

# Моделирование в клинико-экономическом анализе медицинских организационных технологий

Шаповалова М.А.<sup>1</sup>, Умерова А.Р.<sup>1</sup>, Бондарев В.А.<sup>2</sup>, Корецкая Л.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБОУ ВПО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России

<sup>2</sup> НУЗ Отделенческая больница на станции Астрахань-1 ОАО «РЖД»

**Резюме:** древо решений и модель Маркова мы применили для проведения расчета ожидаемых затрат при сравнении двух альтернативных медицинских организационных технологий с учетом сохраняющейся нетрудоспособности пациента: при лечении пациента неврологического профиля в стационаре и при лечении пациента в неврологическом стационаре с последующим переводом его в отделение медицинской реабилитации. При выполнении условий данной модели ожидаемые затраты на пациента, с учетом вероятности сохраняющейся нетрудоспособности, при использовании поэтапного лечения меньше по сравнению с традиционным лечением. Таким образом, посредством моделирования с помощью древа решений мы определили последующий прогноз для конкретной комбинации характеристик и событий. В структуре «стоимость болезни» затраты на лечение пациентов, получивших комбинированное, поэтапное лечение в неврологическом стационаре с последующим переводом в отделение реабилитации были лишь 6,6%. Результаты лечения пациентов с неврологической патологией при лечении в неврологическом стационаре с последующим переводом в отделение реабилитации характеризовались медицинской результативностью, социальной удовлетворенностью, экономической эффективностью.

**Ключевые слова:** клинико-экономический анализ, моделирование, древо решений, модель Маркова.

В клинико-экономическом анализе наибольшее распространение получили два глобальных подхода к моделированию: построение древа решения и модели Маркова [7,8,9].

Древо решений – способ математического моделирования, при котором процесс лечения представляется в виде диаграммы, иллюстрирующей вероятность каждого из исходов, а также его стоимость применительно к конкретной ситуации. Построение модели в виде древа решений возможно при условии анализа внутреннего содержания элементов системы:

- при анализе нескольких медицинских технологий, имеющих различные вероятности достижения различных результатов;
- при аналогичности измеряемых показателей и количественной оценки каждого исхода;
- при известной вероятности каждого из достигаемых результатов при исследовании альтернативных медицинских технологий.

И хотя при данном виде моделирования не учитывается временной фактор, его косвенно учитывают при оценке затрат.

Древо решений мы применили для проведения расчета ожидаемых затрат при сравнении двух альтернативных медицинских организационных технологий с учетом сохраняющейся нетрудоспособности пациента:

1. Лечение пациента неврологического профиля в стационаре.
2. Лечение пациента в неврологическом стационаре с последующим переводом его в отделение медицинской реабилитации.

В самом начале построения древа решений нами были рассмотрены все возможные в данной ситуации исходы. Каждая ветвь древа, в конечном счете, заканчивается оцениваемым в ходе данного клинико-экономического исследования результатом – затратами на лечение пациента.

При построении модели в структуре затрат учитывались лекарственные средства, стоимость стационарного лечения, посещения врача и проведение дополнительного инструментального обследования, определенные по прайс-листам, стандартам и тарифам ОМС г. Астрахани.

Вероятности событий по каждой ветви оценены в интервальной шкале от 0 до 1 и указаны под каждой ветвью. Далее рассчитаны ожидаемые значения затрат для альтернативных решений путем последовательного перемножения значения вероятностей по каждой ветви справа налево и последующего умножения полученного итогового значения вероятности на величину значимости исхода, представленную в конце ветви.

Информацию о затратах на ведение больных мы получили путем ретроспективного анализа медицинской документации.

Вероятность сохранения нетрудоспособности пациента при лечении в неврологическом стационаре составляла 0,14 (см. рис 1). Вероятность повторной госпитализации – 0,05.

Вероятность сохранения нетрудоспособности пациента при лечении в неврологическом стационаре с последующим лечением его в отделении медицинской реабилитации составляла 0,01. Вероятность повторной госпитализации была равна нулю.

Затраты на лечение неврологического заболевания при выписке пациента к труду составляли в среднем 12800 руб., при сохраняющейся нетрудоспособности с амбулаторным долечиванием затраты увеличивались до 14 725 руб., при повторной госпитализации – до 27 525 руб.

Затраты на лечение пациента при госпитализации в отделение неврологии, с последующим переводом его в отделение медицин-

ской реабилитации (позтапное лечение), составляли 39 300 руб., а при сохраняющейся нетрудоспособности увеличивались до 41 225 руб.

