

ОЦЕНКА ИЗНОСА МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ОБНОВЛЕНИЯ

По данным Автоматизированной информационной системы мониторинга медицинских изделий (АИС ММИ) по Санкт-Петербургу, в 2005 году показатель среднего износа медицинской техники, имеющейся на балансе учреждений здравоохранения городского подчинения, составил 85,9%. Основной причиной такого высокого уровня износа имеющейся медицинской техники является, очевидно, недостаточность ее планового обновления вследствие неадекватного финансового обеспечения городской системы здравоохранения. Качественная связь уровня износа с темпами обновления представляется очевидной, однако немаловажное практическое значение могли бы иметь количественные оценки динамики старения парка оборудования в зависимости от условий его обновления. К сожалению, к настоящему моменту достоверных данных о характере изменения показателей износа медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения Санкт-Петербурга и о его связи с показателями обновления не имеется. Отчеты АИС ММИ, полученные на начальном этапе ее внедрения, давали величины среднего износа по городу 79,7% по данным 2003 года, и 80,4% — по данным 2004 года. Однако сравнение этих величин с величиной среднего износа в 2005 году не позволяет сделать определенного вывода о росте показателя, поскольку в течение этого периода продолжалось интенсивное наполнение базы данных, и рост среднего износа мог быть связан с внесением в нее большего количества ранее не учтенного изношенного оборудования.

Здесь предпринята попытка моделирования изменения уровня износа медицинской техники при нарушении ее полноценного планового обновления. Под полноценным плановым обновлением мы понимаем полную компенсацию годового износа, т.е. замену на новое всего оборудования, выработавшего в истекшем году

нормативные сроки эксплуатации. Согласно «Годовым нормам износа медицинского оборудования» от 23.06.88 № 03-14/19-14, нормативные сроки эксплуатации для разных групп медицинского оборудования варьируются в диапазоне от 5 до 10 лет (нормы износа — от 10 до 20%). Для упрощения расчетов при качественном рассмотрении введем понятие среднего нормативного срока T_n . Для качественного анализа можем с достаточной точностью положить $T_n = 7$ лет.

Будем считать, что до момента нарушения планового обновления (начала недофинансирования) был сформирован парк оборудования, достаточный для решения задач системы здравоохранения и включающий N единиц оборудования общей стоимостью S , и его стабильное состояние поддерживалось путем ежегодной замены всего оборудования, выработавшего в истекшем году нормативные сроки эксплуатации, что составляет приобретение n единиц оборудования в год общей стоимостью s , где:

$$n = N / T_n; (1)$$

$$s = S / T_n; (2)$$

Нарушение планового обновления выразим в виде уменьшения ежегодного объема приобретения оборудования до величины $K \cdot n$ (в финансовом выражении, соответственно, до величины $K \cdot s$), где $K < 1$. Графически это изменение выразится в виде ступеньки на кривой распределения оборудования по срокам эксплуатации, положение которой с течением времени будет перемещаться.

Считаем, что общий объем парка оборудования (количество единиц N и общая стоимость S), участвующего в выполнении задач здравоохранения, сохраняется неизменным. Исходя из этого, средний процент износа оборудования может быть рассчитан следующим образом. Износ w каждой

единицы оборудования в физическом выражении определяется через нормативный T_n и действительный T сроки эксплуатации:

$$w = (T / T_n) \cdot 100\% \text{ (при } T < T_n); \\ w = 100\% \text{ (при } T \geq T_n); (3)$$

Средний физический износ W_{cp} парка оборудования, включающего N единиц оборудования с разными сроками эксплуатации, может быть определен как

$$W_{cp} = (1 / N) \cdot \sum_1^N (w); (4)$$

Отсюда получим следующее выражение для зависимости среднего износа от времени, прошедшего с момента нарушения плановой замены $W_{cp}(t)$:

$$W_{cp}(t) = a \cdot (t / T_n)^2 + b \cdot (t / T_n) + c; (5)$$

Где:

$$a = -(1 - K) / 2; b = (1 - K); \\ c = 1 / 2; (6)$$

Выражения (5), (6) действительны для ($t \leq T_n$). При ($t > T_n$) получим:

$$W_{cp}(t) = \text{const} = W_{cp}(T_n) = 1 - K / 2; (7)$$

Зависимости $W_{cp}(t)$, рассчитанные по выражениям (5, 6, 7) для разных значений коэффициента K , показаны на рис 1.

