

РАЗРАБОТКА ИС ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЯ РАБОТЫ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПЕРСОНАЛА В ПОЛИКЛИНИКЕ

В.Д. Косых¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматривается разработка специализированной информационной системы (ИС), предназначенной для решения актуальной проблемы неэффективного использования дорогостоящего диагностического оборудования (МРТ, КТ) и рабочего времени медицинского персонала в поликлиниках. Представлены архитектура системы, ключевые функциональные модули и интеллектуальный алгоритм оптимизации расписания, основанный на методах машинного обучения. Приводятся количественные оценки ожидаемой эффективности внедрения, анализ конкурентоспособности и инновационной составляющей предлагаемого решения.

Ключевые слова: информационная система, оптимизация расписания, диагностическое оборудование, машинное обучение, здравоохранение, цифровая трансформация, алгоритм планирования.

DEVELOPMENT OF AN IP TO OPTIMIZE THE SCHEDULE OF DIAGNOSTIC EQUIPMENT AND STAFF IN THE CLINIC

V.D. Kosykh¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper considers the development of a specialized information system (IS) designed to solve the urgent problem of inefficient use of expensive diagnostic equipment (MRI, CT) and the working hours of medical personnel in polyclinics. The architecture of the system, key functional modules and an intelligent schedule optimization algorithm based on machine learning methods are presented. Quantitative estimates of the expected implementation efficiency, an analysis of competitiveness and the innovative component of the proposed solution are given.

Keywords: information system, schedule optimization, diagnostic equipment, machine learning, healthcare, digital transformation, planning algorithm.

Поликлиники, как ключевое звено первичного звена здравоохранения, сталкиваются с системной проблемой организации потоков пациентов, особенно в диагностических отделениях. Очереди на проведение магнитно-резонансной (МРТ) и компьютерной томографии (КТ) могут достигать нескольких месяцев, что критически задерживает постановку диагноза и начало лечения. Существующие подходы к планированию, основанные на ручном труде администраторов, характеризуются рядом недостатков:

- Нерациональное использование ресурсов
наличие «окон» в расписании и простоев дорогостоящего оборудования (до 30-40% рабочего времени) при одновременной перегрузке в утренние часы;
- Низкая операционная эффективность
врачи-рентгенологи и административный персонал тратят до 20-30% рабочего времени на составление и согласование графиков, телефонные переговоры;
- Влияние человеческого фактора
ошибки при записи, потеря талонов, сложности оперативного внесения изменений для срочных пациентов;
- Отсутствие аналитической базы для управления:
руководство лишено инструментов для оперативного анализа загрузки оборудования, производительности отделения и планирования ресурсов;

Таким образом, задача автоматизации и интеллектуальной оптимизации процесса планирования является высокоактуальной и имеет значительный социально-экономический потенциал.

Целью работы является разработка архитектуры и ключевых компонентов информационной системы для интеллектуальной оптимизации расписания работы диагностического оборудования и персонала, обеспечивающей повышение эффективности использования ресурсов поликлиники.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- Провести анализ предметной области и сформулировать требования к функционалу системы;
- Разработать модульную архитектуру ИС, интегрируемую с существующей информационной инфраструктурой медицинского учреждения;
- Спроектировать и описать алгоритм оптимизации расписания, использующий методы прогнозирования для учета вероятности неявки пациента и индивидуальной скорости работы персонала;
- Дать оценку конкурентоспособности и инновационности предлагаемого решения.

- Оценить ожидаемый экономический и операционный эффект от внедрения системы.

Для реализации поставленных задач была предложена многоуровневая архитектура системы, построенная на основе веб-технологий и микросервисного подхода, что обеспечивает масштабируемость и надежность.