Рассчитав ожидаемые затраты на ведение больных в соответствии с правилами статистической обработки дерева решений, мы получили:  $14750 \times 0,95 \times 0,14 + 27550 \times 0,05 \times 0,14 = 2\,154,5$  руб.

При поэтапном лечении:  $41225 \times 0,01 = 412,2$  руб.

При выполнении условий данной модели ожидаемые затраты на пациента, с учетом вероятности сохраняющейся нетрудоспособности, при использовании поэтапного лечения меньше по сравнению с традиционным лечением.

Таким образом, посредством моделирования с помощью дерева решений мы определили последующий прогноз для конкретной комбинации характеристик и событий.

Данные медицинские организационные технологии мы попытались также оценить посредством модели Маркова.

Марковским состоянием являлось состояние здоровья пациента, получившего лечение в отделении неврологии. Адсорбирующим состоянием являлось состояние здоровья пациента через 1 год. Частота событий в каждом марковском состоянии определена нами с помощью комбинирования данных ретроспективного анализа медицинской документации и результатов клинических исследований.

1. При лечении пациента в отделении неврологии возможны следующие события:

1.1. После лечения пациент был трудоспособен с вероятностью 0,86:

- стоимость лечения одного пациента в стационаре составляла 12 800 руб.;
- общие затраты:  $0,92 \times 0,86 \times 12\,800 = 10\,127$  руб.

1.2. После стационарного лечения пациент нетрудоспособен с вероятностью 0,14; продолжил лечение амбулаторно с вероятностью события 0,95:

- стоимость лечения в стационаре – 12 800 руб.;
- стоимость одного дня лечения в поликлинике с учетом посещения врача невролога 2,9 раза и стоимости физиотерапевтических процедур – 350 руб.  $\times$  среднее количество дней амбулаторного лечения – 5,5, затраты  $350 \times 5,5 = 1925$  руб.;
- стоимость лечения одного пациента  $12\,800 + 350 \times 5,5 = 14\,725$  руб.;
- общие затраты  $0,92 \times 0,14 \times 0,95 \times 14\,725 = 1\,801$  руб.

1.3. После стационарного лечения пациент продолжал болеть с вероятностью 0,14; вероятность повторной госпитализации составляла 0,05:

- стоимость лечения в стационаре 12 800 руб.;
- стоимость одного дня лечения в поликлинике с учетом посещения врача невролога 2,9 раза и стоимости физиотерапевтических процедур – 350 руб.  $\times$  среднее количество дней амбулаторного лечения – 5,5, затраты  $350 \times 5,5 = 1\,925$  руб.;
- стоимость повторной госпитализации в течение года – 12 800 руб.;
- итоговая стоимость лечения одного пациента возрастала до  $12\,800 + 350 \times 5,5 = 12\,800 = 27\,525$  руб.;
- общие затраты  $0,92 \times 0,14 \times 0,05 \times 27\,525 = 177$  руб.

1.4. При лечении пациента в неврологическом стационаре с последующим переводом его в отделение медицинской реабилитации возможны следующие события:

1.5. После лечения пациент был трудоспособен с вероятностью 0,99:

- стоимость лечения в неврологическом отделении составляла 12 800 руб.;
- стоимость лечения в реабилитационном отделении составляла 26 500 руб.;



Рисунок 1. Дерево решений: стоимость лечения пациента неврологического профиля с использованием двух различных организационных технологий с учетом сохраняющейся нетрудоспособности.

- итоговая стоимость лечения одного пациента на двух стационарных этапах была 39 300 руб.;
- общие затраты  $0,08 \times 0,99 \times 39\,300 = 3\,112$  руб.

1.6. После стационарных этапов пациент нетрудоспособен с вероятностью 0,01 и продолжает лечение амбулаторно с вероятностью 1,0:

- стоимость лечения в неврологическом отделении составляла 12 800 руб.;
- стоимость лечения в реабилитационном отделении составляла 26 500 руб.;
- стоимость одного дня лечения в поликлинике с учетом посещения врача-невролога 2,9 раза и стоимости физиотерапевтических процедур – 350 руб.  $\times$  среднее количество дней амбулаторного лечения – 5,5; затраты  $350 \times 5,5 = 1\,925$  руб.;
- итоговая стоимость лечения одного пациента возрастала до  $12\,800 + 26\,500 + 350 \times 5,5 = 41\,225$  руб.;
- общие затраты  $0,08 \times 0,01 \times 1,0 \times 41\,225 = 32,9$  руб.

