



МОСКОВСКАЯ
МЕДИЦИНА



НИИ
ОРГАНИЗАЦИИ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
И МЕДИЦИНСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА

18+



Фото: НИИОЗММ

Ю.Ю. Швец

ПОРОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ И МАТРИЦЫ РЕШЕНИЙ В ОМТ: МИРОВАЯ ПРАКТИКА И АДАПТАЦИЯ ДЛЯ МОСКВЫ

ЭКСПЕРТНЫЙ ОБЗОР

МОСКВА
2026

Государственное бюджетное учреждение города Москвы
«Научно-исследовательский институт организации
здравоохранения и медицинского менеджмента
Департамента здравоохранения города Москвы»

Ю.Ю. Швец

ПОРОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ И МАТРИЦЫ РЕШЕНИЙ В ОМТ: МИРОВАЯ ПРАКТИКА И АДАПТАЦИЯ ДЛЯ МОСКВЫ

Экспертный обзор

Научное электронное издание

Москва
ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
2026

УДК 614.2
ББК 51.1

Рецензенты:

Кукшина Анастасия Алексеевна, доктор медицинских наук, ученый секретарь ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»;

Гажева Анастасия Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент, начальник отдела координации организационно-методической работы в здравоохранении ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ».

Швец, Ю.Ю.

Пороговые значения и матрицы решений в ОМТ: мировая практика и адаптация для Москвы: экспертный обзор [Электронный ресурс] / Ю.Ю. Швец. – Электрон. текстовые дан. – М. : ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2026. – URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-medicine/izdaniya-nii/obzory/> – Загл. с экрана. – 38 с.

ISBN 978-5-908096-05-8

В работе представлен экспертный обзор применения пороговых значений и матриц решений в операционных методах теории для управления городским здравоохранением. Рассмотрены теоретические основания пороговых политик (MDP, POMDP) и многокритериального анализа (ANP, TOPSIS, Fuzzy MCDM). Проанализирован мировой опыт: триажные системы (MTS, CTAS, ESI), операционные пороги NHS OPEL, экономические пороги NICE/ICER и пандемические матрицы эскалации. Дана оценка текущего состояния московской системы здравоохранения (ЕМИАС) и выявлены барьеры адаптации. Предложена концепция многоуровневой интегрированной DSS для Москвы с практическими рекомендациями по внедрению.

**УДК 614.2
ББК 51.1**

*Утверждено и рекомендовано к печати Научно-методическим советом ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
(Протокол № 4 от 21 апреля 2026 г.).*

Самостоятельное электронное издание сетевого распространения

Минимальные системные требования: браузер Internet Explorer/Safari и др.;
скорость подключения к Сети 1 МБ/с и выше.

ISBN 978-5-908096-05-8



9 785908 096058 >

© Швец Ю.Ю., 2026
© ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Раздел 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ПОРОГОВЫХ ПОЛИТИК И МАТРИЦ РЕШЕНИЙ В ОМТ	7
1.1. Эволюция пороговых политик в теории принятия решений и здравоохранении	7
1.2. Математические основания пороговых стратегий.....	8
1.3. Матрицы решений и многокритериальный анализ в ОМТ	10
1.4. Классификация пороговых значений и матриц решений в здравоохранении.....	12
Раздел 2. МИРОВАЯ ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ И МАТРИЦ РЕШЕНИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ.....	15
2.1. Тriage-системы и клинические пороговые значения в экстренной медицине.....	15
2.2. Операционные пороги и матрицы эскалации в больничном управлении.....	17
2.3. Экономические пороги и матрицы распределения ресурсов.....	18
2.4. Матрицы решений в кризисном управлении и пандемическом планировании	20
2.5. Цифровые системы поддержки принятия решений с пороговыми механизмами	22
Раздел 3. АНАЛИЗ МОСКОВСКОЙ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ АДАПТАЦИИ ПОРОГОВЫХ И МАТРИЧНЫХ ПОДХОДОВ	23
3.1. Текущие механизмы принятия решений и пороговые показатели в московской системе здравоохранения.....	23
3.2. Барьеры адаптации мирового опыта пороговых и матричных подходов в Москве	24
3.3. Предложения по формированию интегрированной системы пороговых показателей и матриц решений для Москвы	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	30
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	33

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования обусловлена объективной потребностью городских систем здравоохранения в инструментах количественной поддержки принятия решений при ограниченных ресурсах и неопределенности спроса. Пороговые значения (threshold values) и матрицы решений (decision matrices) представляют собой фундаментальные конструкции операционных методов теории (ОМТ), позволяющие формализовать правила перехода между альтернативными управленческими режимами при достижении критических значений контролируемых параметров. В отличие от непрерывной оптимизации, пороговые политики дискретизируют пространство состояний системы, создавая робастные и интерпретируемые алгоритмы действий для медицинских менеджеров и клиницистов [1]. В условиях мегаполиса, где ежедневно принимаются тысячи решений о приоритизации пациентов, распределении коек, активации резервных мощностей и запуске протоколов чрезвычайных ситуаций, отсутствие формализованных пороговых критериев порождает неопределенность, институциональную инерцию и неравномерность доступности медицинской помощи.

Мировая практика свидетельствует о том, что пороговые подходы пронизывают все уровни управления здравоохранением: от микроуровневых клинических решений (триаж в приемном отделении по шкалам остроты) до макроуровневых политик ресурсного распределения (пороги cost-effectiveness при финансировании программ госгарантий). Так, в экономической оценке технологий здравоохранения пороговые значения инкрементального отношения затрат к эффективности (ICER) варьируются от €4000 до €50 000 за QALY в зависимости от национальной системы, формируя жесткие рамки для принятия решений о включении медицинских услуг в пакет обязательного страхования [2]. В клинической практике системы триажа — Manchester Triage Scale, Canadian Triage and Acuity Scale (CTAS), Emergency Severity Index (ESI) и шведский Rapid Emergency Triage and Treatment System (RETTs) — используют пороговые значения физиологических параметров и клинических симптомов для присвоения приоритетов, определяющих время до первичной оценки и лечения [3, 4]. В операционном управлении методы Марковских процессов принятия решений (MDP) и частично наблюдаемых Марковских процессов (POMDP) доказали существование оптимальных пороговых политик (control-limit policies) для таких задач, как выбор момента трансплантации печени по шкале MELD, инициация терапии ВИЧ при снижении CD4-лимфоцитов ниже критического уровня или назначение биопсии при достижении порогового значения риска онкологического заболевания [5, 6].

Матрицы решений, в свою очередь, выступают инструментом структурирования многокритериальных предпочтений при выборе альтернатив в условиях конфликта целей. Развитие метода аналитической иерархии (AHP), техники предпочтения по сходству с идеальным решением (TOPSIS) и нечетких многокритериальных мо-

делей (Fuzzy MCDM) позволило адаптировать матричный подход для задач здравоохранения с учетом неопределенности экспертных суждений и качественных критериев [7, 8]. Вместе с тем, синтез пороговых значений и матриц решений в единые адаптивные системы поддержки принятия решений (DSS) остается недостаточно разработанным направлением, особенно в контексте муниципального здравоохранения крупных городов.

