

# Здоровье и общество

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

УДК 614.1

**Хабриев Р. У.<sup>1</sup>, Черкасов С. Н.<sup>1,2</sup>, Федяева А. В.<sup>2</sup>, Авсаджанишвили В. Н.<sup>2</sup>, Васильев М. Д.<sup>1</sup>**

## **АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ, ОКАЗЫВАЕМОЙ В АМБУЛАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ, НАСЕЛЕНИЯ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н. А. Семашко» Минобрнауки России, 105064, г. Москва;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова» РАН, 117997, г. Москва

*Цель исследования — разработка алгоритма планирования потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, населения старших возрастных групп на основе методов математического моделирования.*

*В качестве источника информации использовали данные о случаях оказания медицинской помощи населению старших возрастных групп (60 лет и старше). Изучена вероятность обращения в каждом одногодичном возрастном интервале начиная с возраста 60 лет. Принцип построения математических моделей базировался на функциональном подходе с использованием алгебраических функций методом наименьших квадратов (регрессионный анализ). Окончательный выбор математической модели делался в пользу математической функции, имеющей наибольшую величину коэффициента аппроксимации. Степень влияния исследуемой переменной «возраст» оценивали посредством вычисления остаточной дисперсии.*

*Установлено, что общий уровень потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, выше у женщин. Максимум потребления у женщин и у мужчин приходится на возраст 76 лет. После указанного возраста частота посещений снижается независимо от гендерной принадлежности. Минимальные уровни потребности наблюдаются в самых старших возрастных группах (95—100+ лет). Вариабельность показателя выше у мужчин и на участке повышения потребности, и на этапе снижения потребности. Наличие единых механизмов и факторов, лежащих в основе формирования потребности в амбулаторной медицинской помощи, подтверждает использование в процессе моделирования одинаковых функций. Характер моделирующей функции не имеет гендерных различий. Оптимально возрастная динамика описывается полиномиальными функциями. Предложенные модели возрастной динамики частоты амбулаторных посещений представителей старших возрастных групп более чем на 90% описывают существующие колебания с использованием не сглаженных данных.*

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** планирование медицинской помощи; населения старших возрастных групп; математическое моделирование.

**Для цитирования:** Хабриев Р. У., Черкасов С. Н., Федяева А. В., Авсаджанишвили В. Н., Васильев М. Д. Алгоритм планирования потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, населения старших возрастных групп с использованием математических моделей. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2022;30(6):1203—1210. DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2022-30-6-1203-1210>

**Для корреспонденции:** Федяева Анна Владимировна, канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории 81 «Управления общественным здоровьем» ФГБНУ «Институт проблем управления имени В. А. Трапезникова», e-mail: [orgzdravotdel@gmail.com](mailto:orgzdravotdel@gmail.com)

**Khabriev R. U.<sup>1</sup>, Cherkasov S. N.<sup>1,2</sup>, Fedyayeva A. V.<sup>2</sup>, Avsadzhanishvili V. N.<sup>2</sup>, Vasil'yev M. D.<sup>1</sup>**

## **THE ALGORITHM OF PLANNING THE NEEDS IN MEDICAL CARE PROVIDED IN OUT-PATIENT CONDITIONS TO ELDERLY AGE GROUPS OF POPULATION USING MATHEMATICAL MODELS**

<sup>1</sup>N. A. Semashko National Research Institute of Public Health, 105064, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>The Federal State Budget Institution of Science “The V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences” of The Russian Academy of Sciences, 117997, Moscow, Russia

*The purpose of the study is to develop algorithm for planning the need in medical care provided in out-patient conditions to elderly groups of population based on mathematical modeling methods. Research materials and methods. As a source of information, data on cases of medical care provided to the population of elderly age groups (60 years and older) were used. The probability of access was studied in each one-year age interval, starting from the age of 60 years. The principle of mathematical modeling was based on functional approach applying algebraic functions by least squares method (regression analysis). The final choice of mathematical model was made in favor of mathematical function having largest value of approximation coefficient. The degree of influence of analyzed variable “age” was evaluated by residual variance calculation.*

*It is established that overall need for out-patient care is higher in women. The maximum consumption in both women and men falls on the age of 76 years. After this age, frequency of visits decreases regardless of gender. Minimal levels of need are observed in the oldest age groups (95–100 and older). The variability of the indicator is higher in men, both at the area of need increasing and at the stage of need decreasing. The existence of common mechanisms and factors underlying the formation of the need for out-patient care confirms the use of the identical functions in modeling process. The character of modeling function has no gender differences. The age dynamics is described optimally by polynomial functions. The proposed models of age dynamics of out-patient visit rates of representatives of elder age groups in more than 90% describe existing fluctuations using non-smoothed data.*