1.7. После стационарных этапов пациент был нетрудоспособен с вероятностью 0,01, вероятность повторной госпитализации – 0:

- стоимость лечения в неврологическом отделении составляла 12 800 руб.;
- стоимость лечения в реабилитационном отделении составляла 26 500 руб.;
- стоимость одного дня лечения в поликлинике с учетом посещения врача невролога 2,9 раза и стоимости физиотерапевтических процедур – 350 руб.  $\times$  среднее количество дней амбулаторного лечения – 5,5; затраты  $350 \times 5,5 = 1\,925$  руб.;
- стоимость повторной госпитализации составляла 12 800 руб.;
- итоговая стоимость лечения одного пациента:  $12\,800 + 26\,500 + 1\,925 + 12\,800 = 54\,025$  руб.;
- общие затраты – 0 руб.

Итого общие затраты в первой группе составляли  $10\,127 + 1\,801 + 177 = 12\,105$  руб. на одного пациента или 1 210 500 на 100 человек. Затраты во второй группе составляли  $3\,112 + 32 = 3\,144$  руб., или 314 400 на 100 человек.

Соотношение «затраты/эффективность» для первой группы:  $1\,210\,500 / 92 = 13\,157,6$ , то есть на одного больного, получившего лечение только в неврологическом отделении, нужно будет затратить 13 157,6 руб. за один год. Для пациентов второй группы это соотношение составляло  $314\,400 / 8 = 39\,300$  руб.

Таким образом, результаты моделирования показали, что при доле пациентов, получивших поэтапное лечение, равной 8%, затраты на лечение этих пациентов в течение года составляли  $314\,400 \times 100 / (314\,400 + 1\,210\,500) = 20,6\%$  от общих медицинских затрат.

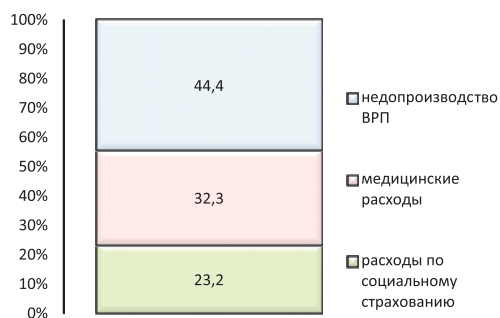


Рисунок 2. Структура «стоимости болезни» в неврологическом стационаре в 2014 г. (%)

При учете выплат из бюджета социального страхования и потери величины валового регионального продукта показатели значительно изменялись.

Стоимость болезни с учетом прямых медицинских затрат, с учетом расходов по бюджету социального страхования и экономических потерь в результате недопроизводства ВРП составляла 44 842 руб. в 2014 г. (см. рис. 2). Данный показатель имел формирующуюся тенденцию роста, базовый темп роста – 125,1%, средний темп роста – 2,06.

Структура затрат была стабильной. Потери величины валового регионального продукта занимали большую долю всех расходов и составляли 44,4%. На втором месте были медицинские расходы, которые составляли 32,3%. Наименьшие доли занимали расходы по бюджету социального страхования, которые составляли 23,2%.

Результаты лечения пациентов с неврологической патологией при лечении в неврологическом стационаре с последующим переводом в отделение реабилитации характеризовались:

- медицинской результативностью: у 19% отмечено выздоровление, у 78% – улучшение, у 3% – стабилизация состояния;
- социальной удовлетворенностью: в 98% случаев пациенты были удовлетворены лечением;
- экономической эффективностью: в структуре стоимости болезни затраты на лечение пациентов, получивших комбинированное, поэтапное лечение в неврологическом стационаре с последующим переводом в отделение реабилитации были 6,6%.

#### Литература:

1. Авксентьева М.В. Клинико-экономический анализ в управлении здравоохранением. Экономика здравоохранения. 2007; 11: 10-15.
2. Белоусов Ю.Б., Вялков А.И., Белоусов Д.Ю. Клинический проэктный менеджмент: учебное пособие. Под ред. А.И. Вялкова, Ю.Б. Белоусова. М. 2003; 448 с.
3. Бондарев В.А., Корецкая Л.П. Оценка структуры финансирования ЛПУ и расходов на содержание пациента. Главный врач: хозяйство и право. 2012; 2: 8-12.

