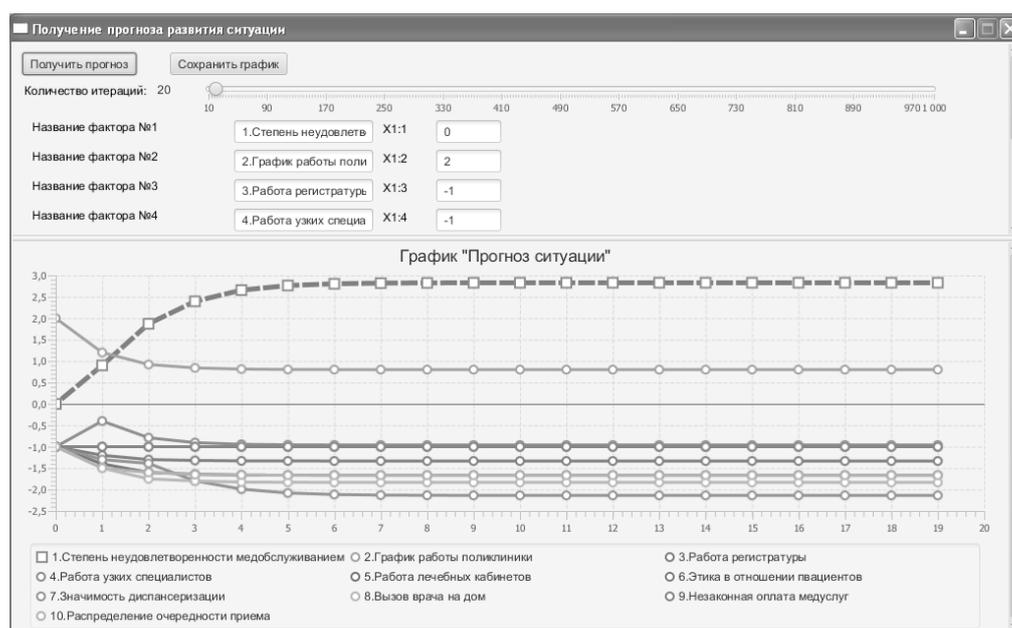


Рис. 6. Результаты второго эксперимента.

Таким образом, изменяя фактор «график работы поликлиники», можно управлять фактором «степень неудовлетворенности» гражданами медицинским обслуживанием в период пандемии.

Вычислительная процедура проводится следующим образом. Значение импульса, вносимого в одну из вершин орграфа, задается разностью значений параметров в вершинах на шагах  $n$  и  $n+1$ :

$$v_i(n+1) - v_i(n) = p_j(n+1).$$

Уравнение для автономного импульсного процесса во взвешенном орграфе имеет вид:

$$p_j(n+1) = \sum_{j=1}^n w(u_j, u_i) p_j(n).$$

Эти уравнения представляют собой систему конечно-разностных уравнений с параметрами, отражающими веса дуг орграфа  $w(u_j, u_i)$ .

Условие для автономного импульсного процесса в знаковом орграфе обобщается в правило изменения значений для автономного импульсного процесса во взвешенном орграфе в виде формулы [8]:

$$v_i(t+1) = v_i(t) + \sum_{j=1}^n w(u_j, u_i) p_j(t).$$

## Заключение

Применение моделирования и информационных технологий для поддержки принятия решений в социально-экономической сфере позволяет имитировать варианты развития ситуации на модельном объекте. Такой подход способствует выбору оптимального решения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Омельяновский В.В., Максимова Л.В., Татаринов А.П.* Зарубежный опыт: модели финансирования и организации систем здравоохранения // Финансовый журнал. – 2014. – № 3. – С. 22-34.
2. *Коробкова О.К.* Управление развитием сферы услуг здравоохранения в условиях цифровой экономики: Дис... д-ра экон. наук. – М.: ГУУ, 2020.
3. *Березной А.В., Сайгилов Р.Т.* «Цифровая революция» и инновационные бизнес-модели в здравоохранении: глобальные тренды и российские реалии // Вестник РАМН. – 2016. – 71(3). – С. 200-213.
4. *Kim C. E., Shin J. S., Lee J., Lee Y. J., Kim M., Choi A., Park K. B., Lee H.J. and Ha I.H.* BMC Complementary and Alternative Medicine. – 2017. 17: 174.
5. *Febres-Ramos R.J., Mercado-Rey M.R.* Patient satisfaction and quality of care of the internal medicine service of Hospital Daniel Alcides Carrión Huancayo – Peru. Rev. Fac. Med. Hum. – 2020. 20 (3): 397-403.
6. *Маренко В.А., Ляпин В.А. и др.* Анализ когнитивных моделей // Математические структуры и моделирование. – 2015. – № 2 (34). – С. 64-74.

7. *Lozhnikov V., Marenko V.* Software for the computational experiment "Synthesis of the topological structure of the cognitive model" // J. Phys.: Conf. Ser. 1441 012148, 2020.
8. *Робертс Ф.С.* Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.*

*E-mail:*

*Ляпин Виталий Алексеевич – v.liarin@mail.ru;*

*Маренко Валентина Афанасьевна – marenko@ofim.oscsbras.ru.*