**К е у о р д с:** planning; medical care; population; elder age groups; mathematical modeling.

**For citation:** Khabriev R. U., Cherkasov S. N., Fedyayeva A. V., Avsadzhanishvili V. N., Vasil'yev M. D. The algorithm of planning the needs in medical care provided in out-patient conditions to elderly age groups of population using mathematical

models. *Problemi socialnoi gigieni, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*. 2022;30(6):1203–1210 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2022-30-6-1203-1210>

**For correspondence:** Fedyayeva A. V., candidate of medical sciences, the Senior Researcher of the Laboratory 81 of The Public Health Management of the Federal State Budget Institution of Science “The V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences” of The Russian Academy of Sciences. e-mail: [orgzdravotdel@gmail.com](mailto:orgzdravotdel@gmail.com)

**Conflict of interests.** The authors declare absence of conflict of interests.

**Acknowledgment.** The study had no sponsor support

Received 09.02. 2022

Accepted 23.06.2022

## Введение

Адекватное планирование необходимых объемов медицинской помощи является одним из необходимых условий повышения эффективности использования ресурсов здравоохранения [1–3]. Особую значимость имеет перспективное комплексное и стратегическое планирование. В последние десятилетия были сделаны попытки перехода от планирования ресурсных показателей (число коек, число врачей, количество медицинских организаций) к планированию результативных показателей (число койко-дней, число посещений и обращений, число вызовов скорой помощи) [4–6]. Однако и сегодня в Российской Федерации преобладает сметно-бюджетное распределение средств в медицинские организации с привязкой к объемным показателям (число коек, мощность амбулаторных подразделений), что приводит к неэффективному расходованию ресурсов, наращиванию объемов медицинской помощи и незаинтересованности руководителей здравоохранения в расширении профилактики и применении ресурсосберегающих технологий [7–9].

Несмотря на большой опыт планирования всех компонентов деятельности системы здравоохранения, начиная от фельдшерско-акушерского пункта до крупнейших научных центров, существующая в Российской Федерации нормативно рекомендованная система планирования в здравоохранении, закрепленная алгоритмами разработки территориальных Программ государственных гарантий, полностью игнорирует динамические процессы (изменения возрастно-половой структуры населения, уровня заболеваемости, распространенности факторов риска) [10–12]. При данном подходе совпадение величины потребности и определенных при планировании показателей может быть достигнуто далеко не всегда, а в реальности соответствия планируемых показателей и реального уровня потребности не наблюдается никогда [13, 14].

При большом интересе исследователей к проблеме планирования медицинской помощи совершенствование подходов к планированию как резерв повышения качества и эффективности медицинского обеспечения, совершенствование методов планирования являются актуальными задачами общественного здоровья.

Цель исследования — разработать алгоритм планирования потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, населения

старших возрастных групп на основе методов математического моделирования.

## Материалы и методы

В качестве источника информации использовали данные о случаях оказания медицинской помощи населению возрастных групп 60 лет и старше (база данных обращений Территориального фонда обязательного медицинского страхования — ТФОМС — Московской области за 2018—2019 гг.). Анализ возрастной динамики потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, проводился отдельно в отношении посещений и отдельно в отношении обращений. Понятия «посещение» и «обращение» определялись в соответствии с положениями постановления Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2017 г. № 1492 «О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов».

Изучалась вероятность обращения в каждом одностороннем возрастном интервале начиная с возраста 60 лет. В связи с малочисленностью возрастных групп мужчин и женщин старше 100 лет была сформирована одна открытая возрастная группа: 100 и более лет. Следовательно, при построении динамической кривой использовали 41 точку. Расчет производился на 1 тыс. населения соответствующего возраста и пола.

Анализ возрастной динамики потребности проводили с использованием классических методов построения динамических рядов. При моделировании данные сглаживались методом скользящей средней с учетом двух соседних точек. В процессе анализа вычислялись базовые показатели динамического ряда: абсолютный прирост, относительный прирост, показатель наглядности и темп прироста показателя.

Принцип построения математических моделей базировался на функциональном подходе с использованием алгебраических функций методом наименьших квадратов (регрессионный анализ). На первом шаге регрессионного анализа полученные данные целесообразно моделировать с использованием линейной функции и оценки качества моделей с использованием критерия  $R^2$  (коэффициент аппроксимации). При получении данных о неадекватности линейной модели, т. е. ее неспособности качественно отразить наблюдаемую динамику, использовался второй шаг путем добавления в модель нелинейных членов с целью уточнения характера вза-

имодействия между предикторными переменными. Самым удобным способом оценивания параметров полученной регрессии является нелинейное оценивание как обобщение множественной регрессии и дисперсионного анализа с учетом того, что в методе множественной регрессии (и в дисперсионном анализе) предполагается, что зависимость отклика от предикторных переменных линейна. Нелинейное оценивание позволяет задать практической любой тип непрерывной или разрывной регрессионной модели, например пробит и логит модели, модель экспоненциального роста и полиномиальной регрессии как наиболее распространенной «нелинейной» модели. Окончательный выбор математической модели делался в пользу математической функции, имеющей наибольшую величину коэффициента аппроксимации.

