

УДК
004.942:
338.27

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ДОХОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Анастасия Михайловна Чекалина
магистрант
abnimka@mail.ru
г. Астрахань

Астраханский государственный
университет

Светлана Владимировна Окладникова
к.т.н., доцент
chelle@mail.ru
г. Астрахань

Аннотация. В статье авторы проводят оценку и выбор методики прогнозирования с использованием временных рядов доходов медицинских организаций, приводят общий алгоритм проведения данного процесса, анализируют возможность использования существующих программных продуктов с целью их применения при прогнозировании доходов. На основе полученных в ходе обработки статистических данных рассчитываются числовые значения критериев оценки результатов прогноза доходов медицинской организации, проводится оценка их достоверности посредством вычисления ошибки между прогнозным значением дохода и фактическим. В соответствии с выбранным методом описывается уточненный алгоритм прогнозирования, включающий предварительной обработку данных, построение и выбор оптимальной модели. Практической реализацией разработанного алгоритма является программный модуль «Прогнозирование», являющийся частью информационной системы мониторинга исполнения плановых показателей доходов медицинской организации.

Ключевые слова: медицинская организация, доходы медицинской организации, прогнозирование доходов медицинской организации, автоматизация процесса прогнозирования доходов медицинской организации, метод прогнозирования доходов медицинской организации, методика прогнозирования доходов медицинской организации, алгоритм прогнозирования доходов медицинской организации.

Введение

В современных условиях дефицита финансовых ресурсов эффективная работа медицинских организаций всех видов, размеров и любой специализации невозможна без использования собственных средств, под которыми подразумеваются доходы, независящие от политики государства в области здравоохранения. Доходная часть бюджета медицинской организации – ключевой момент распределения имеющихся финансовых средств. Мониторинг и контроль основных показателей и правильное перспективное планирование со стороны менеджмента в этой области обеспечивают стабильное функционирование медицинской организации, выполнение первоочередных задач.

Вне зависимости от формы собственности сложность структуры доходов медицинской организации и многообразия источников их поступления усугубляет неопределенность в отношении их планирования и прогнозирования. Государственные и бюджетные организации в условиях недофинансирования вынуждены работать в условиях

конкуренции, а коммерческие медицинские организации принимать участие в программе обязательного медицинского страхования, делая, таким образом, свои доходы зависимыми от политики государства в области здравоохранения.

Доходы в медицине формируются на основе информации об оказанных услугах. В современных условиях, требующих оперативности и точности получения данных, обеспечения обоснованности и оперативности принятия управленческих решений [3], медицинские организации, оказывающие внушительное количество услуг ежедневно, активно используют для хранения и учета медицинские информационные системы (МИС), хранящие данные, которые служат информационной базой для прогнозирования ключевых показателей деятельности.

Прогнозирование представляет собой сложный процесс, автоматизация которого, кроме доступа к исходным данным, требует проведения довольно объемных расчетов. Вследствие ускорения темпов принятия решений и потребности быстрого реагирования на ситуацию, существует необходимость в простых для восприятия информационно-технологических инструментах, позволяющих получать оценки в реальном времени, а также в перспективе. Разработка таких инструментов должна производиться на основании современного научно-методического аппарата прогнозирования и моделирования.

Моделировать динамику изменения доходов медицинской организации возможно с использованием различных моделей, например, трендовых, сезонных, связанных временных рядов [7]. Применение каждого метода реализуемо только при наличии соответствующей информационной базы. Построение тенденции основано на анализе одномерных временных рядов реально существующих статистических показателей, которые способны адекватно охарактеризовать поведение исследуемого показателя. Оценка ошибок прогнозов, которые являются неотъемлемой частью любой процедуры, является важным этапом.

Анализ существующих инструментов для прогнозирования доходов медицинской организации

В статье [2] проведен анализ возможностей крупнейших МИС российского производства в разрезе основных подсистем. На основании данной информации можно рассмотреть более конкретно возможности данных программных продуктов для целей управления, а точнее, прогнозирования доходов медицинской организации. Наивысшие оценки за реализацию подсистем анализа деятельности медицинской организации получили следующие системы: Авиценна, ТеКоМед, Интерин PROMIS, Инфоклиника. Изучение возможностей данных программных продуктов показало, что, несмотря на широкие возможности учета и анализа медицинской и экономической информации, функции планирования и прогнозирования, в том числе и в части формирования доходов не реализованы.

Наряду с медицинскими информационными системами следует рассмотреть категорию программных продуктов, специализирующихся на аналитике, планировании, прогнозировании показателей, формирующих доходы. Изучение их функционала интересно с точки зрения современных методологий прогнозирования. На настоящий момент существует достаточное количество подобных приложений (Novo Forecast, Forecast Pro, Lokad), использующих в своей работе следующие методы прогнозирования: метод скользящего среднего, модели экспоненциального сглаживания и классических кривых тренда, авторегрессионные и регрессионные модели, а также вероятностное прогнозирование, основанное на роботизации с использованием искусственного интеллекта и сеток графических процессоров.