Степень разработанности проблемы в отечественной и зарубежной литературе характеризуется фрагментарностью. Зарубежные исследования преимущественно фокусируются либо на чисто клинических порогах (триаж, скрининг), либо на экономических (ICER), либо на операционных (MDP-оптимизация), редко интегрируя эти измерения в единую методологию применительно к городской системе здравоохранения. Отечественная литература, посвященная Единой медицинской информационно-аналитической системе (ЕМИАС), описывает достигнутые показатели доступности врачей (87,6 % пациентов получают прием в день обращения или на следующий день) и внедрение электронных сервисов, однако не содержит системного анализа пороговых механизмов принятия решений, лежащих в основе этих показателей, и не предлагает матричных инструментов адаптации мирового опыта для московской агломерации [9].

Цель настоящего экспертного обзора состоит в комплексном анализе теоретических основ, мировой практики и перспектив адаптации пороговых значений и матриц решений в операционных методах теории для управления городским здравоохранением на примере Москвы.

Для достижения указанной цели сформулированы следующие задачи:

- раскрыть теоретико-методологические основания пороговых политик и матриц решений в ОМТ;
- проанализировать мировой опыт применения пороговых и матричных подходов в клиническом триаже, операционном управлении и ресурсном планировании;
- выявить специфику и ограничения существующих механизмов принятия решений в московской системе здравоохранения (ЕМИАС);
- разработать предложения по адаптации лучших международных практик для формирования интегрированной системы пороговых показателей и матриц решений в масштабе мегаполиса.

Объектом исследования выступает система управления городским здравоохранением, функционирующая в условиях дефицита ресурсов и неопределенности спроса. Предметом исследования являются пороговые значения и матрицы решений как инструменты ОМТ, применяемые для приоритизации пациентов, распределения ресурсов и активации резервных мощностей.

Методологическая база обзора включает методы системного анализа, сравнительного правового и институционального моделирования, а также количественные методы ОМТ (теория принятия решений, многокритериальный анализ, Марковские модели). Информационную основу составили нормативные акты, научные пу-

бликации из баз Scopus, Web of Science и российских индексов цитирования, официальные документы NHS England, WHO, а также открытые данные Департамента здравоохранения Москвы.

Практическая значимость обзора определяется возможностью использования его результатов для совершенствования системы управления городским здравоохранением Москвы путем внедрения формализованных пороговых протоколов и матричных DSS, повышения робастности принятия решений в кризисных ситуациях и обоснования инвестиций в цифровую инфраструктуру поддержки операционных решений. Работа адресована руководителям медицинских организаций, аналитикам системы здравоохранения, разработчикам медицинских информационных систем и исследователям в области экономики здравоохранения.

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ПОРОГОВЫХ ПОЛИТИК И МАТРИЦ РЕШЕНИЙ В ОМТ

1.1. Эволюция пороговых политик в теории принятия решений и здравоохранении

Пороговые стратегии (threshold strategies) представляют собой один из древнейших и наиболее интуитивных механизмов принятия решений в условиях неопределенности. Их сущность заключается в разбиении непрерывного пространства состояний системы на дискретные интервалы с присвоением каждому интервалу фиксированного управленческого решения. В теории массового обслуживания пороговые политики изучались еще в работах по оптимальному управлению очередями, где критериями служили длина очереди или время ожидания, при достижении которых активировался дополнительный сервер или изменялся режим обслуживания [1]. Однако систематическое математическое обоснование пороговых стратегий стало возможным лишь с развитием динамического программирования Беллмана и теории Марковских процессов принятия решений (Markov Decision Processes, MDP) в 1950–1960-х гг. [2].

В медицинских приложениях пороговые политики приобрели особую значимость благодаря своей робастности и клинической интерпретируемости. В отличие от сложных нелинейных правил, выдаваемых алгоритмами машинного обучения, пороговая политика формулируется в категориях, понятных врачу и менеджеру: «Если параметр X превышает значение θ , то применить действие A ; в противном случае — действие B ». Такая дихотомизация снижает когнитивную нагрузку на принимающего решение в условиях дефицита времени и ресурсов, характерных для экстренной медицины [3].

Эволюция пороговых подходов в здравоохранении прошла три стадии. Первая стадия (1960–1980-е гг.) связана с внедрением клинических порогов для скрининга и диагностики: уровни глюкозы для диагностики диабета, пороговые значения артериального давления для гипертонии, критерии биопсии при подозрении на онкологию. Эти пороги формировались преимущественно на основе эпидемиологических исследований и экспертного консенсуса, без строгой оптимизационной постановки [4]. Вторая стадия (1980–2000-е гг.) ознаменовалась применением методов исследования операций для обоснования клинических порогов. Так, в работах по оптимальному выбору момента трансплантации печени было доказано, что политика «трансплантировать при достижении балла MELD $\geq \theta^*$ » является оптимальной в рамках MDP с учетом риска смерти в списке ожидания и полезности

результата трансплантации [5]. Аналогично для терапии ВИЧ определены пороговые значения CD4-лимфоцитов (~350–500 клеток/мкл), при которых инициация антиретровирусной терапии maximизирует ожидаемую продолжительность жизни [5]. Третья стадия (2000-е гг. — настоящее время) характеризуется интеграцией пороговых политик в многоуровневые системы поддержки принятия решений, где пороги адаптируются динамически на основе реального времени данных о загрузке системы.

В контексте городского здравоохранения пороговые политики применяются для решения задач приоритизации (триаж), управления доступом (время ожидания как порог для эскалации), распределения ресурсов (загрузка коек как триггер для активации резерва) и планирования мощностей (пороговые значения прогнозируемой нагрузки для открытия дополнительных смен). При этом экономическая сущность пороговой политики сводится к минимизации ожидаемых издержек от двух типов ошибок: издержек преждевременного или избыточного действия (false positive) и издержек запоздалого действия (false negative). Оптимальный порог θ^* балансирует эти издержки в соответствии с заданной функцией полезности или критерием стоимостной эффективности [6].

1.2. Математические основания пороговых стратегий

Теоретическую основу пороговых политик в ОМТ составляют Марковские процессы принятия решений (MDP) и их расширение — частично наблюдаемые Марковские процессы принятия решений (POMDP). MDP определяется кортежем (S, A, P, R) , где S — множество состояний системы, A — множество допустимых действий, P — матрица (или ядро) переходных вероятностей, R — функция вознаграждения (или издержек). Стратегия π задает правило выбора действия $a \in A$ в каждом состоянии $s \in S$. Цель состоит в нахождении стратегии, максимизирующей дисконтированное ожидаемое вознаграждение [7].