В результате такого подхода получали систему уравнений, линейных и нелинейных, в каждом из которых выражали зависимость объема медицинской помощи от предикторных переменных. В данном случае в качестве предикторных переменных выступали возраст и пол.

Степень влияния исследуемой переменной «возраст» оценивали посредством вычисления остаточной дисперсии как суммы квадратов отклонений теоретического значения объема потребности в медицинской помощи от реально наблюдаемого. Формула для вычисления остаточной дисперсии:

$$D_{\text{ост}} = \sum_1^n \frac{\varepsilon^2}{n-2},$$

где  $\varepsilon$  — квадрат разницы между реальным значением потребности (зависимая переменная) и теоретически вычисленным с использованием уравнения регрессии. Значение сигмального отклонения вычисляли как квадратный корень из дисперсии:

$$\sigma = \sqrt{D_{\text{ост}}}.$$

Степень влияния возраста на зависимую переменную (величину потребности в медицинской помощи) определяли как эмпирическое корреляционное отношение по формуле:

$$\text{Корреляционное отношение} = \sqrt{\frac{(D_{\text{общ}} - D_{\text{ост}})}{D_{\text{общ}}}}.$$

При величине корреляционного отношения более 0,9 изменения величины потребности в медицинской помощи практически полностью определялись возрастом пациента. Разница между единицей и значением корреляционного отношения расценивалась как доля влияния на величину потребности в медицинской помощи других факторов.

### Результаты исследования

Всего было рассчитано три показателя, которые характеризовали потребность в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях (посещения, обращения, длительность амбулаторного лечения). Для исключения избыточности информа-

ции были построены две корреляционные матрицы отдельно в отношении мужчин и отдельно в отношении женщин, где каждый элемент матрицы представлял собой коэффициент парной корреляции каждого показателя потребности с каждым.

Анализ построенной матрицы показал, что показатель «Количество посещений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» и показатель «Количество обращений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» у мужчин находятся в тесной корреляционной зависимости ( $r=0,78 \pm 0,1$ , отличие от нуля значимо). В отношении женщин зависимость приближалась к функциональной ( $r=0,99 \pm 0,01$ , отличие от нуля значимо).

Зависимость между показателем «Количество посещений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» и показателем «Длительность амбулаторного лечения» характеризовалась значением коэффициента корреляции  $0,77 \pm 0,1$  (отличие от нуля значимо), а зависимость между показателем «Количество обращений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» и показателем «Длительность амбулаторного лечения» характеризовалась значением коэффициента корреляции  $0,99 \pm 0,02$  (отличие от нуля значимо), что свидетельствует о дублировании информации.

В отношении женщин зависимость между показателями «Количество посещений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» и «Количество обращений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» была практически функциональной ( $r=0,99 \pm 0,01$ , отличие от нуля значимо). Зависимость между показателем «Количество посещений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» и показателем «Длительность амбулаторного лечения» характеризовалась значением коэффициента корреляции  $0,98 \pm 0,03$  (отличие от нуля значимо), что также делает целесообразным учитывать эти признаки как независимые. Зависимость между показателем «Количество обращений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» и показателем «Длительность амбулаторного лечения» характеризовалась значением коэффициента корреляции  $0,99 \pm 0,02$  (отличие от нуля значимо).

В связи с полученной информацией при анализе возрастной динамики потребности целесообразно не учитывать показатель «Количество обращений в медицинские организации, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях» и оставить только два, несмотря на их достаточно сильную корреляционную зависимость. Один из показателей будет характеризовать интенсивность посещений, а

Таблица 1

Показатели, допущенные к построению математической модели потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, населения старших возрастных групп

№ показателя	Наименование показателя	Размерность показателя
<b>Медицинская помощь, оказываемая в амбулаторных условиях</b>		
1	Количество посещений в медицинских организациях, оказывающие медицинскую помощь в амбулаторных условиях	На 1 тыс. мужчин и женщин в возрасте 60 лет и старше
2	Длительность амбулаторного лечения	Число дней амбулаторного лечения на 1 тыс. мужчин и женщин в возрасте 60 лет и старше

другой — длительность лечения в амбулаторных условиях (табл. 1).

На рис. 1 представлена возрастная динамика частоты посещений у мужчин.

