

УДК 004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНА МЕДИЦИНСКОГО СНАБЖЕНИЯ

Пузырев Н.С.¹, аспирант гр. 12002396, 3 курс, Яловенко С.А.¹, аспирант гр. 12002596, 1 курс

Научный руководитель: Иващук О.А.¹, д.т.н., профессор

¹Белгородский государственный национальный исследовательский
университет
г. Белгород

Планирование медицинского снабжения в современной медицинской организации представляет собой сложную организационно-технологическую задачу, в которой должны одновременно учитываться клиническая потребность, фактические остатки, сроки годности, графики поставок, бюджетные ограничения и процедуры закупки. На практике такие решения по-прежнему нередко принимаются на основе локальных заявок подразделений и экспертных оценок, что затрудняет своевременное выявление риска дефицита и приводит к избыточным закупкам. Поэтому одной из актуальных задач является проектирование специализированной подсистемы, обеспечивающей формализованную подготовку и сопровождение решений по формированию плана медицинского снабжения. Как отмечает Н. Н. Шведов, «для интеграции цифровых сервисов в единую цифровизированную организационную систему требуется в первую очередь сформировать ее структурную модель» [1].

Архитектура подсистемы формирования плана медицинского снабжения

Подсистема автоматизированного формирования плана медицинского снабжения целесообразно рассматривается как функциональный компонент автоматизированной системы управления деятельностью медицинской организации. Она функционирует на стыке клинического контура, складского учета, закупочной деятельности и финансового управления. Объектом управления в данной подсистеме выступают потоки и запасы номенклатуры медицинского снабжения, а субъектом управления – должностные лица и подразделения, принимающие решения по обоснованию потребности, закупке, отпуску и финансовому обеспечению поставок [1].

Результатом работы подсистемы является проект плана снабжения, включающий расчет потребности по номенклатуре, календарно-объемные параметры пополнения, показатели качества плана и набор рекомендаций по корректировке запасов. Для достижения этого результата в составе

подсистемы выделяются модуль интеграции данных, модуль ведения номенклатуры и справочников, модуль расчета потребности, модуль управления запасами и сроками годности, модуль формирования плана снабжения и модуль многокритериальной оценки альтернатив. Такая модульная организация обеспечивает прозрачное разделение функций и создает основу для последующего наращивания аналитических возможностей системы и согласуется с подходом Михеева из его работы [2], согласно которому «архитектура экосистемы в соответствии с концепцией архитектуры предприятия должна представлять экосистему от стратегического результата до технологической инфраструктуры».

Сценарный подход к формированию планов снабжения

Ключевым элементом предлагаемой модели является сценарный подход. В задачах медицинского снабжения сценарий следует трактовать как формализованное описание согласованного набора условий внешней и внутренней среды, при которых формируются потребность, ограничения и параметры поставки. В отличие от разового точечного прогноза сценарный подход позволяет явно фиксировать допущения и оценивать устойчивость решений к изменению нагрузки стационара, задержкам поставок, колебаниям бюджета и доступности отдельных позиций [3].

Методически формирование сценариев рационально строить иерархически. На верхнем уровне задаются сценарии среды: изменение потока госпитализаций, уровень финансирования, вероятность процедурных и логистических задержек. Далее на их основе формируются сценарии потребления и пополнения по группам номенклатуры. При этом номенклатурные позиции не должны усредняться: для критичных и дорогостоящих препаратов требуется более детализированное сценарное множество, тогда как для массовых и устойчивых позиций достаточно компактного набора вариантов. Такой подход согласуется с положениями стохастического программирования, где качество решения определяется не числом сценариев как таковым, а адекватностью представления неопределенности [4].

Для российской практики сценарное моделирование должно учитывать не только логистические, но и нормативно-процедурные ограничения. Это согласуется с выводом Т. А. Баранкиной о том, что «применение разработанного и утвержденного внутренним приказом регламента закупок позволяет спланировать предстоящие расходы наиболее оптимально для бесперебойного и качественного оказания плановой медицинской помощи» [5]. За счет этого сценарий становится не абстрактным описанием будущего, а инструментом проверки реализуемости плана снабжения в конкретной правовой и организационной среде.

Функциональная и структурная модели подсистемы

Функциональное описание подсистемы удобно выполнять в нотации IDEF0, так как она позволяет формализовать каждую функцию через входы,

управляющие воздействия, выходы и механизмы исполнения [6]. На контекстном уровне основная функция подсистемы может быть сформулирована как «сформировать план медицинского снабжения при заданных ограничениях». Диаграмма представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Контекстная диаграмма подсистемы формирования планов медицинского снабжения

В качестве входов при этом выступают история потребления, данные о текущих остатках, заявки подразделений, календарь поставок и справочники номенклатуры. Управляющими воздействиями являются бюджетные лимиты, регламенты закупок, правила хранения и политики управления запасами. Выходом является проект плана снабжения, а механизмами – персонал, база данных, модели прогнозирования и модуль оценки сценариев [6].

Декомпозиция контекстной функции позволяет выделить последовательность этапов полного цикла планирования: сбор и верификация данных, расчет и прогноз потребности, оценка состояния запасов и ограничений, формирование вариантов плана и их последующая оценка. Такая декомпозиция отражает переход от исходной информации к управленческому решению и делает архитектуру подсистемы трассируемой [7], [8]. Диаграмма декомпозиции представлена на рисунке 2.