Ключевым результатом теории MDP для здравоохранения является доказательство существования оптимальных пороговых (control-limit) политик при выполнении условий монотонности и субмодулярности. Если функция издержек удовлетворяет свойству субмодулярности, а переходные вероятности обладают стохастическим доминированием, то оптимальная стратегия имеет вид: «Выбрать действие a_1 , если $s < s^*$; выбрать действие a_2 , если $s \geq s^*$ », где s^* — пороговое состояние [5]. Этот результат имеет прямое применение к медицинским задачам, где состояние пациента часто описывается скалярным или векторным показателем риска, а действия дискретны (наблюдать/лечить/оперировать).

В работе Alagoz et al. проведен обширный обзор приложений MDP в здравоохранении, включающий оптимальную политику назначения биопсии при раке простаты, стратегии скрининга рака молочной железы и управление терапией ВИЧ [5]. Во всех случаях доказано или эмпирически подтверждено, что оптимальная политика является пороговой относительно соответствующего биомаркера или индекса

риска. Например, для рака простаты оптимальная частота биопсии определяется пороговым значением PSA и возраста пациента; для рака молочной железы — пороговым значением плотности молочной железы, при котором назначается МРТ в дополнение к маммографии [5].

Частично наблюдаемые MDP (POMDP) расширяют эту парадигму на случай, когда истинное состояние системы неизвестно точно, а доступно лишь зашумленное наблюдение. В здравоохранении это типичная ситуация: истинное состояние пациента (например, стадия онкологического заболевания) неизвестно, но доступны результаты тестов с определенной чувствительностью и специфичностью. В рамках POMDP пороговая политика формулируется относительно апостериорной вероятности состояния: «Начать лечение, если вероятность болезни $\geq \theta^*$ ». Такие политики лежат в основе клинических алгоритмов скрининга и верификации диагноза [5].

Важным приложением пороговых стратегий в операционном управлении является оптимальное планирование хирургических операций. В работе Denton et al. рассмотрена задача определения оптимального дня недели для выполнения elective операции с учетом неопределенности длительности пребывания в стационаре и загрузки коек [6]. Показано, что пороговая политика, активирующая дополнительные операционные смены при превышении прогнозируемой загрузки коек определенным значением, минимизирует суммарные издержки от переносов операций и простоя ресурсов. Экономическая ценность такой политики для городского стационара заключается в снижении вариабельности загрузки и повышении предсказуемости финансовых потоков [6].

Для задач управления очередями в поликлиниках и приемных отделениях пороговые политики проявляются в виде динамических правил маршрутизации: «Перенаправить пациента в fast-track, если ожидаемое время ожидания в основной очереди превышает порог $T_{\max}$ ». Исследования на основе теории массового обслуживания показывают, что такие пороговые политики могут существенно сократить среднее время ожидания при сохранении качества обслуживания, если пороги адаптируются к интенсивности входного потока в реальном времени [1].

Таблица 1. Математические основания и области применения пороговых политик в ОМТ здравоохранения

Теоретическая база	Класс моделей	Условия оптимальности пороговой политики	Типовые медицинские приложения	Ключевые переменные состояния
Теория массового обслуживания	М/М/с, М/Г/1 с пороговым управлением	Монотонность функции издержек по длине очереди	Управление потоками в ED, активация дополнительных смен	Длина очереди, время ожидания
Марковские процессы принятия решений (MDP)	Дискретные/непрерывные MDP со счетным/бесчетным множеством состояний	Субмодулярность, стохастическое доминирование переходных ядер	Трансплантация, скрининг, терапия ВИЧ, назначение биопсии	Биомаркеры (PSA, CD4, MELD), возраст
Частично наблюдаемые MDP (POMDP)	POMDP с конечным горизонтом	Монотонность апостериорного распределения	Скрининг с несовершенными тестами, динамический триаж	Апостериорная вероятность заболевания
Стохастическое программирование	Двухэтапные/многоэтапные задачи с рекурсом	Выпуклость функции стоимости	Планирование хирургии, управление коечным фондом	Прогнозируемая загрузка, доступная емкость

Источник: составлено автором на основе [1, 2, 5, 6].

1.3. Матрицы решений и многокритериальный анализ в ОМТ

Если пороговые политики адресуют задачи бинарного или дискретного выбора при скалярном (или низкоразмерном) состоянии системы, то матрицы решений применяются в ситуациях многокритериального выбора между альтернативами, оцениваемыми по множеству конфликтующих атрибутов. Классическая матрица решений (payoff matrix) теории игр и принятия решений содержит строки, соответствующие альтернативам, столбцы — критериям (или состояниям природы), а элементы матрицы — оценке полезности или издержек. В условиях определенности выбор сводится к агрегированию оценок по критериям; в условиях риска — к вычислению ожидаемой полезности; в условиях неопределенности — к применению критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица [2].

В здравоохранении многокритериальность выбора является правилом, а не исключением. Выбор технологии лечения оценивается по эффективности, безопасности, стоимости, удобству для пациента, доступности инфраструктуры. Распределение ограниченных бюджетных средств между программами требует учета бремени болезней, демографической структуры, социальной справедливости и политической приоритетности. Метод аналитической иерархии (Analytic Hierarchy Process, AHP), разработанный Т. Саати, стал одним из наиболее распространенных инструментов структурирования многокритериальных предпочтений в медицинских задачах [8]. AHP позволяет декомпозировать проблему на иерархию критериев и подкритериев, проводить попарные сравнения альтернатив по шкале отношений и вычислять вектор приоритетов как собственный вектор матрицы парных сравнений. Ключевым преимуществом AHP в здравоохранении является возможность интеграции количественных данных (стоимость, выживаемость) и качественных экспертных суждений (приемлемость для пациента, этическая значимость) в единую вычислительную схему [8].

Развитием AHP для задач с нечеткой информацией стал Fuzzy AHP, где парные сравнения выражаются не точными числами, а треугольными или трапециевидными нечеткими числами, отражающими неопределенность экспертных оценок. Это особенно актуально для медицинских задач, где эксперты (клиницисты, пациенты, менеджеры) не могут или не желают давать точные численные оценки предпочтений [9].

Метод TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) и его нечеткий вариант (Fuzzy TOPSIS) представляют альтернативный подход к многокритериальному ранжированию. В отличие от AHP, ориентированного на декомпозицию и синтез приоритетов, TOPSIS основан на концепции близости к идеальному решению: альтернатива считается лучшей, если она одновременно ближе к положительно-идеальному решению (лучшие значения по всем критериям) и дальше от отрицательно-идеального (худшие значения). Преимущество TOPSIS для операционных задач здравоохранения в вычислительной простоте и возможности обработки большого числа альтернатив (например, приоритизация сотен пациентов или проектов модернизации) [7].

В работе Zavadskas et al. проведен обзор применения методов многокритериального анализа принятия решений (MCDM) в здравоохранении, включающий AHP, TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE, ELECTRE и их гибридные модификации [9]. Показано, что наиболее часто MCDM применяется для: выбора места размещения медицинских учреждений; приоритизации пациентов в очередях на высокотехнологичную помощь; выбора поставщиков медицинского оборудования; оценки эффективности лечебных программ. При этом авторы отмечают тенденцию к гибридизации методов: комбинирование Fuzzy AHP (для определения весов критериев) и Fuzzy TOPSIS (для ранжирования альтернатив) позволяет преодолеть ограничения каждого метода в отдельности [9].