Из приведенных данных следует, что минимальный уровень востребованных объемов медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, у мужчин старших возрастных групп наблюдается в возрасте 100 лет и старше (282 посещения на 1 тыс. мужчин соответствующего возраста). Максимальный уровень потребности наблюдается в возрасте 76 лет — 8940 посещений на 1 тыс. мужчин соответствующего возраста. В возрасте 60 лет уровень востребованных объемов значительно меньше. Это определяет характер кривой, которая возрастает на участке 60—76 лет, а затем ее значения снижаются. Других экстремумов на исследуемом возрастном интервале обнаружено не было.

Наиболее качественно такая кривая описывается полиномиальной функцией. При показателе степени 2 значение коэффициента аппроксимации — 0,919. Увеличение значения показателя степени не приводит к значимому повышению коэффициента аппроксимации (при степени 3 — 0,919; при степени 4 — 0,925), что позволяет не усложнять моделирующую функцию и рассматривать параболу второго порядка с отрицательным первым коэффициентом как достаточно адекватную модель возрастной динамики потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, выраженной в количестве посещений.

Общее значение прироста на восходящей части — 60,6%. Среднее значение темпа прироста на восходящей части составляет 3,8% ежегодного прироста. Величина падения интенсивности посещений более выражена и составляет 83,9% за весь период падения, что составляет 3,4% уменьшения уровня потребности ежегодно (средние значения, рассчитанные по сглаженным показателям).

Минимум второго показателя, отобранного для характеристики востребованных объемов медицинской помощи (число дней амбулаторного лечения), оказываемой в амбулаторных условиях, у мужчин старших возрастных групп также наблюдался в возрасте 100 лет и более — 1038 дней амбулаторного лечения на 1 тыс. мужчин соответствующего возраста. В возрастной группе 99 лет величина востребованных объемов медицинской помощи составила 7620 дней амбулаторного лечения на 1 тыс. мужчин соответствующего возраста, что более чем в 7 раз выше. Если исключить возрастную группу 100 лет и старше, то минимум потребления медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, наблюдается в возрастной группе 98 лет — 5871 день амбулаторного лечения на 1 тыс. мужчин соответствующего возраста. Максимальный уровень потребности наблюдается в возрасте 76 лет — 27 214 дней амбулаторного лечения на 1 тыс. мужчин соответствующего возраста. Начиная с возрастной группы 60 лет уровень потребности возрастает при увеличении возраста на участке 60—76 лет, а затем ее значения снижаются. Наблюдаемые данные полностью повторяют динамику востребованных объемов, выраженную в посещениях (рис. 2).

Как и в предыдущем случае (при анализе возрастной динамики объема медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, выраженной в количестве посещений), наиболее качественно такая кривая описывается полиномиальной функцией. Увеличение значения показателя степени не приводит к значимому повышению коэффициента аппроксимации, поэтому целесообразно использовать параболу второго порядка с отрицательным первым коэффициентом как достаточно адекватную модель возрастной динамики потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, выраженной в днях амбулаторного лечения.

Общее значение прироста на восходящей части кривой составило 65%. Среднее значение темпа прироста на восходящей части — 4,06% ежегодного

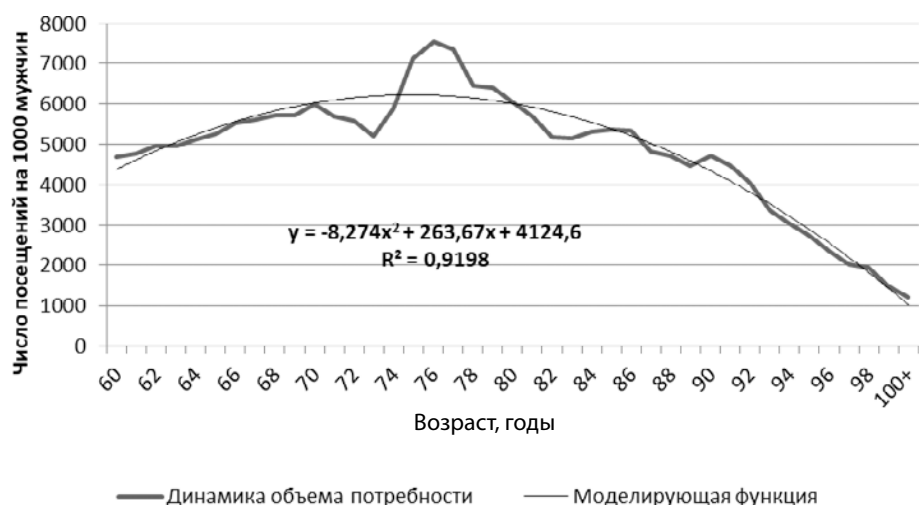


Рис. 1. Возрастная динамика частоты посещений у мужчин (данные сглажены).

Здоровье и общество

прироста, что соответствует ранее полученным данным. Величина падения интенсивности посещений более выражена и составила 81,7% за весь период падения, что демонстрирует 3,3% уменьшения уровня потребности ежегодно (средние значения, рассчитанные по сглаженным показателям).