Представленные выше программные решения в области прогнозирования являются передовыми в своем секторе, предлагают широкие возможности. Среди пользователей - крупнейшие мировые и российские производители товаров и услуг. Следует отметить, медицинских организаций среди них нет, что может говорить о специфичности

прогнозирования в этой отрасли. В то же время, стоимость использования данных решений довольно высока.

Выбор метода прогнозирования доходов медицинской организации с использованием временных рядов

Рассмотрим возможность получения прогнозных данных с использованием временного ряда совокупных доходов абстрактной медицинской организации. Какой именно источник финансирования преобладает в структуре ее доходов неизвестно, поэтому невозможно оценить уровень влияния конкурентной среды и государственной политики. По этой причине в качестве основной гипотезы следует принять предположение, что вся совокупность факторов, влияющих на изменение доходов медицинской организации к настоящему моменту, будет иметь равное влияние и в будущем. Уровнями ряда Y_t будут являться фактические доходы за равные промежутки времени.

В соответствии с основной гипотезой предполагается невозможность выделения влияния конкретного фактора на анализируемый процесс. В данном случае ход изменения показателя доходов связываем с течением времени, общая модель временного ряда доходов медицинской организации будет выглядеть следующим образом:

$$Y_t = f(T_t, \varepsilon_t), \quad (1)$$

где

T – детерминированная неслучайная компонента процесса (тенденция и сезонные колебания);

ε – случайная компонента процесса.

Для выполнения поставленной задачи могут быть использованы различные методики. Стандарты в области менеджмента качества определяют возможность использования статистических методов для осуществления прогнозирования. С целью нахождения наиболее подходящего метода прогнозирования доходов МО в части определения закономерности прогноза должна быть проведена работа по реализации существующих теоретических методов и моделей.

Очевидно, что перед построением прогноза следует исследовать исходные данные на предмет наличия общей тенденции. Для этой цели наиболее эффективен и дает хорошие результаты такой метод как кумулятивный Т-критерий [4]. Кумулятивный Т-критерий позволяет определить наличие не только самой тенденции, но и ее математического выражения – тренда. Выдвигается основная гипотеза об отсутствии тенденции в исходном временном ряду.

Расчетное значение критерия определяется по формуле:

$$T_p = \frac{\sum_n Z_n^2}{\sigma_y^2}. \quad (2)$$

где:

Z_n — накопленный итог отклонений эмпирических значений уровней исходного ряда от среднего его уровня;

σ_y — общая сумма квадратов отклонений.

Расчетное значение кумулятивного Т-критерия сравнивается с критическими при заданном уровне значимости α . Если расчетное значение T_p превышает критическое значение критерия $T_{кр}$, то гипотеза об отсутствии тенденции отвергается.

Убедившись в наличии основных тенденций временного ряда фактических доходов медицинской организации, можно перейти к построению закономерности. Данный этап предполагает, что основой построения прогноза является разработка достаточно адекватной функциональной зависимости, обладающей прогностическими свойствами. В данном случае

ее достоверность будет зависеть от выбранного метода прогнозирования. Следует отметить, что не существует универсального метода прогнозирования. Его выбор всегда обусловлен в первую очередь спецификой прогнозируемых ситуаций и изучаемых систем [1].

Результатом обработки данных определенным методом и дальнейшей экстраполяции выбранной модели служит ряд прогнозных значений \tilde{Y}_t – ряд значений целевой функции во времени. Для последующей проверки точности применяется прогнозирование на недавно прошедшие периоды, для которых показатель исследуемой величины уже известен. Ошибкой прогноза является разность между действительным значением и его прогнозом [7]. На данном этапе дается оценка процесса прогнозирования на основе расчета и анализа показателей точности прогноза.

Критерии оценки результатов прогноза доходов медицинской организации

В одном из способов оценки методов прогнозирования используется суммирование абсолютных ошибок в виде среднего абсолютного отклонения (Mean Absolute Derivation, MAD). Наиболее полезно применение данного показателя в тех случаях, когда необходимо измерить ошибку в тех же единицах, что и исходный ряд:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |y_t - \tilde{y}_t|}{n} \quad (3)$$

При вычислении среднеквадратической ошибки (Mean Squared Error, MSE) каждая разница ошибки или погрешность возводится в квадрат, что подчеркивает большие ошибки прогноза. Данная особенность важна, так как метод прогнозирования, дающий средние по величине ошибки предпочтительней того, который обычно дает малые, а в некоторых случаях очень большие ошибки. Данный показатель вычисляется по формуле:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_t - \tilde{y}_t)^2}{n} \quad (4)$$

Средняя ошибка прогноза в процентах (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) – абсолютная ошибка прогноза в определенный момент времени деленая на действительное значение с последующим усреднением полученных процентных ошибок. Данный показатель измеряет относительные отклонения прогнозных значений от фактических, подчеркивает, насколько велики ошибки прогноза по сравнению с действительными значениями ряда. MAPE вычисляется с помощью уравнения:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \tilde{y}_t|}{y_t} \quad (5)$$