4. Воробьев П.А. Клинико-экономический анализ в развитии системы управления качеством в здравоохранении. Сборник докладов заседания коллегии Минздрава России от 18-21.03.03. М. 2003; 223-228.

5. Воробьев П.А., Авксентьева М.В., Юрьев А.С. Клинико-экономический анализ (оценка, выбор медицинских технологий и управление качеством медицинской помощи). М. 2004; 404-407.

6. Вялков А.И., Воробьев П.А. Моделирование в клинико-экономическом анализе лечебных учреждений. Экономист лечебного учреждения. 2012; 6: 3-25.

7. Джалалов С., Джалалова Д., Хоч Д. Обзор руководств по оценке технологий в здравоохранении: основные условия построения экономических моделей. Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2012; 1: 35-41.

8. Крысанов И.С. Введение в фармакоэкономическое моделирование. ФАРМАКОЭКОНОМИКА. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2008; 1: 7-9.

9. Омеляновский В.В., Авксентьева М.В., Деркач Е.В., Свешникова Н.Д. Методические проблемы анализа стоимости болезни. Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2011; 1: 42-50.

#### References:

1. Avksent'eva M.V. *Ekonomika zdavookhraneniya*. 2007; 11: 10-15.
2. Belousov Yu.B., Vyalkov A.I., Belousov D.Yu. *Clinical proektny Management: a tutorial*. Ed. AI Vyalkova, YB Belousov [*Klinicheskii proektnyi menedzhment: uchebnoe posobie. Pod red. A.I. Vyalkova, Yu.B. Belousova*]. Moscow. 2003; 448 s.
3. Bondarev V.A., Koretskaya L.R. *Glavnyi vrach: khozyaistvo i pravo*. 2012; 2: 8-12.
4. Vorob'ev P.A. Clinical and economic analysis in the development of quality management systems in health care. Collection of reports of meetings of the board of the Russian Ministry of Health 18-21.03.03 [*Kliniko-ekonomicheskii analiz v razvitii sistemy upravleniya kachestvom v zdavookhraneni*]. *Sbornik dokladov zasedaniya kollegii Minzdrava Rossii ot 18-21.03.03*. Moscow. 2003; 223-228.
5. Vorob'ev P.A., Avksent'eva M.V., Yur'ev A.S. Clinical and economic analysis (evaluation, selection of medical technology and quality management of medical care) [*Kliniko-ekonomicheskii analiz (otsenka, vybor meditsinskikh tekhnologii i upravlenie kachestvom meditsinskoi pomoshchi)*]. Moscow. 2004; 404-407.
6. Vyalkov A.I., Vorob'ev P.A. *Ekonomist lechebnogo uchrezhdeniya*. 2012; 6: 3-25.
7. Dzhahalov S., Dzhahalova D., Khoch D. *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor*. 2012; 1: 35-41.
8. Krysanov I.S. *FARMAKOEKONOMIKA. Sovremennaya farmakoeconomika i farmakoepidemiologiya*. 2008; 1: 7-9.
9. Omel'yanovskii V.V., Avksent'eva M.V., Derkach E.V., Sveshnikova N.D. *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor*. 2011; 1: 42-50.

#### MODELING IN CLINICO-ECONOMIC ANALYSIS OF MEDICAL ORGANIZATIONAL TECHNOLOGIES

Shapovalova M.A.<sup>1</sup>, Umerova A.R.<sup>1</sup>, Bondarev V.A.<sup>2</sup>, Koretskaya L.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Astrahan State Medikal Academy

<sup>2</sup> NOH Railroad Hospital in Astrakhan-1 «Russian Railroads Co.»

Abstract: decision tree and Markov model we used for calculating the anticipated costs when comparing two alternative medical organizational technologies, taking into account the continuing incapacity of the patient: the patient in the treatment of neurological hospital in the treatment of a patient in a neurological hospital with subsequent transfer him to the medical rehabilitation. Under the conditions of this model the expected cost to the patient, taking into account the likelihood of continued disability, using a phased treatment less compared to traditional treatment. Thus, by using the simulation we determined the decision tree after prediction for a particular combination of characteristics and events. The structure of the «cost disease» treatment costs of patients who received combined, staged treatment in a neurological hospital with subsequent transfer to the Department of Rehabilitation was only 6.6%. Results of treatment of patients with neurological disorders in the treatment of a neurological hospital with subsequent transfer to the Department of Rehabilitation characterized: medical effectiveness, satisfaction with social, economic efficiency.

Key words: clinical and economic analysis, modeling, decision tree, Markov model.