Модель возрастной динамики частоты амбулаторных посещений у мужчин старших возрастных групп более чем на 90% описывает существующие колебания с использованием не сглаженных данных (табл. 2). Такая же точность характеристик наблюдается и при моделировании возрастной динамики длительности амбулаторного лечения.

На рис. 3 представлена возрастная динамика частоты посещений у женщин. Минимальный уровень востребованных объемов медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, у женщин наблюдается в возрасте 100 лет и старше (1283 посещения на 1 тыс. женщин соответствующего возраста). Указанный уровень востребованности отличается от уровня, наблюдаемого в более молодых возрастных группах. Так, в возрастной группе 90—99 лет уровень востребованных объемов составляет 1800—3600 посещений на 1 тыс. женщин соответствующего возраста. Максимальный уровень потребности наблюдается в возрасте 76 лет — 11 039 посещений на 1 тыс. женщин соответствующего возраста. Так как в возрасте 60 лет уровень востребованных объемов значительно меньше, то выделяются два участка кривой, описывающей наблюдаемую динамику. Первый участок характеризуется повышением уровня востребованных объемов (60—76 лет), а второй — снижением уровня востребованных объемов (77—100+ лет). Исключая локальные максимумы и минимумы, других

экстремумов на исследуемом возрастном интервале обнаружено не было.

Наиболее качественно такая кривая описывается полиномиальной функцией. При показателе степени 2 значение коэффициента аппроксимации составляет 0,867. Увеличение значения показателя степени на единицу приводит к повышению коэффициента аппроксимации (при степени 3 — 0,931; при степени 4 — 0,936). Учитывая полученные данные, целесообразно использовать моделирующую функцию с показателем степени 3 при первом коэф-

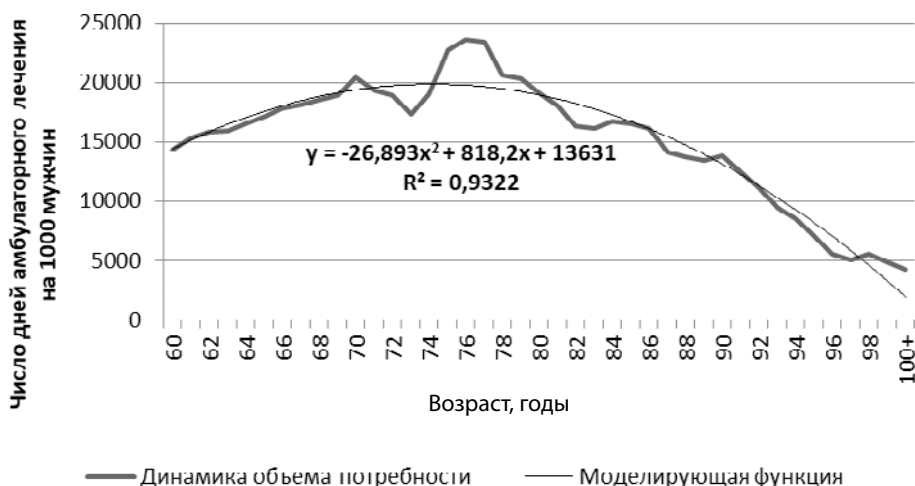


Рис. 2. Возрастная динамика востребованных объемов медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, у мужчин (данные сглажены).