Часто существует необходимость определить, является ли метод прогнозирования несмещенным (полученный прогноз оказывается заниженным или завышенным). В этих случаях используется средняя процентная ошибка (Mean Percentage Error, MPE):

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{y_t - \tilde{y}_t}{y_t} \quad (6)$$

Если метод прогнозирования является несмещенным, то показатель будет давать значение близкое к нулю. Если в результате получаем большое отрицательное (положительное) значение MPE, то метод прогнозирования является последовательно переоценивающим (недооценивающим). В формулах (3-6) n – количество элементов временного ряда. Чем меньше значение ошибок, тем функция наилучшим образом описывает тенденцию исходного временного ряда [7].

Эксперимент по выбору метода прогнозирования доходов медицинской организации

На основании описанной выше методики проведен ряд экспериментов по получению прогнозных данных доходов медицинской организации. На первом шаге сформирован исходный временной ряд Y_t фактических доходов медицинской организации за равные промежутки времени (Рис. 1). Конечный результат эксперимента – набор прогнозных значений исследуемого показателя \tilde{Y}_t .



Рис. 1. График изменения доходов МО

Установим наличие тенденции временного ряда доходов медицинской организации, вычислив значение кумулятивного T-критерия в начальном предположении H_0 об отсутствии тенденции в исходном временном ряду. На основании данных табл. 1 и (2) $T_p = 23,56$, что больше табличного значения для числового ряда данной длины $T_p = 9,22$ [4]. В данном случае начальная гипотеза H_0 неверна, для временного ряда доходов медицинской организации тенденция существует.

Таблица 1
Данные для расчета кумулятивного T-критерия

№	y_t	y_t^2	$y_t - \bar{y}$	Z_n	Z_n^2
1	50,29	2529,08	6,0635	6,0635	36,766032
2	47,78	2282,93	8,5735	14,637	214,24177
3	63,97	4092,16	-7,6165	7,0205	49,28742
4	52,99	2807,94	3,3635	10,384	107,82746
5	47,11	2219,35	9,2435	19,6275	385,23876
6	50,6	2560,36	5,7535	25,381	644,19516
7	47,18	2225,95	9,1735	34,5545	1194,0135
8	48,29	2331,92	8,0635	42,618	1816,2939
9	51,79	2682,2	4,5635	47,1815	2226,0939
10	52,37	2742,62	3,9835	51,165	2617,8572
11	57,09	3259,27	-0,7365	50,4285	2543,0336
12	52,92	2800,53	3,4335	53,862	2901,115
13	51,67	2669,79	4,6835	58,5455	3427,5756
14	60,53	3663,88	-4,1765	54,369	2955,9882
15	68,21	4652,6	-11,8565	42,5125	1807,3127
16	65,42	4279,78	-9,0665	33,446	1118,6349
17	67,47	4552,2	-11,1165	22,3295	498,60657
18	62,61	3920,01	-6,2565	16,073	258,34133
19	65,82	4332,27	-9,4665	6,6065	43,645842
20	62,96	3963,96	-6,6065	-5,684E-14	3,231E-27
ИТОГ		64568,8	-5,684E-14	64568,8149	24846,069

На следующем этапе в соответствии с методикой можем перейти к определению метода прогнозирования. С целью нахождения наиболее подходящего метода прогнозирования доходов медицинской организации в части определения закономерности прогноза проведена работа по реализации существующих теоретических методов и моделей [6] для временного ряда доходов медицинской организации:

- метод экстраполяции;
- метод скользящих средних;
- метод экспоненциального сглаживания;
- модель авторегрессии.

В табл. 2 представлены результаты эксперимента в виде полученных функциональных зависимостей для каждого метода прогнозирования, а также совокупность рассчитанных погрешностей для каждого из них.

Таблица 2
Результаты эксперимента

Метод прогнозирования / Функция, характеризующая временной ряд	MAD	MSE	MAPE	MPE
Линейная экстраполяция $y = 0.8973x + 46,932$	3,9667	25,9351	0,0706	-0,0080
Полиномиальная экстраполяция $y = -0,0113x^3 + 0,4222x^2 - 3,5691x + 58,095$	3,7305	21,9680	0,0650	-0,0068
Экспоненциальная экстраполяция $y = 47,331e^{0,0158x}$	3,9043	25,2395	0,0690	-0,0035
Метод экспоненциального сглаживания $L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} - T_{t-1})$ $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$ $\widehat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t$	3,9831	35,5427	0,0676	0,0276
Скользящей средней $\widehat{y}_{t+1} = \frac{1}{m} \sum_{i=t-m+1}^t y_i, m = 2$	4,2486	36,5768	0,0739	0,0157
Авторегрессия $Y_i = 19,50 + 0.66Y_{i-1} + \delta_i$	3,6756	21,1770	0,0655	-0,0034

Результат эксперимента оценивался с точки зрения достоверности посредством вычисления ошибки между прогнозным значением дохода и фактическим. Погрешности прогноза, рассчитанные для каждого примененного метода, позволяют определить наиболее подходящий вариант для данного набора данных. По совокупности показателей для автоматизации процесса прогнозирования временного ряда доходов медицинской организации, наиболее предпочтительным является использование модели авторегрессии с точки зрения минимизации погрешности полученного результата.