Экономическая сущность матричного подхода в управлении здравоохранением заключается в формализации компромисса между альтернативами, не допускаю-

щими однозначного доминирования. Если одна технология превосходит другую по всем критериям (строгое доминирование), выбор очевиден и матричный анализ избыточен. Однако в реальной практике городского здравоохранения такие ситуации редки: увеличение бюджета первичного звена снижает нагрузку на стационар, но требует отвлечения средств от высокотехнологичной помощи; сокращение времени ожидания в ED повышает удовлетворенность пациентов, но увеличивает операционные издержки. Матрица решений с взвешенными критериями позволяет сделать этот компромисс явным и воспроизводимым, снижая влияние субъективных предпочтений отдельного менеджера [10].

1.4. Классификация пороговых значений и матриц решений в здравоохранении

Для систематизации применения пороговых и матричных конструкций в городском здравоохранении целесообразна классификация по уровню принятия решений, типу критериев и характеру управляемых процессов.

Клинические пороговые значения (clinical thresholds) определяются на основании эпидемиологических данных, метаанализа RCT или экспертного консенсуса и служат для диагностики, триажа и инициации терапии. Примеры: уровень гликированного гемоглобина $\geq 6,5$ % для диагностики диабета; балл MELD ≥ 15 для включения в список трансплантации печени; шкала NEWS ≥ 5 для эскалации уровня наблюдения в стационаре [4, 5]. Эти пороги носят универсальный характер и не зависят от конкретной больницы, однако их применение в условиях дефицита ресурсов требует адаптации.

Операционные пороговые значения (operational thresholds) формируются на основе анализа пропускной способности системы и определяют моменты переключения между режимами функционирования. Примеры: активация протокола чрезвычайной загрузки при занятости коек > 95 %; открытие дополнительных терапевтических окон при среднем времени ожидания > 30 мин; запуск мобильного рентгена при очереди > 15 пациентов [11, 12]. В отличие от клинических порогов, операционные специфичны для каждого учреждения и должны калиброваться с учетом его индивидуальных параметров.

Экономические пороговые значения (economic thresholds) используются при распределении бюджетных ресурсов и включают: пороги cost-effectiveness (ICER), определяющие включение технологии в пакет ОМС; бюджетные потолки (budget impact thresholds), ограничивающие совокупные затраты на новую технологию; пороги бюджетной доступности, при превышении которых требуется поиск альтернативных источников финансирования [2, 13].

Матрицы принятия решений в здравоохранении можно классифицировать по функциональному назначению. Триажные матрицы (triage matrices) структурируют выбор уровня приоритета пациента на основе совокупности клинических

и неклинических критериев (возраст, острота, социальная уязвимость, наличие сопутствующей патологии). Матрицы распределения ресурсов (resource allocation matrices) определяют правила перераспределения коек, персонала и оборудования между отделениями или учреждениями при достижении критической загрузки. Матрицы эскалации (escalation matrices) фиксируют уровни ответственности и полномочий при принятии решений в кризисных ситуациях, определяя, кто и при каких условиях вправе активировать резервные мощности или изменять стандартные протоколы [12, 14].

Таблица 2. Классификация пороговых значений и матриц решений в управлении городским здравоохранением

Тип	Уровень принятия решений	Основание для определения порога/веса	Примеры	Адаптивность
Клинические пороги	Микро (врач-пациент)	Эпидемиологические данные, RCT, экспертный консенсус	PSA ≥ 4 нг/мл; MELD ≥ 15 ; NEWS ≥ 5	Низкая (универсальные клинические протоколы)
Операционные пороги	Мезо (учреждение, отделение)	Анализ пропускной способности, имитационное моделирование	Загрузка коек $>95\%$; время ожидания >30 мин.; очередь >15 чел.	Высокая (требуют калибровки под конкретное учреждение)
Экономические пороги	Макро (система, регион, город)	Экономическая оценка, budget impact analysis, политические приоритеты	ICER $<€30\,000/\text{QALY}$; budget impact $<1\%$ бюджета	Средняя (зависит от макроэкономических условий)
Триажные матрицы	Микро-мезо	Экспертные суждения, статистический анализ исходов	Manchester Triage Scale; CTAS; RETTS	Средняя (требуют периодической валидации)
Матрицы распределения ресурсов	Мезо-макро	Оптимизационные модели, MCDM, симуляция	Матрицы перераспределения коек между больницами при пандемии	Высокая (зависят от текущей загрузки сети)
Матрицы эскалации	Мезо-макро	Институциональные регламенты, протоколы ЧС	NHS Escalation Policy; муниципальные планы реагирования	Средняя (пересматриваются ежегодно)

Источник: составлено автором на основе [2, 4, 5, 11–14].

Синтез пороговых и матричных подходов в единую систему поддержки принятия решений для городского здравоохранения требует учета их взаимной иерархии и конфликтности. Клинические пороги задают жесткие ограничения, не подлежащие нарушению (например, максимальное время до первичной оценки при остром инфаркте миокарда). Операционные пороги определяют мягкие триггеры для адаптации процессов. Экономические пороги устанавливают рамки допустимых затрат. Матрицы решений обеспечивают структурированный выбор в ситуациях, когда несколько порогов достигнуты одновременно или пороговые значения противоречат друг другу (например, клиническая необходимость госпитализации при отсутствии свободных коек и превышении бюджетного порога). Именно в разрешении таких конфликтов проявляется практическая ценность интегрированных DSS для мегаполиса, где ежедневно принимаются тысячи взаимозависимых решений.

РАЗДЕЛ 2. МИРОВАЯ ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ И МАТРИЦ РЕШЕНИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

2.1. Тriage-системы и клинические пороговые значения в экстренной медицине

Триаж (triage) представляет собой наиболее масштабированное в мировой практике применение пороговых политик в клинической медицине. Сущность триажа заключается в быстрой категоризации пациентов по уровню остроты состояния и определении приоритета доступа к медицинским ресурсам при их дефиците. В отличие от диагностических порогов, ориентированных на биомаркеры, триажные пороги основаны на клинических дискриминаторах — комбинациях симптомов, физиологических параметров и анамнестических данных, каждая из которых активирует определенный уровень приоритета [15].

Система Manchester Triage Scale (MTS), разработанная в Великобритании и распространенная в Европе, использует 52 презентационных флоучарта (flowcharts), каждый из которых содержит иерархически упорядоченные дискриминаторы. Процесс триажа прекращается при обнаружении первого позитивного дискриминатора, и пациенту присваивается соответствующая категория срочности: Red (немедленно), Orange (очень срочно), Yellow (срочно), Green (стандартно) или Blue (не срочно). Генеральные дискриминаторы (airway compromise, active seizure, severe pain, altered consciousness) являются универсальными и применяются ко всем флоучартам, обеспечивая межнаблюдательную надежность [15]. Экономическая ценность MTS заключается в снижении издержек ожидания для пациентов с критическими состояниями при сохранении пропускной способности системы; исследования показывают, что применение MTS сокращает среднее время до первичной оценки для категории Red до 0 минут (немедленно), Orange — до 10 минут, Yellow — до 60 минут [16].