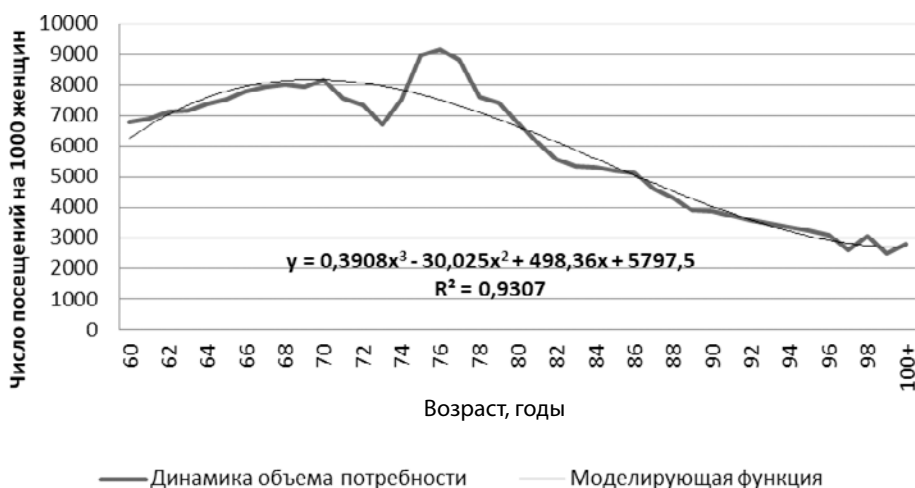
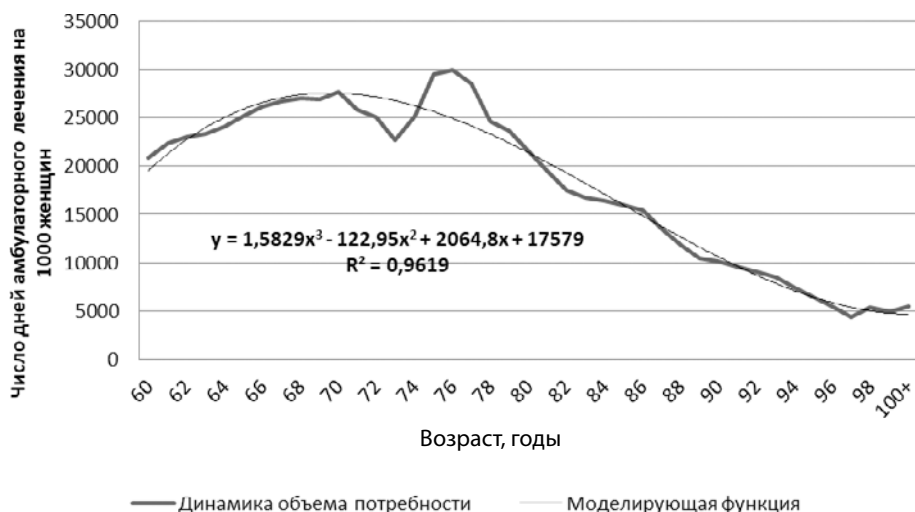


Рис. 3. Возрастная динамика частоты посещений у женщин (данные сглажены).

Таблица 2

Характеристики математических моделей динамики интенсивности потребления медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, у мужчин

Характеристика математической модели	Моделируемое состояние	
	частота посещений у мужчин	длительность амбулаторного лечения
Формула	$Y = -8,27x^2 + 263,7x + 4124,6$	$Y = -26,89x^2 + 818,2x + 13\ 631$
$D_y$	2 621 444	31 683 140
$D_{ост}$	412 159	4 997 812
Доля влияния исследуемого признака (возраста)	0,918	0,917
Доля случайных колебаний результирующей величины	0,082	0,083



**Рис. 4.** Возрастная динамика востребованных объемов медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, у женщин (данные сглажены).

фициенте как адекватную модель возрастной динамики потребности женщин в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, выраженной в количестве посещений.

Общее значение прироста на восходящей части — 62,9%. Среднее значение темпа прироста на восходящей части составляет 3,7% ежегодного прироста. Величина падения интенсивности посещений более выражена и составляет 88,4% за весь период падения, что составляет 3,7% уменьшения уровня потребности ежегодно. По сглаженным показателям средний темп ежегодного прироста составляет 2%, а темп падения — 2,9%. Большая разница между реальными и сглаженными показателями объясняется выраженными колебаниями объемов востребованной медицинской помощи по одногодичным возрастным интервалам.

На рис. 4 представлена возрастная динамика у женщин востребованных объемов медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, выраженная в днях амбулаторного лечения. Как и при анализе возрастной динамики посещений, полученная кривая имеет восходящую и нисходящую части. Максимум объема наблюдается в возрасте 76 лет — 34 274 дня лечения в амбулаторных условиях. Исходя из характера кривой, минимумов два: первый — в возрасте 61 года (19 959 дней), а второй — в возрастной группе 100 лет и старше (2669 дней лечения в амбулаторных условиях на 1 тыс. женщин соот-

ветствующего возраста). Других экстремумов функции на исследуемом возрастном интервале выявлено не было.

Наиболее качественно полученная кривая описывается полиномиальной функцией. Как и в случае анализа возрастной динамики амбулаторных посещений, увеличение значения показателя степени приводит к повышению коэффициента аппроксимации. Если использовать показатель степени 2, то значение коэффициента аппроксимации составит 0,899, при значении показателя степени 3 — 0,962, при показателе 4 — 0,965. Следовательно, наиболее целесообразно использовать показатель 3. В результате

моделирующая функция приобретает вид кубической функции с положительным первым коэффициентом.

Общее значение прироста на восходящей части кривой составило 58,5%. Среднее значение темпа прироста на восходящей части составляет 3,4% ежегодного прироста, что соответствует ранее полученным данным. Величина падения интенсивности посещений более выражена и составляет 92,2% за весь период падения, что составляет 3,8% уменьшения уровня потребности ежегодно. По сглаженным показателям средний темп ежегодного прироста составляет 2,6%, а темп падения — 3,4%. Большая разница между реальными и сглаженными показателями объясняется выраженными колебаниями объемов востребованной медицинской помощи по одногодичным возрастным интервалам.