Описание методики прогнозирования доходов МО с применением модели авторегрессии и проведение вычислительного эксперимента.

В качестве инструмента для построения прогноза принята модель авторегрессии. Эта модель представляет собой величину корреляции между значениями, разделенными p временными интервалами, и выглядит следующим образом [1]:

$$Y_i = A_0 + A_1 Y_{i-1} + A_2 Y_{i-2} + \dots + A_p Y_{i-p} + \delta_i \quad (7)$$

где:

Y_{i-p} – наблюдаемое значение временного ряда в момент $(i - p)$,

A_n - коэффициенты модели авторегрессии,

p – порядок модели авторегрессии.

Параметром алгоритма является уровень упреждения прогноза, количество периодов m на которое будет составлен прогноз. Исходный временной ряд доходов МО не всегда принимает вид, аналогичный представленному на рисунке 1. Изучение графиков изменения различных источников доходов показало возможность присутствия трендовых и сезонных составляющих во временных рядах (Рис.2). Данный результат следует учесть при построении модели авторегрессии.

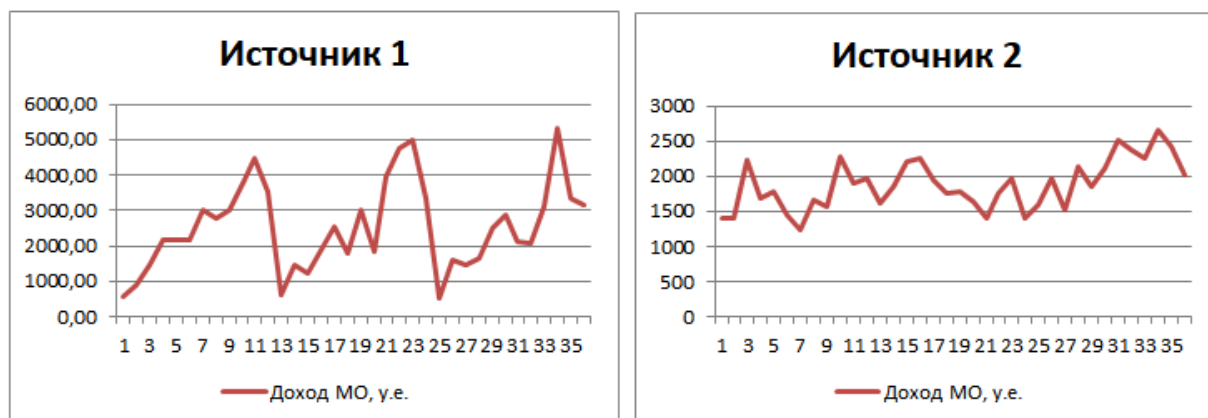


Рис.2. Изменение доходов различных источников

Обязательным условием применения авторегрессионной модели для прогнозирования является стационарность временного ряда – постоянство характеристик во времени. Наличие сезонности и тренда предполагает приведение исходного временного ряда к стационарности, что может быть реализовано посредством предварительной обработки исходных данных:

- Логарифмирование – уменьшает вариацию исходных данных, стабилизирует дисперсию:

$$Y_{lni} = \ln(Y_i) \quad (8)$$

- Вычисление разностного ряда в соответствии с сезонной структурой временного ряда, при условии, что сезонный лаг равен u :

$$\Delta_u^1 Y_{Dlni} = Y_{lni} - Y_{lni-u} \quad (9)$$

- Вычисление последовательных разностей для приведения временного ряда к стационарному виду:

$$Y_{Dlni} = Y_{lni} - Y_{lni-u} \quad (10)$$

Последнее преобразование осуществляется в случае, если предыдущие операции не привели к ожидаемому результату. Предварительную обработку исходного временного ряда необходимо завершить в тот момент, когда он приведен к стационарному виду. Для выявления этого события используется тест Дики-Фуллера.

