

УДК 519.688  
DOI 10.17513/snt.40420

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССОВ БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Крошилин А.В., Крошилина С.В., Саморукова О.Д.

*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»,  
Рязань, e-mail: samorukova.od@yandex.ru*

Целью исследования является сокращение расхождений между плановыми и фактическими расходами в медицинских бюджетных учреждениях, а также сокращение времени на корректировку бюджета. Статья посвящена анализу особенностей бюджетирования в медицинских организациях, где необходимо учитывать специфические факторы: высокую степень регулирования, социальную направленность, зависимость от государственного финансирования и внезапные кризисы (например, пандемии). Рассмотрены современные подходы к интеграции цифровых технологий, таких как искусственный интеллект, в процессы финансового управления. Предложен подход к управлению распределением ресурсов, учитывающий динамичные внешние условия, такие как изменения в законодательстве, миграционные потоки и внедрение новых медицинских технологий. Особое внимание уделено балансу между экономической эффективностью и выполнением социальной миссии здравоохранения, включая механизмы распределения бюджета между профилактикой, первичной помощью и стационарным лечением. Предложена архитектура автоматизированной информационной системы лечебно-профилактических учреждений, объединяющей финансовые, клинические и операционные данные в едином цифровом пространстве. Практическая значимость работы заключается в возможности адаптации предложенных решений для государственных и частных медицинских учреждений, а также в формировании основ для создания интеллектуальных систем поддержки принятия управленческих решений. Результаты исследования способствуют переходу от традиционного классического бюджетирования к гибкому, динамичному управлению ресурсами, обеспечивающему устойчивость медицинских организаций в условиях неопределенности.

**Ключевые слова:** организационная система медицинского назначения, прогнозирование бюджета, нейронная сеть, эконометрическое моделирование, гибкое бюджетирование в медицинских учреждениях, бюджетирование

## MANAGEMENT OF BUDGET PLANNING AND FORECASTING PROCESSES IN ORGANIZATIONAL MEDICAL SYSTEMS

Kroshilin A.V., Kroshilina S.V., Samorukova O.D.

*The Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin,  
Ryazan, e-mail: samorukova.od@yandex.ru*

The article is devoted to the analysis of budgeting features in medical organizations, where it is necessary to take into account specific factors: a high degree of regulation, social focus, dependence on public funding and sudden crises (for example, pandemics). Modern approaches to the integration of digital technologies, such as artificial intelligence, into financial management processes are considered. An approach to managing the allocation of resources is proposed that takes into account dynamic external conditions, such as changes in legislation, migration flows and the introduction of new medical technologies. Particular attention is paid to the balance between economic efficiency and the fulfillment of the social mission of healthcare, including mechanisms for distributing the budget between prevention, primary care and inpatient treatment. The architecture of an integrated decision-making support system is proposed, combining financial, clinical and operational data in a single digital space. The practical significance of the work lies in the possibility of adapting the proposed solutions for public and private medical institutions, as well as in forming the basis for creating intelligent decision-making support systems. The results of the study contribute to the transition from traditional classical budgeting to flexible, dynamic resource management, ensuring the sustainability of medical organizations in conditions of uncertainty.

**Keywords:** organizational system of medical appointment, budget forecasting, econometric modeling, neural network, budgeting

### Введение

Организационные системы медицинского назначения (ОСМН) являются частью автоматизированных информационных систем лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и представляют собой комплекс взаимосвязанных структур, процессов и

ресурсов, направленных на планирование, организацию и реализацию деятельности по обеспечению общественного здоровья и оказанию медицинской помощи населению. ОСМН охватывают различные уровни управления: от местных поликлиник до федеральных министерств здравоохранения.

ранения; включают клиники, больницы, лаборатории, службы скорой помощи, аптеки, страховые компании и научно-исследовательские институты [1; 2]. Основная цель таких систем – удовлетворение потребностей населения в медицинских услугах, независимо от их экономического положения. Это требует баланса между коммерческой эффективностью и выполнением социальных обязательств, а бюджетирование служит инструментом реализации этой цели.

Управление бюджетными процессами играет ключевую роль в обеспечении устойчивости, эффективности и социальной значимости организационных систем здравоохранения. Оно позволяет сбалансировать экономические, клинические и социальные цели, обеспечивая доступность и качество медицинских услуг в условиях ограниченных ресурсов и внешних вызовов [3].