Канадская шкала CTAS (Canadian Triage and Acuity Scale) и американский ESI (Emergency Severity Index) используют аналогичную пороговую логику, но с различной гранулярностью. CTAS выделяет 5 уровней приоритета на основе пороговых значений жизнеопасности, риска ухудшения состояния и оценки ресурсоемкости. ESI, в свою очередь, комбинирует оценку остроты с прогнозом ресурсоемкости лечения: пациенты, требующие более одного ресурса (лаборатория, рентген, консультация), получают более низкий приоритет при прочих равных условиях [16]. Шведская система RETTS (Rapid Emergency Triage and Treatment System) интегрирует пороговые значения витальных знаков (АД, ЧСС, ЧДД, SpO₂, температура)

с клиническими дискриминаторами, создавая двухуровневую матрицу принятия решений [3].

Сравнительный анализ триажных систем выявляет общую закономерность: все они представляют собой иерархические пороговые политики, где каждый уровень активируется при достижении критического значения соответствующего параметра. Однако существуют существенные различия в калибровке порогов. Так, порог для категории «немедленная помощь» в MTS определяется наличием угрозы жизни, тогда как в ESI дополнительно учитывается ресурсоемкость, что может приводить к различной категоризации одного и того же пациента в разных системах [16]. Для городского здравоохранения это означает, что выбор триажной системы и калибровка ее порогов должны учитывать не только клиническую валидность, но и операционные характеристики конкретной больницы: при дефиците ресурсов мягкие пороги (как в ESI) позволяют более гибко управлять потоками, но повышают риск ошибок приоритизации.

Таблица 3. Сравнительные характеристики международных триажных систем

Система	Страна/регион	Число уровней	Тип дискриминаторов	Пороговые критерии высшего приоритета	Время до первичной оценки
MTS	Великобритания, Европа	5	Генеральные + специфические	Airway compromise, active seizure, severe pain	Red: 0 мин; Orange: 10 мин
CTAS	Канада	5	Клинические + ресурсоемкость	Угроза жизни, риск ухудшения	Level I: немедленно; Level II: 15 мин
ESI	США	5	Острота + ресурсоемкость	Необходимость немедленной стабилизации	Level 1: немедленно; Level 2: 10 мин
RETTS	Швеция	5	Витальные знаки + клинические	Критические отклонения ВЗ + высокий риск	Red: немедленно; Orange: 20 мин

Источник: составлено автором на основе [3, 15, 16].

2.2. Операционные пороги и матрицы эскалации в больничном управлении

В операционном управлении больницами и системами здравоохранения пороговые значения используются для активации протоколов изменения режима функционирования при достижении критической загрузки. В отличие от клинических триажных порогов, которые фокусируются на индивидуальном пациенте, операционные пороги отражают агрегированное состояние системы и инициируют коллективные действия.

NHS England внедрила Integrated Operational Pressures Escalation Levels (OPEL) framework — интегрированную систему оценки операционного давления с нормализованной шкалой от 0 до 100, где каждый уровень соответствует определенной конфигурации пороговых значений по 10 параметрам острого стационара [17]. Параметры включают: среднее время передачи пациента бригадой скорой помощи (ambulance handover), текущую выполнимость стандарта 4-часового пребывания в ED, загрузку отделений Majors и Resus, медианное время до начала лечения, долю пациентов в ED свыше 12 часов, загрузку коечного фонда (bed occupancy), долю пациентов, не отвечающих критериям госпитализации, но остающихся в стационаре, и долю закрытых коек по инфекционному контролю [17]. Каждый параметр имеет определенные пороговые значения, при превышении которых начисляются баллы; суммарный нормализованный балл определяет уровень эскалации (OPEL level), который диктует конкретный набор управленческих действий — от стандартного режима до активации плана чрезвычайной ситуации.

Экономическая логика OPEL framework заключается в создании предсказуемой и воспроизводимой системы раннего предупреждения. Вместо ситуативных решений менеджеров, принимаемых под давлением кризиса, пороговая матрица OPEL обеспечивает объективные критерии для эскалации, включая взаимодействие между больницами внутри Integrated Care Systems (ICS), региональными операционными центрами и NHS England [17]. Это снижает транзакционные издержки координации и ускоряет мобилизацию резервных ресурсов.

В критической медицине South West Adult Critical Care Escalation Framework демонстрирует применение многоуровневой матрицы эскалации, где каждый уровень (CRITCON 0 — базовая емкость, CRITCON 1–2 — зеленый резерв, CRITCON 3–4 — желтый/красный резерв) определяется пороговыми значениями загрузки базовых коек (>100 %), доли COVID-пациентов (>50 %) и доступности оборудования [18]. Матрица фиксирует не только пороги, но и матрицу ответственности (decision sits with): на уровне CRITCON 0 решения принимаются на уровне отделения, при переходе к резервным уровням — на уровне региона и сети [18]. Такая матричная структура разграничения полномочий критически важна для городского здравоохранения, где в кризисной ситуации одновременно задействованы множество субъектов (больницы, скорая помощь, социальные службы, органы власти).

В Сингапуре операционные пороги интегрированы в Smart Hospital Systems, где IoT-сенсоры и аналитика реального времени отслеживают загрузку отделений и автоматически генерируют предупреждения при приближении к пороговым значениям. Хотя конкретные числовые пороги сингапурских больниц не публикуются в открытом доступе, общая методология предполагает использование динамических порогов, адаптирующихся к времени суток, дню недели и сезонной нагрузке [23]. Это отличает сингапурский подход от NHS, где пороги OPEL являются фиксированными на уровне сезона, но пересматриваются ежегодно.

Таблица 4. Операционные пороги и матрицы эскалации: международный опыт

Система/ страна	Параметры порогов	Число уровней эскалации	Триггер активации	Уровень приня- тия решений	Ключевой эконо- мический эффект
NHS England OPEL	10 параме- тров (ED, койки, ин- фекционный контроль)	Нормали- зованная шкала 0–100	Набор порогов по нескольким параметрам	ICS → Регион → NHS England	Снижение време- ни координации при кризисе, стан- дартизация ответа
South West Critical Care (UK)	Загрузка коек, доля COVID-паци- ентов, обору- дование	4 (CRITCON 0–3/4)	>100 % базовой емкости или >50 % COVID	Отделение → Больница → Ре- гион → Сеть	Предотвраще- ние коллапса ICU через иерархиче- скую мобилизацию
Син- гапур (Smart Hospital)	Загрузка отделений, время ожи- дания, пото- ки пациентов	Динами- ческие уровни	Приближение к 85–90 % емкости	Автоматизиро- ванное преду- преждение → Операционный менеджмент	Проактивное пла- нирование смен, снижение неза- планированных переносов

Источник: составлено автором на основе [17, 18, 23].