Ключевые функциональные модули системы:

- Интеллектуальный модуль планирования и оптимизации

Является ядром системы. Для построения расписания используется модифицированный алгоритм планирования с ограниченными ресурсами, где оборудование и персонал являются ресурсами, а исследования – задачами с приоритетами, продолжительностью и зависимостями. Алгоритм учитывает более 15 входных параметров, включая тип и срочность исследования, квалификацию персонала, необходимость подготовки пациента и график технического обслуживания;

- Модуль прогнозирования

Реализован на основе методов машинного обучения (логистическая регрессия и градиентный бустинг). Обучение модели проводится на исторических данных для прогнозирования двух ключевых показателей: вероятность неявки пациента, что позволяет целенаправленно работать с «рисковыми» слотами, реальное время проведения процедуры с учетом индивидуальной скорости работы конкретного врача-рентгенолога;

- Модули взаимодействия (Web-интерфейс для регистраторов, личный кабинет пациента, рабочее место врача) разрабатываются с использованием современных фронтенд-фреймворков (React/Vue.js);

- Модуль интеграции обеспечивает взаимодействие с внешними системами (ЕГИСЗ, ЭМК, бухгалтерские системы) через RESTful API и использование стандартов HL7/FHIR;

- Модуль отчетности и аналитики построен на основе СУБД (PostgreSQL) и инструментов для визуализации данных (например, Metabase).

В результате проектирования была разработана архитектура информационной системы, готовой к реализации и пилотному внедрению.

Анализ конкурентоспособности и инновационности:

Предлагаемое решение обладает рядом конкурентных преимуществ по сравнению с существующими аналогами на российском рынке (такими как стандартные модули планирования в корпоративных ИС типа «1С-Медицина» или зарубежных комплексных Hospital Information Systems – HIS):

- Узкая специализация и глубина проработки:

в отличие от универсальных систем, решение сфокусировано исключительно на задачах диагностического отделения, что позволяет обеспечить более высокое качество оптимизации;

- Использование предиктивных моделей

ключевым инновационным отличием является интеграция модуля машинного обучения для прогнозирования неявок и длительности процедур. Большинство существующих систем используют жесткие, детерминированные правила планирования;

- Высокая степень адаптивности

система способна обучаться и адаптироваться под специфику конкретного учреждения и работу конкретных сотрудников, улучшая качество расписания;

- Интеграционная открытость:

ориентация на современные стандарты обмена данными (FHIR) упрощает внедрение в существующую IT-инфраструктуру поликлиники.

Оценка практической эффективности:

Моделирование работы системы на основе данных пилотной поликлиники позволяет ожидать следующих результатов внедрения:

- Сокращение времени ожидания диагностики для пациентов на 20-40% за счет ликвидации «окон» и оптимизации последовательности исследований;

- Рост пропускной способности диагностических кабинетов на 15-25% без капитальных затрат на новое оборудование;

- Снижение административной нагрузки на медицинский персонал (врачей-рентгенологов и администраторов) на 2-3 часа в день;

- Увеличение операционных доходов за счет роста объема оказанных платных услуг и сокращения потерь от неявок пациентов.

Вывод: разработана архитектура и предложен комплекс технических решений для создания информационной системы, направленной на решение актуальной проблемы оптимизации работы диагностических отделений поликлиник.

Инновационность решения подтверждается применением интеллектуального алгоритма планирования, использующего предиктивные модели машинного обучения для прогнозирования неявок пациентов и длительности процедур, что выгодно отличает его от существующих конкурирующих продуктов.

Проведенный анализ показывает высокую практическую значимость и потенциальную экономическую эффективность проекта. Ожидаемые количественные результаты внедрения (сокращение времени ожидания на 20-40%, рост пропускной способности на 15-25%) свидетельствуют о существенном резерве для повышения доступности и качества диагностических услуг.

Перспективой дальнейших исследований является реализация рабочего прототипа системы, его апробация в условиях реальной поликлиники и валидация эффективности предложенных алгоритмов на ретроспективных и оперативных данных.