Актуальность и постановка проблемы. В условиях растущих требований к качеству и доступности медицинской помощи управление бюджетными процессами в медицинских учреждениях (МУ) приобретает стратегическое значение. Современные вызовы, такие как старение населения, увеличение числа хронических заболеваний, внезапные кризисы (пандемии, миграционные волны) и технологические изменения, требуют гибкого и научно обоснованного подхода к распределению ограниченных ресурсов. Традиционные методы бюджетирования, основанные на статичных планах и упрощенных прогнозах, часто не справляются с динамичностью внешней среды, что приводит к дефициту лекарств, перегрузке персонала и снижению качества услуг. Особенно остро эта проблема стоит в государственных учреждениях, где бюджетная зависимость сочетается с необходимостью выполнения социальных обязательств.

В то же время развитие цифровых технологий открывает новые возможности для совершенствования механизмов расходования бюджетных средств. Методы искусственного интеллекта, машинного обучения, анализа больших данных позволяют повысить точность прогнозирования нагрузки на систему здравоохранения, автоматизировать распределение средств и обеспечить прозрачность финансовых потоков. Однако их внедрение в практику бюджетного управления остается недостаточной изученным, особенно в условиях российской системы здравоохранения, где существует специфика регулирования, зависимость от ОМС и региональные особенности финансирования.

Таким образом, разработка и внедрение интегрированной модели бюджетирования,

сочетающей эконометрические методы, ИИ-аналитику и гибкие механизмы управления ресурсами, становится актуальной задачей, способной устранить разрыв между традиционными практиками и современными потребностями системы здравоохранения.

**Целью исследования** является сокращение расхождений между плановыми и фактическими расходами в медицинских бюджетных учреждениях на 15–25%, а также сокращение времени на корректировку бюджета на 5-10% после внедрения модели.

Научная новизна заключается в применении нового подхода к прогнозированию исполнения бюджета предприятия, объединяющего эконометрические модели, машинное обучение и цифровые платформы в едином цикле управления ресурсами. Особое внимание уделяется балансу между экономической эффективностью и социальной справедливостью, что актуально для системы здравоохранения в условиях ограниченных бюджетных средств.

Практическая значимость: результаты исследования могут быть использованы для совершенствования бюджетного управления в медицинских учреждениях.

Основные статьи расходов в медицинских бюджетных учреждениях (МБУ) обычно связаны с персоналом, оборудованием, медикаментами, административными расходами и профилактикой, которые зависят от государственного финансирования, в связи с чем необходимо учитывать специфику функционирования МБУ, соблюдая регламенты и нормативы.

Важными задачами прогнозирования финансовой и экономической деятельности ЛПУ являются задача прогнозирования предполагаемых поступлений и выплат, оценка вероятности появления дефицита и развития сценария, приводящего к невыполнению запланированных ключевых экономических показателей, а также разработка мероприятий по предотвращению развития неблагоприятных событий. Данные задачи являются ключевыми для бюджетирования в частности и управленческой деятельности АИС ЛПУ в целом, решение которых невозможно без оперативного прогностического управления доходами и расходами.

Для любого бюджетного учреждения существует так называемый бюджетный цикл, представляющий собой комплекс процессов планирования, исполнения, контроля и анализа финансовых ресурсов, направленных на обеспечение устойчивости и эффективности деятельности организации (рис. 1) [4].