2.3. Экономические пороги и матрицы распределения ресурсов

В макроуровневом управлении здравоохранением пороговые значения выступают инструментом распределения ограниченного бюджета между альтернативными технологиями и программами. Наиболее известным примером является система Национального института здоровья и клинического совершенства Великобритании (NICE), использующая пороговые значения инкрементального отношения затрат к эффективности (ICER) для принятия решений о включении медицинских технологий в пакет NHS [19].

В течение многих лет NICE применял диапазон £20 000–30 000 за QALY (quality-adjusted life year) в качестве стандартного порога cost-effectiveness. Технологии с ICER ниже £20 000/QALY практически безоговорочно рекомендовались; технологии в диапазоне £20 000–30 000 подвергались дополнительному анализу неопределенности и степени тяжести заболевания; технологии выше £30 000 отклонялись, за исключением специальных случаев (end-of-life therapies, highly specialised technologies) [19, 20]. В 2025–2026 гг. правительство Великобритании объявило о повышении порога до £25 000–35 000/QALY, что вызвало значительную дискуссию в научном сообществе. Исследователи указывают, что маргинальная производительность NHS (supply-side threshold) оценивается в £6000–15 000 за QALY, то есть даже прежний порог £30 000 мог приводить к чистой потере QALY за счет вытеснения более эффективных программ [20]. По оценкам, лекарственные препараты, одобренные NICE в 2000–2020 гг., привели к кумулятивной чистой потере около 1,25 млн QALY [20].

Помимо порога cost-effectiveness, NICE ввела бюджетный потолок (budget impact threshold): если ожидаемые годовые затраты на новую технологию превышают £20 млн в течение первых трех лет, это инициирует обязательные переговоры о схемах доступа (Patient Access Schemes) для управления объемом использования [21]. Таким образом, формируется двухмерная матрица решений: ось X — cost-effectiveness (ICER), ось Y — budget impact. Технологии в квадранте «низкий ICER — низкий budget impact» одобряются автоматически; «высокий ICER — высокий budget impact» отклоняются; промежуточные зоны требуют дополнительных условий и соглашений [21].

В США Институт клинической и экономической рецензии (ICER) использует альтернативную парадигму, основанную на готовности платить (willingness-to-pay, WTP), с порогами \$100 000–150 000/QALY, что значительно превышает британские значения [21]. Однако ICER не обладает регуляторной властью и не ведет переговоры о ценах, его оценки носят рекомендательный характер для страховщиков. Ключевое различие экономических моделей: NICE ориентирован на маргинальную производительность системы (opportunity cost), тогда как ICER — на общественную готовность платить. Это объясняет, почему одна и та же технология (например, GLP-1 агонисты при ожирении) может быть отклонена NICE при цене £1000/месяц, но признана приемлемой ICER при \$1000/месяц [21].

Для городского здравоохранения экономические пороги имеют косвенное, но мощное влияние. Формулярные решения на национальном уровне определяют доступность технологий для муниципальных больниц. Пороговые значения ICER фактически служат фильтром инноваций: технологии, не прошедшие порог, недоступны для городских пациентов, если только не финансируются из внебюджетных источников. В условиях мегаполиса с высокой концентрацией пациентов с редкими заболеваниями пороги для highly specialised technologies (£100 000–300 000/QALY) приобретают особое значение, поскольку именно в городских центрах концентрируется спрос на ультрадорогие терапии [19].

Таблица 5. Экономические пороги распределения ресурсов: сравнение NICE и ICER

Параметр	NICE (Великобритания)	ICER (США)
Тип порога	Opportunity cost (маргинальная производительность NHS)	Willingness-to-pay (общественная готовность платить)
Стандартный диапазон	£20 000–30 000/QALY (£25 000–35 000 с 2026 г.)	\$100 000–150 000/QALY
Специальные пороги	End-of-life: ~£50 000; HST: £100 000–300 000	Ultra-rare: до \$500 000; one-shot cures: специальные условия
Бюджетный потолок	£20 млн/год (triggers mandatory negotiation)	~\$821 млн/год (affordability threshold)
Механизм ценообразования	Обязательные переговоры и скидки (PAS, VPAG)	Нет регуляторной власти, рекомендации для пэйеров
Доля одобренных технологий	~91 % (с учетом соглашений о скидках)	Рекомендательные заключения, влияние на формуляры страховщиков

Источник: составлено автором на основе [19–21].

2.4. Матрицы решений в кризисном управлении и пандемическом планировании

Пандемия COVID-19 стала стресс-тестом для систем пороговых значений и матриц решений в здравоохранении, выявив как их эффективность, так и системные пробелы. В условиях экспоненциального роста спроса на реанимационные койки, аппараты ИВЛ и диализ статические пороги оказались недостаточными, что потребовало разработки динамических матриц распределения ресурсов.

В США Центры по контролю и профилактике заболеваний (CDC) разработали инструмент COVID-19 Surge — электронную таблицу для оценки всплеска потребности в госпитальных ресурсах [22]. Модель использует пороговые параметры: доля госпитализируемых среди инфицированных, доля пациентов, нуждающихся в ИВЛ, средняя длительность пребывания. На основе этих порогов генерируется эпидемическая кривая ожидаемой занятости коек, которую администраторы сравнивают с имеющейся емкостью для выбора стратегии смягчения (community mitigation strategy) [22]. Инструмент Surge Capacity Bed Management Tool от Northeastern University дополнительно включает burn rate-расхода средств индивидуальной защиты и расчет потребности в персонале, формируя матрицу ресурсных потребностей на 30-дневный горизонт [22].

В Великобритании NHS применяла OPEL framework в пандемийном режиме, снижая пороги активации резервных мощностей и активируя зеленый, желтый и красный уровни эскалации при достижении критической загрузки COVID-отделений. South West Critical Care Network использовал матрицу CRITCON, где переход от уровня 0 к уровням 1–2 (Green Surge) происходил при превышении

100 % базовой емкости или 50 % занятости коек COVID-пациентами; уровни 3–4 активировались при невозможности обеспечить взаимопомощь (mutual aid) в субрегионе [18]. Матрица определяла не только пороги, но и алгоритм принятия решений: Exec-to-Exec-соглашения между больницами, активация Regional Operations Centre и привлечение Activation Response Team [18].

Экономическая сущность пандемических матриц решений заключается в формализации трагических компромиссов (tragic choices). При бесконечном спросе и фиксированной емкости системы классические пороги cost-effectiveness теряют применимость, уступая место матрицам приоритизации, основанным на вероятности выживания, ожидаемой продолжительности жизни и качестве жизни после лечения. Итальянский опыт 2020 г. и опыт некоторых штатов США показал, что при превышении критического порога загрузки ICU (>200–300 % от базовой) применялись возрастные пороги и балльные системы (SOFA score) для отказа в реанимации, что вызвало глубокий этический кризис [14]. Это свидетельствует о необходимости заранее разработанных, легитимированных общественностью матриц кризисного приоритизации, а не импровизации в экстремальной ситуации.