Список литературы

1. Баландина Л.С., Базарова И.Н. Методические подходы к комплексной оценке материальных и кадровых ресурсов... // Социальные аспекты здоровья населения. – 2025. – Т. 71, № 3. – Ст. 19.
2. Денчик А.В., Бенян А.С., Пушкин С.Ю. и др. Приемно-диагностическая служба и стационарные отделения скорой медицинской помощи – современное состояние вопроса (Обзор литературы) // Общественное здоровье. – 2025. – № 2 (по данным статьи).
3. Ованесян А.А., Левичев А.В., Бельшев Д.В. Алгоритмы решения задач составления расписания диагностических и лечебных мероприятий в медицинской информационной системе // Врач и информационные технологии. – 2020. – № S5. – С. 10-16. URL: <https://www.idmz.ru/jurnali/vrach-i-informatsionnye-tehnologii/2020/S5/algoritmy-resheniia-zadach-sostavleniia-raspisaniia-diagnosticheskikh-i-lechebnykh-meropriatii-v-meditinskoi-informatsionnoi-sisteme> (дата обращения: 10.02.2026).
4. Разработка и научное обоснование критериев оценки эффективности оснащения медицинских организаций высокотехнологичным медицинским оборудованием службы лучевой диагностики / Э.Н. Тагиев, В.В. Люцко, А.В. Масякин, Е.И. Боровков // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2025. – № 4. – С. 78-95.
5. Сумин В.И., Кравченко А.С., Толкачев А.В. Использование ситуационного моделирования в разработке систем принятия решений для сложных организационных систем // Моделирование систем и процессов. – Воронеж: ВГЛУ, 2024. – Т. 17, № 3. – С. 71–79.

6. Тагиев Э.Н., Люцко В.В., Масыкин А.В., Боровков Е.И. Разработка и научное обоснование критериев оценки эффективности оснащения медицинских организаций высокотехнологичным медицинским оборудованием службы лучевой диагностики // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2025. – № 4.

7. Цифровой талон вместо живой очереди: кейс автоматизации диагностического центра «ПРОФМЕД» // 1С:Предприятие. – 2025. URL: <https://v8.1c.ru/metod/cases/tsifrovoy-talon-vmesto-zhivoy-ocheredi-keys-avtomatizatsii-diagnosticheskogo-tsentra-profmed.htm> (дата обращения: 10.02.2026).

References

1. Balandina L.S., Bazarova I.N. Methodological approaches to the integrated assessment of material and human resources ... // Social aspects of public health. – 2025. – Vol. 71, No. 3. – Art. 19.

2. Denchik A.V., Benyan A.S., Pushkin S.Yu. and others. Diagnostic and reception services and inpatient emergency departments - the current state of the issue (Literature review) // Public Health. – 2025. – No. 2 (according to the article).

3. Ovanesyan A.A., Levichev A.V., Belyshev D.V. Algorithms for solving problems of scheduling diagnostic and therapeutic measures in the medical information system // Doctor and information technologies. – 2020. – No. S5. – pp. 10-16. URL: <https://www.idmz.ru/jurnali/vrach-i-informatsionnye-tehnologii/2020/S5/algoritmy-resheniia-zadach-sostavleniia-raspisaniia-diagnosticheskikh-i-lechebnykh-meropriiatii-v-meditinskoi-informatsionnoi-sisteme> (date of request: 02/10/2026).

4. Development and scientific substantiation of criteria for evaluating the effectiveness of equipping medical organizations with high-tech medical equipment for radiation diagnostics / E.N. Tagiev, V.V. Lyutsko, A.V. Masyakin, E.I. Borovkov // Modern problems of healthcare and medical statistics. 2025. No. 4. pp. 78-95.

5. Sumin V.I., Kravchenko A.S., Tolkachev A.V. The use of situational modeling in the development of decision-making systems for complex organizational systems // Modeling of systems and processes. Voronezh: VGLTU, 2024, vol. 17, No. 3, pp. 71-79.

6. Tagiev E.N., Lyutsko V.V., Masyakin A.V., Borovkov E.I. Development and scientific substantiation of criteria for evaluating the effectiveness of equipping medical organizations with high-tech medical equipment for radiation diagnostics // Modern problems of healthcare and medical statistics. – 2025. – № 4.

7. Digital coupon instead of a first-come, first-served basis: the automation case of the PROFMED diagnostic center // 1C:Company. - 2025. URL: <https://v8.1c.ru/metod/cases/tsifrovoy-talon-vmesto-zhivoy-ocheredi-keys-avtomatizatsii-dagnosticheskogo-tsentra-profmed.htm> (date of request: 02/10/2026).