Далее построение модели сводится к расчету коэффициентов A_p . Модель можно рассматривать как линейную множественную регрессию, коэффициенты которой можно оценить на основе классического метода наименьших квадратов, записав для модели следующее уравнение регрессии [9]:

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 y_{i-1} + b_2 y_{i-2} + \dots + b_p y_{i-p}, i = 1, 2, \dots, n, \quad (11)$$

Коэффициенты уравнения являются оценками для A_0, A_1, \dots, A_p соответственно. Реализацию метода наименьших квадратов будем проводить в матричной форме по формуле:

$$b = (X^T X)^{-1} X^T y, \quad (12)$$

где:

b – матрица коэффициентов модели авторегрессии:

$$b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_p \end{pmatrix}, \quad (13)$$

X – матричная запись системы нормальных уравнений, имеющей вид:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & y_0 & y_{-1} & y_{-p+1} \\ 1 & y_1 & y_0 & y_{-p+2} \\ 1 & y_2 & y_1 & y_{-p+3} \\ 1 & \dots & \dots & \dots \\ 1 & y_{n-1} & y_{n-2} & y_{n-p} \end{pmatrix}, \quad (14)$$

y – матрица значений исходного временного ряда:

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad (15)$$

Начальные значения $y_0, y_{-1}, \dots, y_{-p+1}$, входящие в матрицу X , как правило, неизвестны, и поэтому их необходимо доопределить. Определим $y_0 = \bar{y}$ – среднее значение наблюдаемых значений, $y_{-1} = y_{-2} = \dots = y_{-p+1} = 0$.

На основании исчисленных коэффициентов могут быть получены прогнозные значения доходов медицинской организации, путем подстановки элементов исходного временного ряда в полученную формулу и финишной обработки, предполагающей процесс обратный предварительной.

Выбор порядка авторегрессионной модели производится на основании информационного критерия Акаике [8]:

$$AIC = \ln \bar{\sigma}^2 + \left(\frac{2}{n}\right) \times r \quad (16)$$

где:

$\bar{\sigma}^2$ – сумма квадратов остатков прогноза, деленная на количество наблюдений,

n – число наблюдений,

r – число оцененных параметров модели.

Первое слагаемое представляет собой штраф за большую дисперсию, второе – за использование дополнительных переменных. Критерии рассчитываются для каждой построенной модели. При сравнении типов моделей предпочтение отдается спецификации, которая имеет наименьшие значения критерия:

$$d = \text{Min}(AIC_i), i = 1, 2 \dots p \quad (17)$$

Описанная выше методика может быть представлена в виде алгоритма, схема которого изображена на рисунке 3.