Предложенные модели возрастной динамики частоты амбулаторных посещений у женщин старших возрастных групп более чем на 90% описывают существующие колебания с использованием не сглаженных данных (табл. 3). Такая же точность характеристик наблюдается и при моделировании возрастной динамики длительности амбулаторного лечения.

### Заключение

Общий уровень потребности в медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях, вы-

Таблица 3

**Характеристики математических моделей динамики интенсивности потребления медицинской помощи, оказываемой в амбулаторных условиях у женщин**

Характеристика математической модели	Моделируемое состояние	
	частота посещений у женщин	длительность амбулаторного лечения
Формула	$Y = 0,39x^3 - 30,025x^2 + 498,36x + 5797,5$	$Y = 1,58x^3 - 122,95x^2 + 2064,8x + 17579$
$D_p$	4 667 436	74 462 421
$D_{ост}$	704 464	7 477 048
Доля влияния исследуемого признака (возраста)	0,921	0,948
Доля случайных колебаний результирующей величины	0,079	0,052

Здоровье и общество

ше у женщин. Если у мужчин востребованный объем потребности в возрасте 60 лет составляет 207 245 посещений, то у женщин — 406 315. Максимум потребления у женщин и у мужчин приходится на возраст 76 лет (11 039 и 8940 посещений на 1 тыс. женщин и мужчин соответственно). После указанного возраста частота посещений снижается независимо от гендерной принадлежности. Минимальные уровни потребности наблюдаются в самых старших возрастных группах (95—100+ лет).

Вариабельность показателя выше у мужчин как на участке повышения потребности, так и на этапе снижения потребности. Следует отметить, что темпы повышения потребности у мужчин выше, чем темпы ее снижения, тогда как у женщин, напротив, темпы повышения потребности ниже, чем темпы ее последующего снижения.

Наличие единых механизмов и факторов, лежащих в основе формирования потребности в амбулаторной медицинской помощи, подтверждает использование в процессе моделирования одинаковых функций. Полученные данные подтверждают данные корреляционного анализа. Характер моделирующей функции не имеет гендерных различий. Оптимально возрастная динамика описывается полиномиальными функциями. Различия заключаются только в показателе степени: если у мужчин целесообразно использовать показатель 2, то у женщин — показатель 3. Независимо от гендерной принадлежности предложенные модели возрастной динамики частоты амбулаторных посещений представителей старших возрастных групп более чем на 90% описывают существующие колебания с использованием не сглаженных данных.

Исследование не имело спонсорской поддержки.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хабриев Р. У., Линденбрaten А. Л., Комаров Ю. М. Стратегии охраны здоровья населения как основа социальной политики государства. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2014;(3):3—5.
2. Genovese U., Del Sordo S., Casali M., Zoja R., Pravettoni G., Akulin I. M. A new paradigm on health care accountability to improve the quality of the system: four parameters to achieve individual and collective accountability. *J. Global Health*. 2017;7(1):010301.
3. Тимофеев Л. Ф., Саввина Н. В., Кривошапкин В. Г., Луцкан И. П., Тимофеев А. Л. Медико-демографическая ситуация в РС(Я) в контексте стратегических задач развития РФ до 2024 г. *Якутский медицинский журнал*. 2020;1(69):49—52.
4. Куличенко В. П., Полубенцева Е. И., Рахаева И. В., Чертухина О. Б. Планирование оказания медицинской помощи, как инструмент управления системой здравоохранения региона. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2011;(1):190—200.
5. Черкасов С. Н., Мешков Д. О., Берсенева Е. А., Безмельница Л. Ю., Лалабекова М. В., Федяева А. В., Олейникова В. С. Пути совершенствования технологии планирования объемов медицинской помощи. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко*. 2016;(5):95—104.
6. Шипова В. М., Воронцов Т. Н. Современные проблемы планирования медицинской помощи. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко*. 2014;(1):306—10.
7. Шаповалова М. А., Вешнева С. А., Мамедов И. Г., Шаповалова Д. А. Формирование финансовой стратегии медицинской