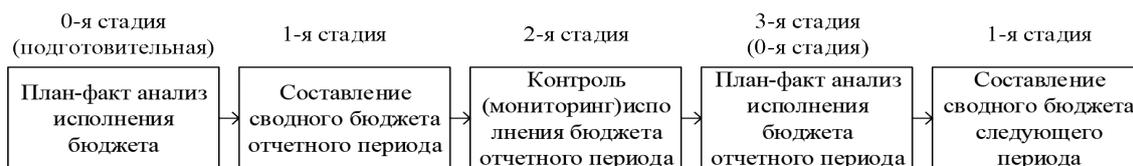


Рис. 1. Стадии бюджетного цикла

В идеале бюджетный процесс медицинского предприятия должен носить непрерывный характер. Это означает, что формирование бюджета на следующий период должно происходить одновременно с анализом исполнения бюджета текущего периода. Таким образом, завершающая (3-я стадия) одного бюджетного цикла предыдущего периода является подготовительной (0-й стадией) бюджетного цикла следующего периода. Чтобы обеспечить непрерывность процесса, необходимо разработать четкую методологию проведения «сквозного» план-факт анализа исполнения бюджета. Так как план-факт анализ проводится для внутренних потребностей учреждения, то методика его проведения разрабатывается индивидуально для каждого ЛПУ. Как правило, проводят следующие виды анализа: доходов (источники и структура), затрат (причем именно на основе этого анализа формируются бюджетные показатели на планируемый период, а план-факт анализ становится отправной и завершающей точкой бюджетного цикла), оборотных средств, финансовых результатов, инвестиций [4].

#### Материалы и методы исследования

Перед проведением анализа управленческим персоналом ЛПУ на основании экспертных знаний устанавливается уровень существенности отклонений, так, отклонения меньше 5% могут быть признаны несущественными, отклонения от 5% до 10% – умеренными, требующими выявления причин, отклонения от 10% до 20% – существенными, требующими корректировки стратегии деятельности ЛПУ, отклонения свыше 20% – критическими, требующими принятия незамедлительных управленческих решений [5]. По итогам проведения план-факт анализа текущего периода может быть скорректирован перечень показателей, а также пороговые уровни существенности.

Прогнозирование в автоматизированных информационных системах медицинского назначения является комплексом действий, включающих деятельность, направленную на формирование количественных и качественных характеристик исследуемого объекта в краткосрочной, среднесрочной

и долгосрочной перспективе, осуществляемую в условиях полной или частичной неопределенности, связанной с предугадыванием возможных рисков и оценкой их влияния на исследуемый объект [6].

Процесс формирования прогнозного бюджета в медицинских организационных системах включает в себя несколько основных этапов: подготовка целевого годового бюджета, составление отчета о фактическом исполнении бюджета за прошедший период, формирование годового бюджета на основе фактических данных, принятие решения о необходимости корректировки целевого годового бюджета, подготовка версии годового бюджета под названием «Прогноз» [7].

Была разработана интегрированная прогнозная модель (ИПМ), которая позволяет учесть специфику МБУ, а также обеспечивает экономическую выгоду путем аргументированного подтверждения произведенных затрат.

Исходные данные для ИПМ включают: исторические данные за выбранный период; данные о доходах и расходах; клинические показатели; демографические данные; сезонные колебания заболеваемости и экономические индикаторы (инфляция, изменения тарифов ОМС).

Предобработка включает в себя: устранение пропусков и аномалий; нормализацию данных; формирование признаков (напр., лаговые переменные для учета сезонности) [8; 9].

В системе были использованы следующие методы для осуществления прогнозирования: классические эконометрические модели, такие как ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) для учета временных рядов, регрессионный анализ для установления зависимостей бюджета от различных факторов и метод экспоненциального сглаживания (ETS) для учета сезонных колебаний, и методы машинного обучения Reinforcement Learning (RL) для автоматического перераспределения средств между статьями расходов, а также ансамбли моделей для комбинации подходов с целью повышения точности [10; 11]. Сценарный анализ и управление рисками используют генера-

тивные модели (GAN) для создания сценариев пандемий или кризисов [12; 13], а метод Монте-Карло используется для оценки вероятности дефицита бюджета [14; 15].

Архитектура системы ИПМ МБУ (предложена авторами) разбита на ключевые модули с указанием потоков данных и управления и представлена на рисунке 2 [2].

Экономический расчет включает расчет показателей ROI, MAPE,  $R^2$  для оценки эф-

фективности функционирования МБУ. Проверка точности прогноза осуществляется посредством сравнения метрик с целевыми значениями ( $MAPE \leq 10\%$ ,  $R^2 \geq 0$ ).

Разработана система интеграции (рис. 3) [1; 6].

Для расчёта использованы данные государственной поликлиники (табл. 1).

Полученные значения показателей с применением ИПМ показаны в таблице 2.