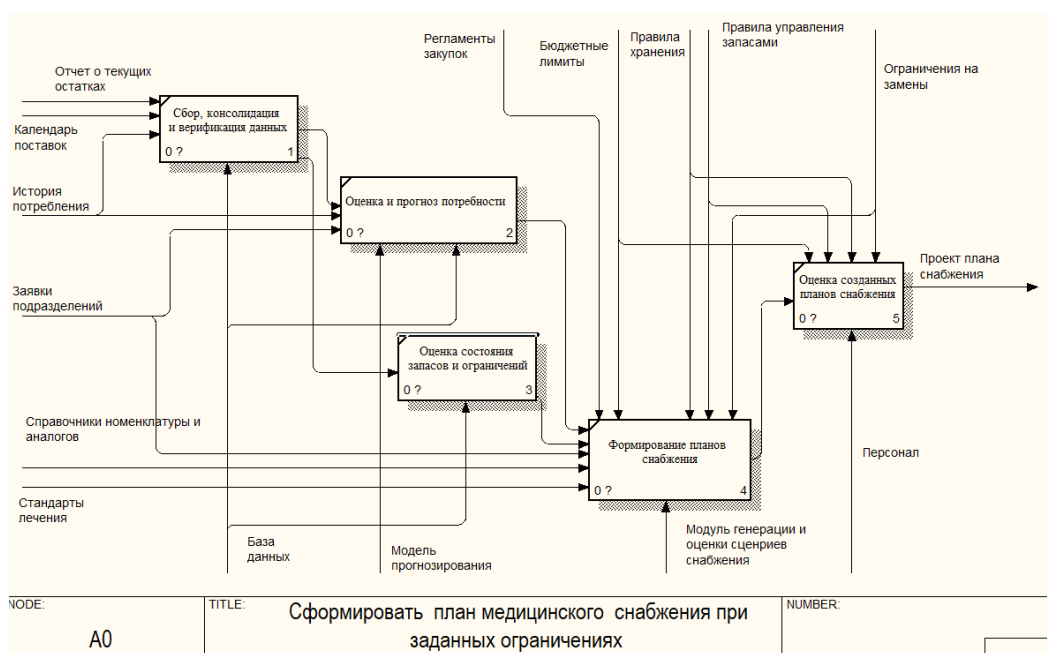


Рисунок 2 – Декомпозиция контекстной диаграммы

Структурно подсистема должна включать объект управления, субъект управления, подсистему мониторинга, централизованную базу данных, СППР-ядро и интерфейсно-интеграционный слой. Важнейшее значение имеет обратная связь между контуром исполнения и контуром планирования: сведения о фактическом потреблении, задержках поставок и изменении остатков должны возвращаться в аналитическое ядро и использоваться для пересчета параметров моделей. Без такого замыкания контура система остается учетной, но не становится адаптивной системой поддержки принятия решений.

Таким образом, моделирование подсистемы автоматизированного формирования плана медицинского снабжения целесообразно выполнять как проектирование взаимосвязанного функционального и структурного контуров. Функциональная модель задает последовательность этапов «данные – прогноз – оценка запасов – формирование альтернатив – выбор решения», а структурная модель определяет состав модулей и информационные связи между ними. Включение сценарного механизма позволяет перейти от статического планирования к оценке устойчивости вариантов плана в условиях неопределенности спроса и поставок. Практическая ценность предложенного подхода состоит в том, что он создает основу для дальнейшей формализации алгоритмов прогнозирования потребности, генерации альтернативных планов и многокритериального выбора рационального варианта медицинского снабжения.

Список литературы:

1. Шведов, Н. Н. Структуризация цифровизированной организационной системы лекарственного обеспечения и процесса принятия управленческих решений / Н. Н. Шведов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2026. – Т. 14, № 1. – DOI 10.26102/2310-6018/2026.52.1.010.

2. Михеев, А. Е. Подходы к разработке концептуальной модели архитектуры цифровой медицинской экосистемы / А. Е. Михеев // Менеджер здравоохранения. – 2024. – Спецвыпуск. – С. 33–52. – DOI 10.21045/1811-0185-2024-S-33-52.
3. Heitsch, H. Scenario tree modelling for multistage stochastic programs / H. Heitsch, W. Römisсh // Mathematical Programming. – 2009. – Vol. 118, no. 2. – P. 371–406. – DOI 10.1007/s10107-007-0197-2.
4. Füllner, C. Stochastic Dual Dynamic Programming and Its Variants / C. Füllner, S. Rebennack // SIAM Review. – 2025. – DOI 10.1137/23M1575093.
5. Баранкина, Т. А. Регламент закупок лекарственных препаратов и медицинских изделий для многопрофильной медицинской организации / Т. А. Баранкина, Т. Е. Едунова, О. Н. Якименко // Менеджер здравоохранения. – 2019. – № 10. – С. 18–23.
6. International Organization for Standardization. ISO/IEC/IEEE 31320-1:2012. Information technology – Modeling Languages – Part 1: Syntax and Semantics for IDEF0. – Geneva : ISO, 2012. – 32 p.
7. Карпов, О. Э. Проектирование автоматизированной системы формирования неснижаемого аптечного запаса на примере многопрофильного стационара / О. Э. Карпов, Д. Н. Никитенко, С. А. Фатеев, Н. В. Петрова, Е. С. Некрасова // Менеджер здравоохранения. – 2018. – № 3. – С. 63–72.
8. Saha, E. Modelling and analysis of inventory management systems in healthcare: A review and reflections / E. Saha, P. K. Ray // Computers & Industrial Engineering. – 2019. – Vol. 137. – Art. 106051. – DOI 10.1016/j.cie.2019.106051.