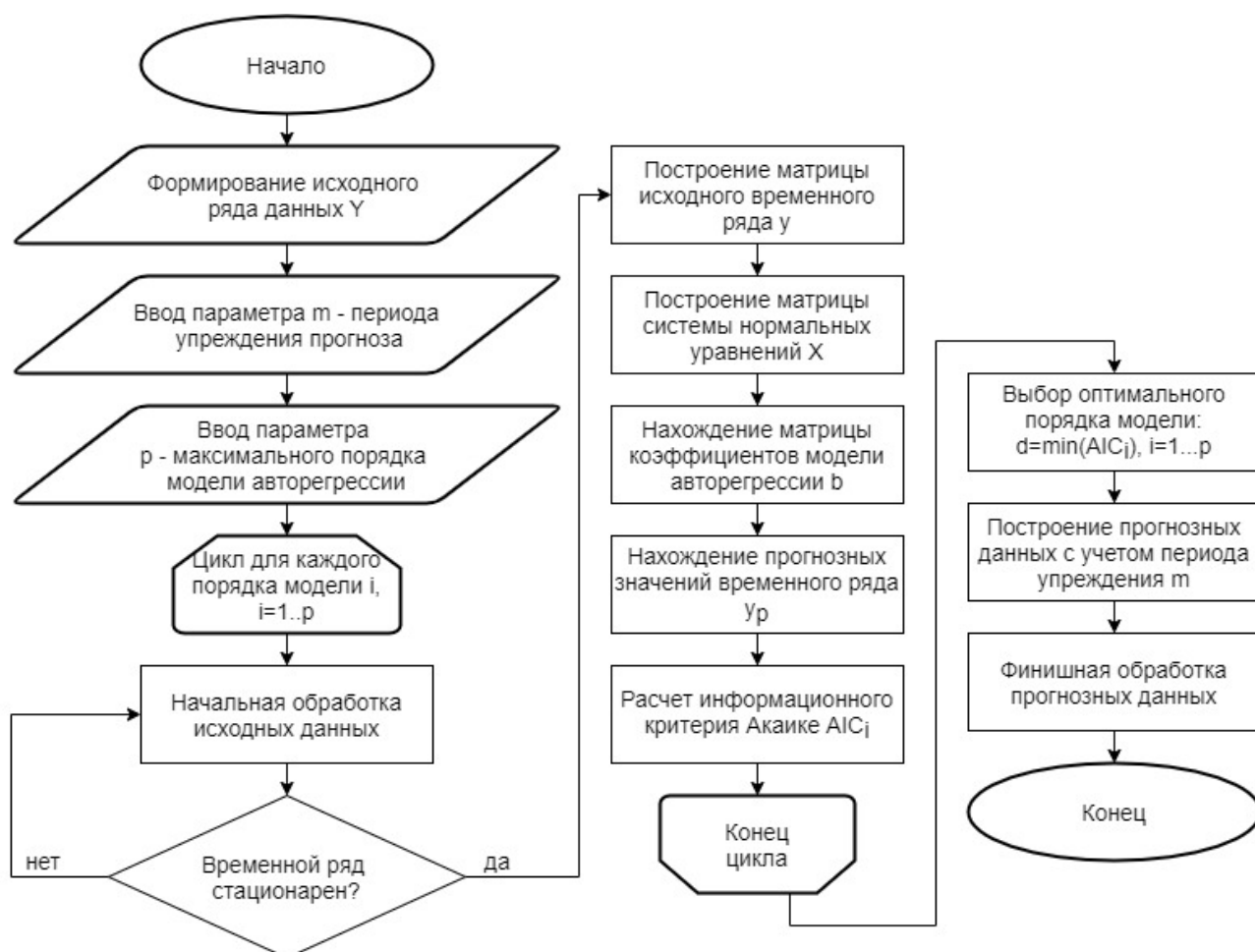


Рис.3. Блок-схема алгоритма прогнозирования доходов МО с использованием модели авторегрессии

Разработка программного модуля прогнозирования доходов медицинской организации

Программный модуль «Прогнозирование», разработанный на основании описанной выше методики и алгоритма прогнозирования доходов медицинской организации с использованием модели авторегрессии, является частью информационной системы мониторинга исполнения плановых показателей доходов медицинской организации.

Исходными данными для проведения процесса прогнозирования являются данные о фактических доходах медицинской организации, хранящиеся в базе данных информационной системы. Для формирования базового временного ряда для прогнозирования пользователю необходимо определить временной интервал, а также указать уровень детализации расчетных данных, позволяющий получить прогноз доходов в рамках источника финансирования, услуги, договора или контрагента.

Интерфейс прогнозирования определяет ввод параметров прогнозирования: периода упреждения прогноза, максимального порядка авторегрессионной модели (согласно методике m и p соответственно). После визуального осмотра графика сформированного временного ряда (Рис. 4) необходимо оценить сезонный лаг и задать амплитуду сезонности. Данное начальное условие необходимо для проведения алгоритмом предварительной обработки данных и приведения ряда к стационарному виду.

На основании введенных данных после проведения обработке алгоритм модуля создает авторегрессионные модели различных порядков до p . Результаты прогноза оптимальной модели интерпретируются в табличном и графическом представлении. В рамках работы модуля предусмотрен вывод результатов оценки результата модели прогнозирования (Рис.5).