До нарушения плановой замены оборудования, выработавшего нормативный срок эксплуатации, величина его среднего износа была постоянной во времени и равной $W_{cp} = 50\%$, т.е. среднему значению для равномерного распределения от 0% до 100%, соответствующего равномерному плановому обновлению. После снижения объемов обновления показатель износа начинает повышаться с характерным временем, определяемым средним нормативным сроком эксплуатации, и через период, равный этому времени (7 лет), достигает нового постоянного значения, зависящего от степени недофинансирования, выражаемой

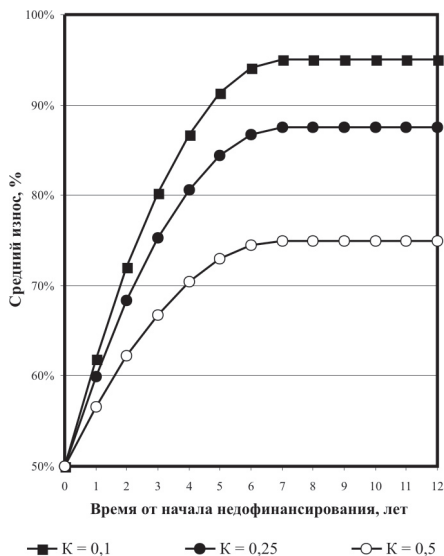


Рис. 1 Расчетная динамика среднего процента износа МИ после начала недофинансирования. **K** - показатель степени недофинансирования (среднегодовой объем закупок по отношению к объему годового износа).

коэффициентом K . Так, при снижении объемов закупок в 10 раз ($K = 0,1$) средний износ устанавливается на уровне 95%, при $K = 0,25$ — на уровне 87,5% (близком к уровню износа, фактически имеющему место в учреждениях здравоохранения региона) и т.д.

Рассмотрим обратный процесс — динамику показателей износа после восстановления планового обновления, характеризующегося увеличением относительных объемов закупок нового оборудования (по отношению к объему годового износа) с величины K до некоторой превышающей ее величины R . Графически это также выразится в виде ступеньки на кривой распределения оборудования по срокам эксплуатации, положение которой с течением времени будет перемещаться. $W_{cp}(t)$, определенное согласно (4), так же, как в предыдущем случае, выразится квадратичной функцией (5) со следующими выражениями для коэффициентов:

$$a = (R - K)/2; b = -(R - K); c = 1 - K/2; (8)$$

При $R > 1$, т.е. при обновлении ускоренными темпами, средний показатель износа через некоторое время может снизиться до значений меньше 50%. Мы не будем детально рассматривать этот вариант, считая, что в момент, когда $W_{cp}(t)$ снижается до 50%, т.е. при восстановлении состояния парка оборудования, соответствующего его полноценному плановому обновлению, показатель R снижается до 1 и в дальнейшем $W_{cp}(t)$ сохраняется на уровне 50%.

Рассчитанные по выражениям (5,8) зависимости $W_{cp}(t)$ от времени, прошедшего с момента увеличения годовых объемов закупок с величины $K \cdot n$ до $R \cdot n$, показаны на рис 2.

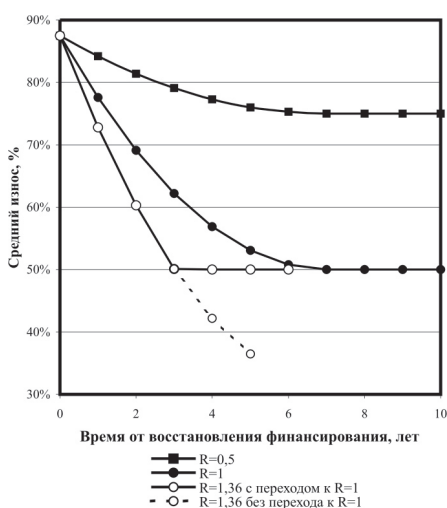


Рис. 2 Расчетная динамика среднего процента износа МИ после восстановления финансирования. **R** - показатель степени финансирования (среднегодовой объем закупок по отношению к объему годового износа), начальный уровень износа соответствует установившемуся состоянию при $K = 0,25$ (87,5%).

