

УДК 681.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ И СЕЗОННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ  
ОБРАЩАЕМОСТИ В НЕВРОЛОГИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ДЛЯ БОЛЬНЫХ  
С ОСТРЫМИ НАРУШЕНИЯМИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

В.М. ФРОЛОВ, М.А. ЛУЦКИЙ\*

\* Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы обращаемости пациентов с цереброваскулярными заболеваниями и построения прогностических моделей.

**Ключевые слова:** острые нарушения мозгового кровообращения, сезонность обращаемости, модели сезонной стабильности.

MODELING OF SCOPE OF SERVICE AND STABILITY OF SEASONAL UPTAKE IN THE  
NEUROLOGICAL DEPARTMENT FOR PATIENTS WITH ACUTE ISCHEMIC STROKE

V.M. FROLOV, M.A. LUTSKIY

*The Voronezh state medical academy of N.N. Burdenko*

**Resume.** The article examines the uptake of patients with cerebrovascular disease and build predictive models.

**Key words:** acute cerebrovascular accident, seasonality negotiability, models of seasonal stability.

В современных условиях лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ) (больницы, поликлиники, врачебные участки) полностью или частично функционируют на компенсационной основе в условиях рыночных отношений, что требует гибкого изменения их структуры. Следовательно, надо располагать оценками обращаемости населения за медицинской помощью, а для оценки сезонности обращения тенденцией изменения и формирования модели текущих приоритетов видов обслуживания привлечь методы прогнозирования ситуации на основе ретроспективной информации о динамике обращаемости [1].

Объем обращений населения в ЛПУ оказывает влияние на организацию его работы, на планирование медицинской помощи и экономическую составляющую затрат на выполнение необходимых мероприятий [1].

Анализ ретроспективной информации о результатах работы ЛПУ за предыдущие годы позволяет оптимизировать процесс лечения цереброваскулярных заболеваний, использовать при планировании лечебно-профилактических мероприятий и для оптимизации объема обслуживания ЛПУ.

От спрогнозированного количества заболеваний на очередной календарный год зависит объем работы медицинского учреждения, а, следовательно, и ресурсное обеспечение медицинского обслуживания.

Методика формирования оптимального плана состоит из трех этапов: определения уровней риска и проведение экспертного анализа заболеваемости на врачебных участках с последующей обработкой полученных данных методом априорного ранжирования, построения критерия оптимизации, решения оптимизационной модели с целью получения оптимального плана работы [1].

Оптимизационная модель, состоящая из целевой функции и ограничений имеет вид:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \beta_{ji} x_{ij} \rightarrow \max; \quad \sum_{i=1}^n t_i x_{ij} \leq T_j, \quad j = \overline{1, n}; \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} \geq \lambda, \quad x_i \geq 0. \quad (1)$$

где  $\beta_{ji}$  - весовой коэффициент, характеризующий уровень риска  $j$ -го врачебного участка по заболеванию  $i$ -го класса;  $x_{ij}$  - количество обслуженных пациентов с диагнозом  $i$ -го класса, проживающих на территории  $j$ -го врачебного участка;  $t$  - норма времени на медицинское обслуживание  $i$ -го вида;  $T$  - гарантированный фонд времени в течение планируемого календарного периода по  $j$ -му врачебному участку;  $\lambda$  - величина суммарной обращаемости за календарный период оказанным видам медицинского обслуживания.

Решение оптимизационной модели по полученным данным позволяет получить оптимальное плановое количество пациентов  $x_{ij}$ , требующих  $i$ -го вида медицинского обслуживания по  $j$ -ой территориальной единицы.