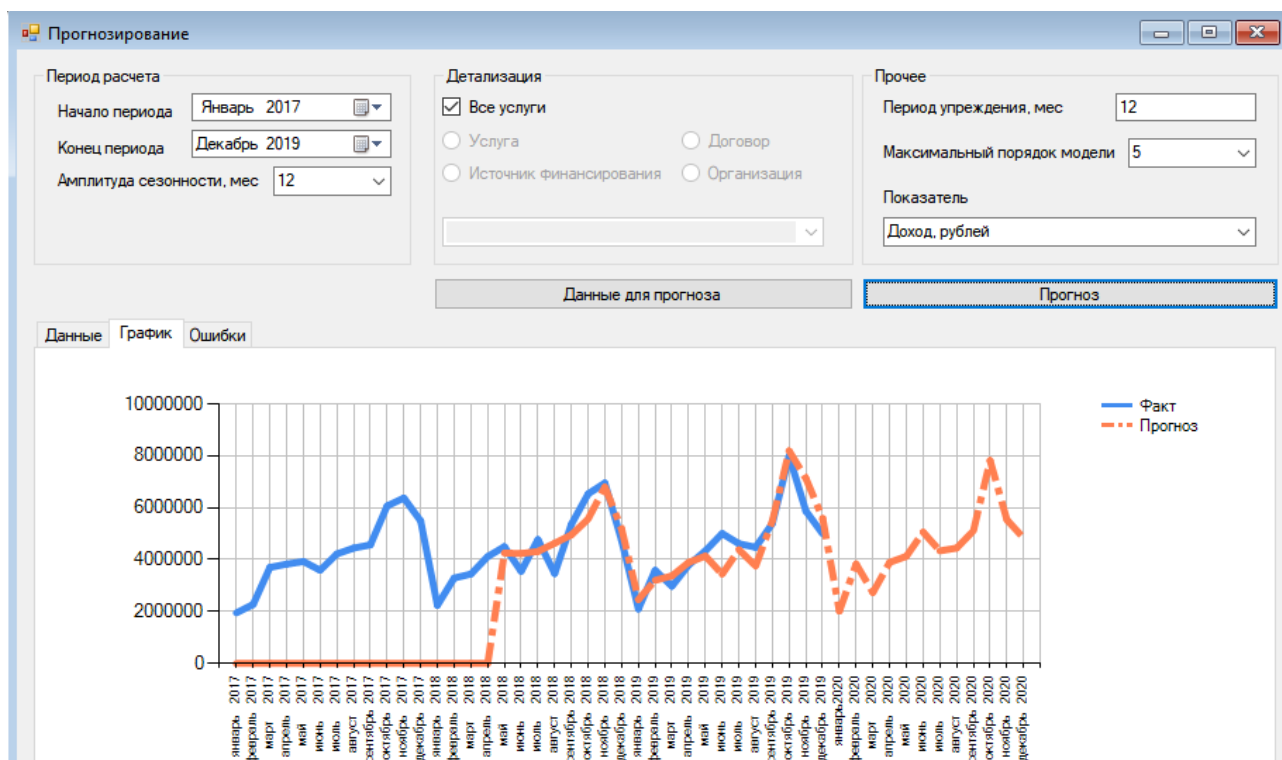


Рис. 4. Интерфейс модуля «Прогнозирование» ИС мониторинга исполнения плановых показателей доходов медицинской организации

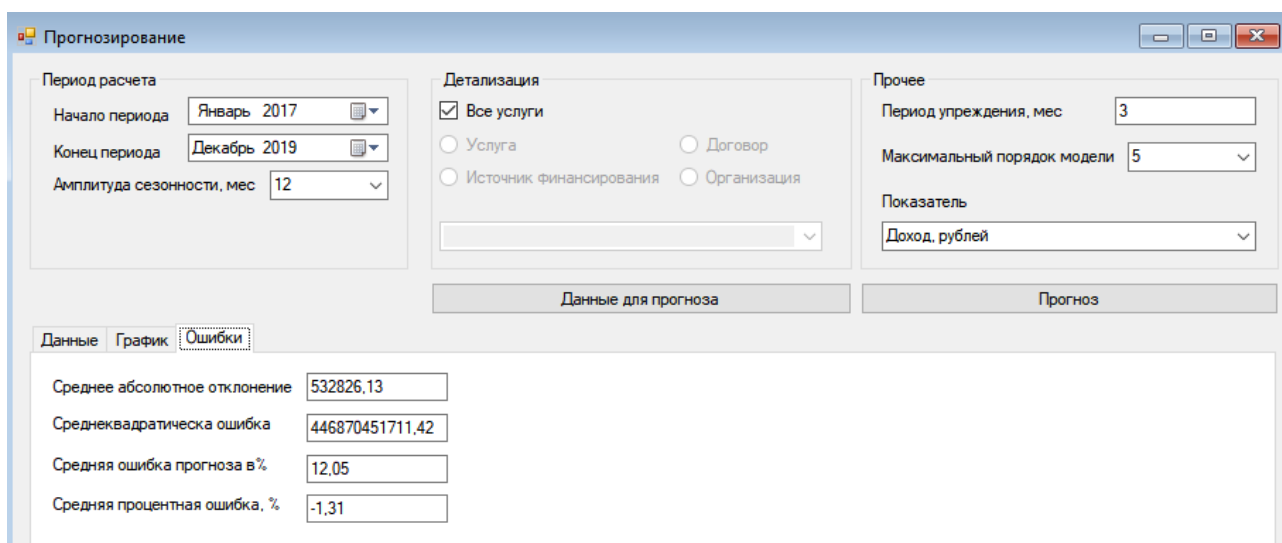


Рис. 5. Интерфейс модуля «Прогнозирование» ИС мониторинга исполнения плановых показателей доходов медицинской организации

Заключение

С целью получения прогноза доходов медицинской организации описана методика, осуществляющая прогнозирование на основании имеющейся информационной базы – временного ряда доходов медицинской организации за равные промежутки времени. В рамках эксперимента по выбору метода для прогнозирования выполнено моделирование исходных данных с использованием нескольких методов прогнозирования, построены соответствующие функциональные зависимости.

Результат эксперимента оценивался с точки зрения достоверности посредством вычисления ошибки между прогнозным значением дохода и фактическим. Погрешности прогноза, рассчитанные для каждого примененного метода, позволяют определить наиболее

подходящий вариант для данного набора данных. По совокупности показателей для автоматизации процесса прогнозирования временного ряда доходов медицинской организации, наиболее предпочтительным является использование модели авторегрессии с точки зрения минимизации погрешности полученного результата.

Для выбранного метода разработан алгоритм, ставший основой для автоматизации процесса прогнозирования доходов медицинской организации. В рамках информационной системы мониторинга исполнения плановых показателей доходов медицинской организации создан модуль прогнозирования, позволяющий реализовать ввод параметров моделирования, сформировать исходный ряд данных, выбрать и реализовать оптимальную модель.