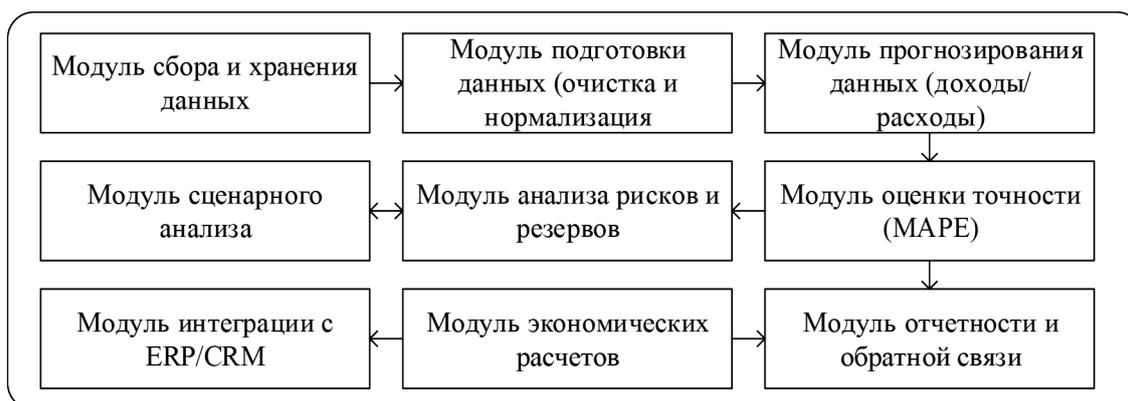


Рис. 2. Архитектура системы ИПМ МБУ



Рис. 3. Система интеграции данных разработанной прогнозной модели

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Год	Доходы (млн руб.)	Расходы (млн руб.)	Пациенты, чел.	Инфляция (%)	Тариф ОМС (руб.)	Ошибка (%)	Время на прогноз (дни)
2021	78,2	72,1	10 200	2,3	1 850	12,3	14
2022	80,5	74,0	10 500	2,5	1 850	12,3	14
2023	92,4	88,7	13 100	7,0	2 100	12,3	14
Запланированные показатели							
2024	Рост цен на медикаменты +9%		13500	7,5	2150		

Таблица 2

## Результаты прогноза на 2024 год

Год	Прогноз доходов (млн руб.)	Прогноз расходов (млн руб.)	Отклонение (%)	Факт (млн руб.)	Ошибка (%)	Время на прогноз (дни)
2024	95,6	93,2	+2,5%	97,1	1,5%	1

Сравнение с историческими данными. Средняя ошибка при ручном расчете в 2021-2023 гг. составила 12,3%, а с применением ИПМ – 1,5%, максимальное отклонение в первом случае составило 18,7%, а с применением ИПМ – 2,1%, время на прогноз при ручном расчете в 2021-2023 гг. составило 14 дней, с использованием ИПМ – 1 день.

Снижение ошибки расчетов дает экономию:  $(12,3\% - 1,5\%) \times 120$  млн руб. годового бюджета = 12,96 млн руб./год. Точно спрогнозированные расходы на медикаменты дают экономию 3,2 млн руб./квартал.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная интеграционная модель прогнозирования бюджетирования для медицинского бюджетного учреждения демонстрирует высокую эффективность в условиях ограниченных ресурсов и динамичных внешних факторов.

Гибкость в условиях кризиса: время корректировки бюджета сокращено на 16,7% с 30 до 5 дней благодаря динамическому управлению резервным фондом на основе обучения с подкреплением.

Точность прогнозирования: модель демонстрирует высокую адаптивность к сезонным колебаниям заболеваемости и изменениям в законодательстве, что подтверждается метриками  $R^2$  0,92 и  $MARE \leq 8,1\%$ .

#### Заключение

Исследование было направлено на решение проблемы сокращения отклонений между запланированными и реальными расходами в медицинских бюджетных учреждениях, а также минимизацию временных затрат на коррекцию бюджета.

Разработан новый подход к распределению ресурсов, адаптируемый к изменениям внешней среды. Научная новизна работы состоит в разработке модели управления медицинскими организациями, сочетающей экономические интересы и социальные обязательства, что создает предпосылки для перехода от статичного планирования к динамичной, устойчивой практике управления ресурсами.

Практическая значимость заключается в возможности масштабирования модели на региональный и федеральный уровни, что позволит повысить устойчивость системы здравоохранения к кризисам, снизить административные издержки за счет цифровизации, усилить социальную миссию через целевое распределение ресурсов.