Таблица 6. Матрицы решений в пандемическом планировании: инструменты и пороги

Инструмент/ страна	Тип модели	Ключевые порого- вые параметры	Горизонт планирования	Функция матрицы решений
CDC COVID-19 Surge (США)	Детерминистская электронная таблица	Доля госпитализаций, доля ИВЛ, LOS	До 1 года	Выбор стратегии смягчения, оценка дефицита коек
Surge Capacity Bed Management (США)	Детерминистская/стохастическая модель	Загрузка коек, PPE burn rate, потребность в персонале	30 дней	Оперативное планирование кадров и снабжения
NHS OPEL + CRITCON (UK)	Нормализованная матрица эскалации	Загрузка ED, коек, доля COVID-пациентов	Оперативный (часы–сутки)	Иерархическая мобилизация ресурсов сети
C5V Cornell (США)	Онлайн/эксель/десктоп модель	Возраст-стратифицированные параметры, пути пациентов	До 360 дней, 2 волны	Стратегическое планирование, оценка сценариев

Источник: составлено автором на основе [17, 18, 22].

2.5. Цифровые системы поддержки принятия решений с пороговыми механизмами

Современный этап развития пороговых и матричных подходов характеризуется их интеграцией в цифровые системы поддержки принятия решений (DSS), где пороги перестают быть статическими константами и трансформируются в адаптивные функции от текущего состояния системы. Такие DSS комбинируют методы ОМТ (MDP, теория очередей, имитационное моделирование) с машинным обучением для динамической калибровки порогов.

В рамках NHS цифровые двойники больниц (Hospital Digital Twins) интегрируют OPEL-параметры в режиме реального времени, позволяя менеджерам моделировать последствия изменения пороговых значений до их фактического внедрения [26]. Например, администрация может виртуально протестировать снижение порога активации желтого уровня эскалации с 90 % до 85 % загрузки коек и оценить, как это повлияет на частоту активации протоколов и суммарные операционные издержки. Это представляет собой качественно новый уровень порогового управления — от реактивного («порог достигнут — активируй протокол») к предиктивному («приближение к порогу прогнозируется через 6 часов — подготовь резерв») [26].

В Сингапуре Smart Hospital Systems используют предиктивные пороги, основанные на временных рядах загрузки отделений. Алгоритмы машинного обучения анализируют паттерны поступления пациентов и корректируют операционные пороги в зависимости от дня недели, сезона и эпидемиологической обстановки [23]. Такая адаптивность повышает экономическую эффективность системы, снижая частоту ложных срабатываний (false alarms) и издержки избыточной готовности.

Для муниципального здравоохранения ключевым вызовом является создание единой цифровой платформы, интегрирующей клинические пороги (триаж), операционные (OPEL-подобные) и экономические (ICER/budget impact) в единую матрицу DSS. Московская ЕМИАС уже содержит элементы такой интеграции: электронные сервисы записи к врачу, управление очередями, мониторинг доступности терапевтических и педиатрических приемов [9]. Однако полноценная порогово-матричная DSS, охватывающая все уровни управления от поликлиники до городского департамента здравоохранения, требует дальнейшего развития.

РАЗДЕЛ 3. АНАЛИЗ МОСКОВСКОЙ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ АДАПТАЦИИ ПОРОГОВЫХ И МАТРИЧНЫХ ПОДХОДОВ

3.1. Текущие механизмы принятия решений и пороговые показатели в московской системе здравоохранения

Московская агломерация, объединяющая более 700 медицинских учреждений и обслуживающая свыше 12 млн прикрепленных граждан, функционирует на базе Единой медицинской информационно-аналитической системы (ЕМИАС), запущенной в 2011 г. как элемент программы «Информационный город» [9]. ЕМИАС создала предпосылки для перехода от административно-командного управления к data-driven management, однако анализ ее функционала выявляет фрагментарность пороговых и матричных механизмов принятия решений.

В амбулаторно-поликлиническом звене ключевым операционным порогом выступает норматив доступности врача-терапевта и врача-педиатра: запись на прием должна осуществляться в течение 4 дней от даты обращения, а фактический прием — в день обращения или на следующий день. По данным ЕМИАС, в 2015 г. 83,7 % пациентов имели возможность записаться к терапевту в комфортном диапазоне 0–1 день, а 87 % пациентов попадали на прием в диапазоне 20 минут от назначенного времени [24]. Эти показатели выступают не просто статистическими метриками, но и институциональными порогами, при нарушении которых активируются управленческие реакции: перераспределение пациентов между филиалами, подключение дежурных врачей, корректировка графиков работы [25].

Подсистема ЕМИАС «Дежурный врач», внедренная в 368 поликлиниках, представляет собой элементарную пороговую систему управления потоками: пациенты без предварительной записи получают талон электронной очереди, а заведующие отделениями отслеживают загрузку врачей и «моментально подключают иных специалистов для ускорения приема» при превышении критической очереди [25]. Однако механизм активации остается ситуативным и зависит от субъективной оценки менеджера, а не от формализованной матрицы эскалации с четкими пороговыми значениями и алгоритмом действий. Отсутствие нормализованной шкалы загрузки, аналогичной NHS OPEL, не позволяет сравнивать операционное давление между различными поликлиниками и округами и координировать взаимопомощь в кризисных ситуациях.

В стационарном звене Москвы используются информационные системы (МИС «Барс» и др.), обеспечивающие мониторинг загруженности коечного фонда, планирование операций и контроль остатков медицинских средств [26]. АРМ «Главный врач» позволяет отслеживать загрузку врачей и коечного фонда, однако это пассивный мониторинг, а не активная DSS с пороговыми триггерами автоматического перераспределения ресурсов. АРМ «Заведующий отделением» фиксирует состояние коечного фонда и планирует загрузку, но не содержит встроенных пороговых протоколов эскалации при достижении критической занятости [26].

Существенным элементом московской системы является Стандарт качества управления ресурсами (СКУР), внедренный по рекомендации Главного контрольного управления Москвы и использовавшийся более 5 лет [27]. СКУР включает 30 ключевых показателей в шести областях управления (финансы, закупки, кадры, имущество и др.), оцениваемых по нормативным критериям с формированием результирующей балльной оценки. Однако, как отмечают исследователи НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента, СКУР оценивает качество управления ресурсами, но не связывает его непосредственно с результатами медицинской деятельности и процессами оказания помощи, что снижает объективность выводов об эффективности [27]. Показатели доступности (доля пациентов, записавшихся в срок; доля пациентов, ожидающих прием сверх установленного лимита) включены в блок оценки основной деятельности, но они носят ретроспективный характер и не используются для прогнозного управления.