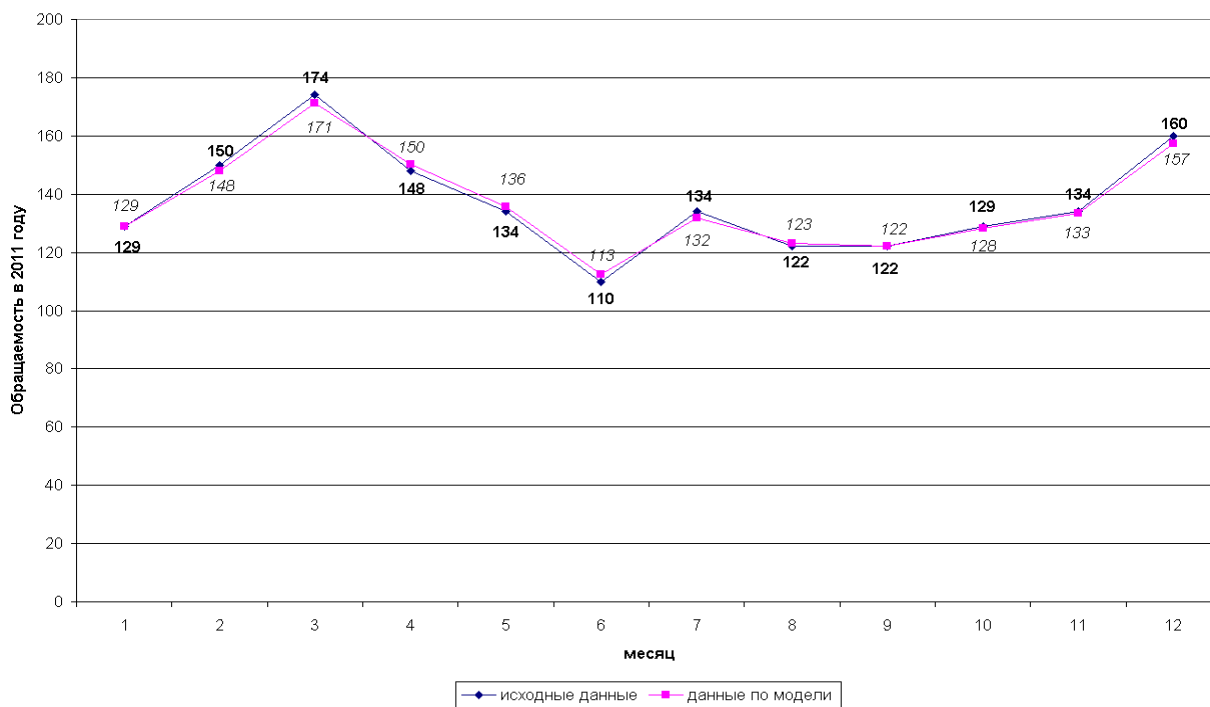
На основе полученных данных проводится планирование мероприятий по снижению заболеваемости на различных врачебных участках с учетом изменения экологической обстановки и социальных условий, по улучшению диспансерной профилактической работы.

Помимо тех пациентов с цереброваскулярными заболеваниями, которые состоят на диспансерном учете, в ЛПУ впервые обращаются пациенты с данным заболеванием. Причем количество обращений изменяется сезонно и поквартально.

Для планирования деятельности лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) и формирования его рациональной структуры необходимо оценивать изменения интенсивности обращения и сезонной стабильности.

Если сезонные изменения по годам практически стабильные, то можно считать, что возможно регулировать пропускную способность учреждения.

Для оценки сезонной стабильности используется микродинамика обслуживания пациентов в течение года по месяцам, которая отражает сезонный характер для неврологического отделения для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения [2].



*Рис.* Статистические и прогнозные значения по моделям обращаемости в неврологическое отделение для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения ВОКБ №1 в 2011 году по месяцам.