Таким образом, предложенная модель становится научной и практической основой для трансформации управления процессами бюджетного планирования и прогнозирования в организационных системах медицинского назначения, обеспечивая баланс между экономическими, клиническими и социальными целями в условиях ограниченных ресурсов и растущих потребностей населения.

#### Список литературы

1. Попова А.А., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений в организационных системах распределения задач между сотрудниками // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 12. С. 55-60. DOI: 10.17513/snt.40244.
2. Жулёва С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Поддержка принятия управленческих медицинских решений и природа неопределенности в них / Биомедицинская радиоэлектроника. 2021. Т. 24. № 4. С. 89-96. DOI: 10.18127/j15604136-202104-12.
3. Тютин Д.В., Лесина Т.В. Развитие методик бюджетирования в системе здравоохранения // Вестник Евразийской науки. 2019. № 3. URL: <https://esj.today/PDF/42ECVN319.pdf> (дата обращения: 04.02.2025).
4. Артющенко О.Г. Способы оптимизации бюджетирования в целях управления бизнес-процессами организации // Экономические науки. 2023. № 12 (229). С. 507-515. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=62700125> (дата обращения 03.03.2025).
5. Зломанова Е.А. Методы контроля исполнения бюджета в коммерческих организациях // Бизнес-образование в экономике знаний. 2022. № 2 (22). С. 27-31 URL: <https://bibs-science.ru/articles/ar1459.pdf> (дата обращения: 04.02.2025).
6. Балацкий Е.В., Юревич М.А. Использование нейронных сетей для прогнозирования инфляции: новые возможности // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2018. Т. 17. № 5. С. 823-838. DOI: 10.15826/vestnik.2018.17.5.037.
7. Саморукова О.Д., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулёва С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник ГРПУ. 2024. № 88. С. 106-114. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114 URL: <https://vestnik.rsreu.ru/ru/archive/2024/vypusk-88/1517-vypusk-88> (дата обращения: 04.02.2025).

8. Соловьева Ю.С., Грекова Т.И. Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий: Вестник ТГУ. 2009. №1 (6). С. 49-58. EDN: JBSUJF. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_11968832\\_90642068.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_11968832_90642068.pdf) (дата обращения: 04.02.2025).
9. Чувахин П.И. Интеллектуальная система оптимизации производственных процессов на основе нейронных сетей для повышения эффективности предприятий АПК в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 11. С. 51-59. DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-11-51-59. EDN: IQDIYK.
10. Мякишева М.А. Применение искусственного интеллекта для анализа и оптимизации финансовых потоков // Путеводитель предпринимателя. 2025. Т. 18. № 1. С. 15-23. DOI: 10.24182/2073-9885-2025-18-1-15-23. EDN: XTBXDO.
11. Конохова О.В., Лапочкина К.С. Применение нейронных сетей в экономике и актуальность их использования при составлении краткосрочного прогноза бюджета // Информационные ресурсы, системы и технологии. 2012. № 1 (спецвыпуск «ИТНОП-2012»). С. 17-19. URL: <https://irsit.ru/article150> (дата обращения: 04.02.2025).
12. Часовских В.П., Кох Е.В., Сахно А.С. Программные средства информационных систем, технологии ИИ для больших данных // Академический исследовательский журнал. 2025. Т. 3. № 1. С. 197-208. DOI: 10.25726/x7412-7148-4266-h. EDN: LEETQG.
13. Галкин В.А., Гавриленко Т.В., Смородинов А.Д. Некоторые аспекты аппроксимации и интерполяции функций искусственными нейронными сетями // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2022. Т. 38. № 1. С. 54-73. DOI: 10.26117/2079-6641-2022-38-1-54-73.
14. Braun J., Griebel M. On a Constructive Proof of Kolmogorov's Superposition Theorem // Constructive Approximation. 2009. Vol. 30. № 3. P. 653-675. DOI: 10.1007/s00365-009-9054-2. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00365-009-9054-2> (дата обращения: 04.02.2025).
15. Дударов С.П., Папаев П.Л., Маркин И.С. Интерполирование одномерных и многомерных нелинейных зависимостей искусственными нейронными сетями радиально-базисных функций. Анализ влияния выбора активационной функции на интерполирующую способность // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 45-52. DOI: 10.17513/snt.39522. EDN: RWSFAE.