Представленные зависимости показывают, что повышение уровня финансирования до величин, меньших n , не обеспечивают восстановления нормального состояния парка медицинского оборудования. Увеличение объемов закупок с $0,25 \cdot n$ до $0,5 \cdot n$ ($K = 0,25; R = 0,5$) не приведет к значительному снижению процента

износа — через 6–7 лет он установится на уровне 75%. Увеличение объемов закупок до n ($R = 1,0$) приведет к снижению процента износа до 50%, т.е. к нормализации состояния парка оборудования, однако для этого потребуется период, сравнимый с нормативным сроком службы (6–7 лет). Увеличение объемов закупок до $1,36 \cdot n$ ($R = 1,36$) позволит нормализовать ситуацию в течение 3-х лет, после чего объемы финансирования могут быть снижены до уровня $R = 1$, обеспечивающего поддержание парка медицинского оборудования в стабильном состоянии с умеренным процентом износа ($W_{cp}(t) = 50\%$).

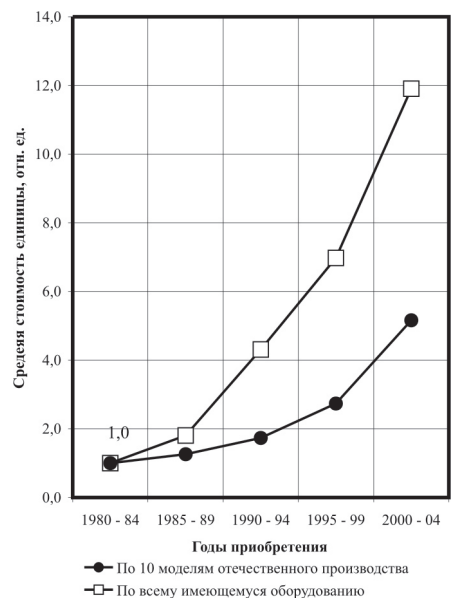


Рис. 3. Зависимости средней балансовой стоимости медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения Санкт-Петербурга от года приобретения.

Для оборудования отечественного производства — 10 моделей, объем выборки 1045 ед. Для всего имеющегося в учреждениях отечественного и импортного оборудования — по данным АИС ММИ на 01.07.2004, объем выборки 29 940 ед. Нормированы на период 1980-1984гг.

При использовании предложенной методики для оценки объемов финансирования, требующихся для изменения состояния парка медицинского оборудования, необходимо учитывать, что его реальная общая стоимость S не совпадает с учетной балансовой стоимостью. Проведенный нами анализ изменения балансовой стоимости имеющегося в учреждениях медицинского оборудования показал, что его средняя балансовая стоимость существенно зависит от года приобретения, изменяясь в период 1980–2004 гг. для отечественного оборудования — в 5 раз, а для всего приобретавшегося оборудования независимо от места происхождения — в 12 раз (рис. 3).

Рассчитанные по приведенным на рис. 3 кривым отношения средней балансовой и текущей рыночной стоимости, по которой это оборудование может быть реально приобретено сегодня, показали, что для оборудования отечественного производства текущая рыночная стоимость превышает среднюю балансовую в 2,5 раза, а для всего спектра оборудования вне зависимости от места происхождения — в 2,9 раза, что позволяет оценить стоимость S как (2,5–2,9) суммарной балансовой стоимости.

Рассмотренная простая модель позволяет качественно прогнозировать динамику изменения состояния парка медицинского оборудования при

изменении условий его обновления и оценить объемы финансирования, требуемые для достижения планируемых результатов (для обновления уже имеющегося оборудования дооснащение учреждений при их расширении или внедрении новых технологий потребует, разумеется, дополнительных средств).

*Емельянов Олег Владиславович —
м.н., Мариинская больница,
Санкт-Петербург*

*Кудрявцев Юрий Сергеевич —
к.т.н., СПб ГУПТП «Медтехника»,
чл.-корр. АМТН*

*Филонова Ольга Леонидовна —
к.т.н., СПб ГУПТП «Медтехника»,
чл.-корр. АМТН*