Для оценки стабильности используются полиномиальные прогностические модели, параметры которых определяются методом экспоненциального сглаживания. Если сезонные изменения интенсивности обращения являются стабильными, то их можно использовать для формирования рациональной структуры лечебно-профилактического учреждения. В противном случае необходимо выбрать рациональный запас по пропускной способности, компенсирующий сезонный характер по годам [2]. Методом экспоненциального сглаживания были получены прогностические модели по статистическим данным обращаемости в неврологическое отделение для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения ВОКБ №1 в 2009-2011 г.г. На рисунке представлены результаты моделирования обращаемости в неврологическое отделение для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения по месяцам в 2011 г.

Прогностическая модель:

$$y(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha)y(t - 1), \tag{2}$$

где  $\alpha = 0,9$  - параметр сглаживания.

$$s(0) = \frac{x(n) - x(1)}{n - 1} = 2,818; \quad y(0) = x(1) - \frac{s(0)}{2} = 127,6 \tag{3}$$

Средняя абсолютная ошибка равна 0, средняя относительная ошибка 0%. Дисперсия для исходного ряда  $S_1^2 = 320,15$ , для модельного ряда  $S_2^2 = 281,01$ .  $S_1^2/S_2^2 = 1,1393$ . Дисперсия ошибки предсказания  $S_{\text{ост}}^2 = 4,6$ .

Адекватность прогностических моделей статистическим данным была проверена с помощью F-критерия Фишера. Так как оказалось, что для всех моделей (2009-2011 г.г.) расчетное значение  $F_{\text{расч}}$  меньше критического значения  $F_{\text{кр}}$  [1], при числе степеней свободы  $f_1 = f_2 = N - 1$  и уровне значимости  $q = 5\%$ , то полученные прогностические модели адекватно описывают статистические данные [3].

Для оценки стабильности изменения обращаемости произведем сравнение дисперсий ошибок предсказания  $S^2_{\text{ост}}$  для 2010 г. и 2011 г. Оказалось, что расчетное число критерия Фишера из соотношения  $F_p = S^2_{\text{ост.2010}} / S^2_{\text{ост.2011}}$  равно 2,71. Так как  $F_p = 2,71 < F_{\text{кр}} = 2,82$  при числе степеней свободы  $f_1 = f_2 = 11$  и уровне значимости  $q = 5\%$ , то прогностические модели можно использовать для формирования рациональной структуры неврологического отделения для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения.

Анализ ретроспективной информации о результатах работы ЛПУ за предыдущие годы позволяет оптимизировать процесс лечения цереброваскулярных заболеваний, использовать при планировании лечебно-профилактических мероприятий и для оптимизации объема обслуживания ЛПУ.

На основе полученных данных проводится планирование мероприятий по снижению заболеваемости на различных врачебных участках с учетом изменения экологической обстановки и социальных условий, по улучшению диспансерной профилактической работы.

Рассматриваемый подход к принятию управленческих решений используется для формирования целевой лечебно-профилактической программы муниципального района в целом и поликлинического региона в частности [4].

#### Литература

1. *Летникова, Л.И.* Модели и алгоритмы прогнозирования акушерской патологии и принятия управленческих решений в регионе с льготным социально-экономическим статусом / Л.И. Летникова, М.В. Фролов // Моделирование, оптимизация и компьютеризация в сложных системах (Кн.31). – Воронеж: ВГТУ, 2003. – 148с.
2. *Бочоришвили, М.Л.* Рациональное управление поликлиническим обслуживанием населения на основе визуализации информации и прогнозирования развития заболеваемости / М.Л. Бочоришвили, Н.Г. Сапожникова, М.В. Фролов // Моделирование, оптимизация и компьютеризация в сложных системах; (Кн.34). – Воронеж: ВГТУ, 2003. – 106с.
3. *Фролов, В.Н.* Выбор тактики лечения с применением математических методов: монография / В.Н. Фролов. – Воронеж: ВГТУ, 2009. – 98с.
4. *Фролов, В.М.* Пути совершенствования системы медицинской помощи при острых нарушениях мозгового кровообращения на основе компьютерных и информационных технологий / В.М. Фролов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. – М., 2012. – Том 11. – №3. – С. 783-790.