- организации. *Современные проблемы науки и образования*. 2017;(3):15.
8. Огуль Л. А., Анопко В. П., Шаповалова М. А. Планирование стратегий ЛПУ. *Наука Красноярья*. 2012;1(5):60—8.
9. Линниченко Ю. В., Зудин А. Б., Коновалов О. Е., Васильев М. Д. Мнение лиц старших возрастных групп о гериатрической и медико-социальной помощи. *Наука молодых (Enuditio Juvenium)*. 2021;9(1):44—50.
10. Сараев А. Р., Майорская А. С. Влияние демографических факторов на планирование оказания медицинской помощи. *Наука XXI века: актуальные направления развития*. 2016;(2-2):137—40.
11. Черкасов С. Н., Шипова В. М., Берсенева Е. А., Мешков Д. О., Безмельница Л. Ю., Лалабекова М. В., Федяева А. В., Олейникова В. С. Современные методические подходы к планированию объемов медицинской помощи. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко*. 2016;(4):95—109.
12. Макаров В. Ю., Лазарева Е. В., Шильникова Н. Ф. Анализ заболеваемости по обращаемости в возрастно-половых группах, как основа планирования медицинской помощи. *Забайкальский медицинский вестник*. 2014;(4):142—7.
13. Москвичева М. Г., Щепилина Е. С., Щетинин В. Б., Якушев А. М., Савищева И. П. Анализ состояния здоровья населения как основа планирования медицинской помощи на региональном уровне. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко*. 2014;(2):86—91.
14. Щербак Д. В. Проблемы планирования и оценки потребности населения в специализированной (в том числе высокотехнологичной) медицинской помощи. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко*. 2014;(1):327—9.

Поступила 09.02.2022  
Принята в печать 23.06.2022

REFERENCES

1. Khabriev R. U., Lindenbraten A. L., Komarov Yu. M. Public Health Strategies as the basis of the state's social policy. *Problemy sotsial'noy gigiyeny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny = Problems of social hygiene, health care and the history of medicine*. 2014;(3):3—5 (in Russian).
2. Genovese U., Del Sordo S., Casali M., Zoja R., Pravettoni G., Akulin I. M. A new paradigm on health care accountability to improve the quality of the system: four parameters to achieve individual and collective accountability. *J. Global Health*. 2017;7(1):010301.
3. Timofeev L. F., Savvina N. V., Krivoshapkin V. G., Lutskan I. P., Timofeev A. L. Medical and demographic situation in RS (I) in the context of strategic tasks of the development of the Russian Federation until 2024. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal = Yakutsk medical journal*. 2020;1(69):49—52 (in Russian).
4. Kulichenko V. P., Polubentseva E. I., Rakhaeva I. V., Chertukhina O. B. Planning of medical care, as a tool for managing the health system of the region. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Meditsina = Bulletin of St. Petersburg University. Medicine*. 2011;(1):190—200 (in Russian).
5. Cherkasov S. N., Meshkov D. O., Berseneva E. A., Bezmelnitsyna L. Yu., Lalabekova M. V., Fedyaeva A. V., Oleinikova V. S. Ways to improve the technology of planning the volume of medical care. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N. A. Semashko = Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*. 2016;(5):95—104 (in Russian).
6. Shipova V. M., Vorontsov T. N. Modern problems of medical care planning. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N. A. Semashko = Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*. 2014;(1):306—10 (in Russian).
7. Shapovalova M. A., Veshneva S. A., Mammadov I. G., Shapovalova D. A. Formation of the financial strategy of a medical organization. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2017;(3):15 (in Russian).
8. Ogul L. A., Anopko V. P., Shapovalova M. A. Planning of LPU strategies. *Nauka Krasnoyarskaya = Science of Krasnoyarsk*. 2012;1(5):60—8 (in Russian).
9. Linnichenko Yu. V., Zudin A. B., Kononov O. E., Vasiliev M. D. Opinion of persons of older age groups on geriatric and medical

- and social care. *Nauka molodykh (Enuditio Juvenium) = The science of the young (Enuditio Juvenium)*. 2021;9(1):44–50 (in Russian).
10. Saraev A. R., Mayorskaya A. S. Impact of demographic factors on medical care delivery planning. *Nauka XXI veka: aktual'nyye napravleniya razvitiya = Science of the XXI century: topical directions of development*. 2016;(2-2):137–40 (in Russian).
  11. Cherkasov S. N., Shipova V. M., Berseneva E. A., Meshkov D. O., Bezmelnitsyna L. Yu., Lalabekova M. V., Fedyaeva A. V., Oleinikova V. S. Modern methodological approaches to planning the volume of medical care. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N. A. Semashko = Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*. 2016;(4):95–109 (in Russian).
  12. Makarov V. Yu., Lazareva E. V., Shilnikova N. F. An analysis of the incidence by conversion in age-sexual groups, as the basis for planning medical care. *Zabaykal'skiy meditsinskiy vestnik = Trans-Baikal Medical Bulletin*. 2014;(4):142–7 (in Russian).
  13. Moskvicheva M. G., Shchepilina E. S., Shchetinin V. B., Yakushev A. M., Savishcheva I. P. Analysis of the state of health of the population as the basis for planning medical care at the regional level. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N. A. Semashko = Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*. 2014;(2):86–91 (in Russian).
  14. Shcherbakov D. V. Problems of planning and assessing the need of the population for specialized (including high-tech) medical care. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N. A. Semashko = Bulletin of Semashko National Research Institute of Public Health*. 2014;(1):327–9 (in Russian).