Список литературы

1. Капитанова О.В. Прогнозирование социально-экономических процессов: Учебно-методическое пособие. // Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016.
2. Киреев В. С., Агамов Н. А. Сравнительный обзор медицинских информационных систем, представленных на российском рынке. Теория. Практика //Иновации. 2017. Т. 7 (19). С. 84-93.
3. Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций (МИС МО). Утверждены министром здравоохранения РФ В.И. Скворцовой 01 февраля 2016 г. (письмо Минздрава РФ № 18–0/10/2–603 от 05.02.2016).
4. Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. Вып. 3: Учебно-методический комплекс. М.: Изд. центр ЕАОИ, 2009.
5. Садыкова Ю. Ж. Оценка трендов, характеризующих уровень развития здравоохранения в России // Дискуссия. 2017. №. 5 (79).
6. Семиохин С.И. Обзор современных подходов к прогнозированию временных рядов, Молодежный научно-технический вестник. 2017. № 12. С. 3.
7. Hanke J. E., Reitsch A. G., Wichern D. W. Business forecasting. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2001. Т. 9.
8. Трегуб А. В., Трегуб И. В. Методика построения модели ARIMA для прогнозирования динамики временных рядов //Лесной вестник/Forestry bulletin. 2011. №. 5.
9. Воскобойников Ю.Е. Эконометрика в Excel: учеб. пособие. Ч. 2. Анализ временных рядов / Ю. Е. Воскобойников; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008.

AUTOMATION OF THE FORECASTING MEDICAL ORGANIZATION REVENUES

A.M. Chekalina
graduate student
abnimka@mail.ru

Astrakhan State University

Astrakhan

S.V. Okladnikova

PhD in Technical Sciences, associate
professor
chelle@mail.ru
Astrakhan

Abstract. In the article, the authors evaluate and select the forecasting method using time series of revenue of medical organizations, give a general algorithm for conducting this process, analyze the possibility of using software products for statistical data processing with a view to their use in forecasting revenues. Based on the statistical data obtained during processing, the numerical values of the criteria for evaluating the results of the forecast of the revenue of a medical organization are calculated, their reliability is estimated by calculating the error between the predicted and the actual values of revenues. In accordance with the chosen method, a refinement forecasting algorithm is described, including preliminary data processing, construction and selection of the optimal model. The practical implementation of the developed algorithm is the software module "Forecasting".

Keywords: medical organization, medical organization revenues, revenues forecasting of medical organizations, automation of the forecasting medical organization revenues, medical organization revenues forecasting method, methodology for forecasting revenues of medical organization, algorithm of forecasting revenues of medical organization

References

1. Kapitanova, O.V. (2016). Forecasting Socio-Economic Processes: A Training Manual [*Prognozirovanie social'no-ekonomicheskikh processov: Uchebno-metodicheskoe posobie*]. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University.
2. Kireev, V. S., Agamov, N. A. (2017). Comparative review of medical information systems presented on the Russian market. Theory. Practice [*Sravnitel'nyj obzor medicinskih informacionnyh sistem, predstavlenykh na rossijskom rynke. Teoriya. Praktika*]. Innovation Part 7. Vol. 19. Pp. 84-93.
3. Guidelines for ensuring the functionality of medical information systems of medical organizations (MIS MO). Approved by the Minister of Health of the Russian Federation V.I. Skvortsova February 1, 2016 (letter of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 18-0 / 10 / 2-603 of 02/05/2016) [*Metodicheskie rekomendacii po obespecheniyu funkcional'nyh vozmozhnostej medicinskih informacionnyh sistem medicinskih organizacij (MIS MO). Utverzhdeny ministrom zdravoohraneniya RF V.I. Skvortsovoj 01 fevralya 2016 g. (pis'mo Minzdrava RF № 18-0/10/2-603 ot 05.02.2016)*]
4. Sadovnikova, N.A., Shmojlova, R.A. (2009). Time Series Analysis and Forecasting. Vol. 3: Educational complex [*Analiz vremennyh ryadov i prognozirovanie. Vyp. 3: Uchebno-metodicheskij kompleks*]. Moscow: Ed. center EAOI.

5. Sadykova, Yu. Zh. (2017). Assessment of trends characterizing the level of healthcare development in Russia [*Ocenka trendov, harakterizuyushchih uroven' razvitiya zdavoohraneniya v Rossii*]. Discussion. Vol. 5 (79).
6. Semiohin, S.I. (2017). Review of modern approaches to forecasting time series [*Obzor sovremennyh podhodov k prognozirovaniyu vremennyh ryadov*]. Youth Scientific and Technical Bulletin. Vol. 12.
7. Hanke, J. E., Reitsch, A. G., Wichern, D. W. (2001). Business forecasting. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. Vol. 9.
8. Tregub, A. V., Tregub, I. V. (2011). ARIMA model construction methodology for predicting the dynamics of time series [*Metodika postroeniya modeli ARIMA dlya prognozirovaniya dinamiki vremennyh ryadov*]. Forestry bulletin. Vol. 5.
9. Voskoboynikov, Yu.E. (2008). Econometrics in Excel: Textbook. allowance. Part 2. Time Series Analysis [*Ekonometrika v Excel: ucheb. posobie. CH. 2. Analiz vremennyh ryadov*]. Novosibirsk: NGASU (Sibstrin).