КИС ЕДЦ (Единая диспетчерская служба скорой медицинской помощи) содержит более продвинутые элементы порогового контроля: модуль мониторинга диспетчерской службы отображает оперативную обстановку в режиме реального времени, формирует рейтинги и оперативную карту, а также контролирует отклонения от нормативов [28]. Однако даже в этой системе пороги, по-видимому, фиксируют факты нарушения, а не предсказывают их на основе текущей динамики, не говоря уже о матричной эскалации решений при системных отклонениях.

Таким образом, московская система здравоохранения располагает развитой инфраструктурой сбора данных (ЕМИАС, МИС, КИС), но использует их преимущественно для ретроспективного мониторинга и отчетности, а не для предиктивного порогового управления. Пороговые значения доступности и загрузки существуют, однако они децентрализованы, не интегрированы в единую матрицу эскалации и не адаптированы к операционным условиям конкретного учреждения в реальном времени.

3.2. Барьеры адаптации мирового опыта пороговых и матричных подходов в Москве

Адаптация международного опыта NHS OPEL, триажных матриц MTS/CTAS и экономических порогов NICE для московской агломерации сталкивается с комплексом барьеров, которые можно классифицировать по институциональному, технологическому, нормативному и кадровому измерениям.

Институциональные барьеры. Московское здравоохранение, как и вся российская система, функционирует в условиях разделения полномочий между федеральным центром (нормативное регулирование, программы госгарантий, ОМС), регионом (Департамент здравоохранения Москвы, тарификация) и муниципалитетом (организация первичного звена). Эта многоуровневость затрудняет внедрение единой системы пороговых показателей, поскольку критерии эффективности на разных уровнях не совпадают: для федерального центра приоритетна выполнимость показателей госпрограмм, для региона — баланс бюджета ОМС, для муниципалитета — доступность и удовлетворенность пациентов [27]. NHS OPEL эффективен именно потому, что NHS England представляет собой интегрированную систему с вертикальной координацией; в Москве отсутствует аналогичный механизм межведомственной эскалации.

Технологические барьеры. Несмотря на развитость ЕМИАС, интеграция данных между амбулаторией, стационаром, скорой помощью и социальным сектором остается неполной. Система «Дежурный врач» работает в поликлиниках, МИС «Барс» — в стационарах, КИС ЕДЦ — в скорой помощи, но сквозной аналитики пациентского пути (patient journey) с пороговым контролем на каждом этапе не существует. Отсутствие единого стандарта данных и API-интеграции между legacy-системами различных вендоров ограничивает возможность создания городского цифрового двойника с адаптивными порогами [26].

Нормативные барьеры. Российское законодательство не содержит требований к формализации пороговых протоколов эскалации на уровне медицинских организаций. В отличие от NHS, где OPEL framework является обязательным элементом лицензирования, в Москве СКУР носит рекомендательный характер и фокусируется на финансово-хозяйственных показателях, а не на операционной устойчивости [27]. Отсутствие регуляторных требований к DSS с пороговыми механизмами снижает стимулы для инвестиций в такие системы.

Кадровые барьеры. Внедрение порогово-матричных DSS требует гибридных компетенций на стыке медицинского менеджмента, аналитики и IT. В московских поликлиниках и больницах, как и в целом по России, наблюдается дефицит специалистов по health data science и медицинской информатике. Заведующие отделениями, привыкшие к ситуативному управлению вручную, часто воспринимают автоматизированные пороговые системы как угрозу своей оперативной автономии, что создает организационное сопротивление внедрению [25].

Культурные барьеры. Российская медицинская культура традиционно ориентирована на индивидуальную клиническую экспертизу врача, а не на протоколизированные алгоритмические решения. Тriage-системы типа MTS, основанные на формальных дискриминаторах, могут восприниматься как дегуманизация медицины, ограничивающая врачебную свободу. Этот барьер менее выражен в операционном управлении, но критичен для внедрения клинических порогов в приемных отделениях.

3.3. Предложения по формированию интегрированной системы пороговых показателей и матриц решений для Москвы

На основе анализа мирового опыта и текущего состояния московской системы здравоохранения предлагается концепция многоуровневой порогово-матричной системы поддержки принятия решений (Московская DSS), адаптированной к специфике мегаполиса.

Уровень 1. Клинические пороги и адаптированная триажная матрица. Рекомендуется адаптация международной триажной системы (на базе CTAS или MTS) с учетом российских клинических протоколов и московской эпидемиологии. Тriage матрица должна включать не только клинические дискриминаторы, но и операционные (наличие свободных коек, загрузка рентгена, доступность консультаций), что позволит диспетчеру скорой помощи или приемному врачу принимать решение о маршрутизации пациента с учетом текущей загрузки сети. Интеграция триажной матрицы с КИС ЕДЦ и ЕМИАС обеспечит автоматическое предложение оптимального учреждения-получателя.

Уровень 2. Операционные пороги и матрица эскалации (Московский OPEL). Предлагается разработать адаптированный фреймворк операционного давления для московских больниц и поликлиник, включающий нормализованную шкалу из 10–12 параметров: загрузка ЕД / приемного покоя, выполнимость стандарта времени ожидания, загрузка коек, доступность ИВЛ / аппаратов ЭКМО, загрузка операционных, дефицит кадров, инфекционный контроль. Каждый параметр имеет пороговые значения, при достижении которых начисляются баллы; суммарный балл определяет уровень эскалации от зеленого (норма) до красного (чрезвычайная ситуация). Матрица эскалации должна фиксировать не только пороги, но и алгоритм действий: при желтом уровне — активация резервных смен внутри учреждения; при оранжевом — межфилиальная мобилизация в рамках округа; при красном — вмешательство Департамента здравоохранения и активация городского резерва [17, 18].

Уровень 3. Экономические пороги и матрица распределения бюджетных ресурсов. Для муниципального планирования рекомендуется адаптация принципов NICE с учетом российской специфики финансирования. Вместо фиксированного порога ICER (неприменимого в системе ОМС с жестким бюджетом) предлагается использовать матрицу бюджетного влияния и клинической значимости: технологии с высокой клинической значимостью и низким бюджетным влиянием одобряются автоматически; технологии с высоким влиянием требуют поэтапного внедрения и соглашений о скидках; технологии с низкой значимостью и высоким влиянием отклоняются. Эта матрица должна интегрироваться в процесс формирования территориальной программы госгарантий Москвы.

Уровень 4. Интегрированная цифровая платформа. Конечная цель — создание городского цифрового двойника здравоохранения, объединяющего данные ЕМИАС, МИС стационаров, КИС ЕДЦ, транспортной системы и социального мониторинга. Платформа должна генерировать адаптивные пороги, корректируемые машинным

обучением в зависимости от сезонности, эпидемиологической обстановки и демографических сдвигов. Например, порог активации желтого уровня эскалации в детских поликлиниках должен автоматически снижаться в периоды эпидемии ОРВИ, а в пожилых — повышаться при аномальных температурах [23, 26].

Таблица 4. Операционные пороги и матрицы эскалации: международный опыт

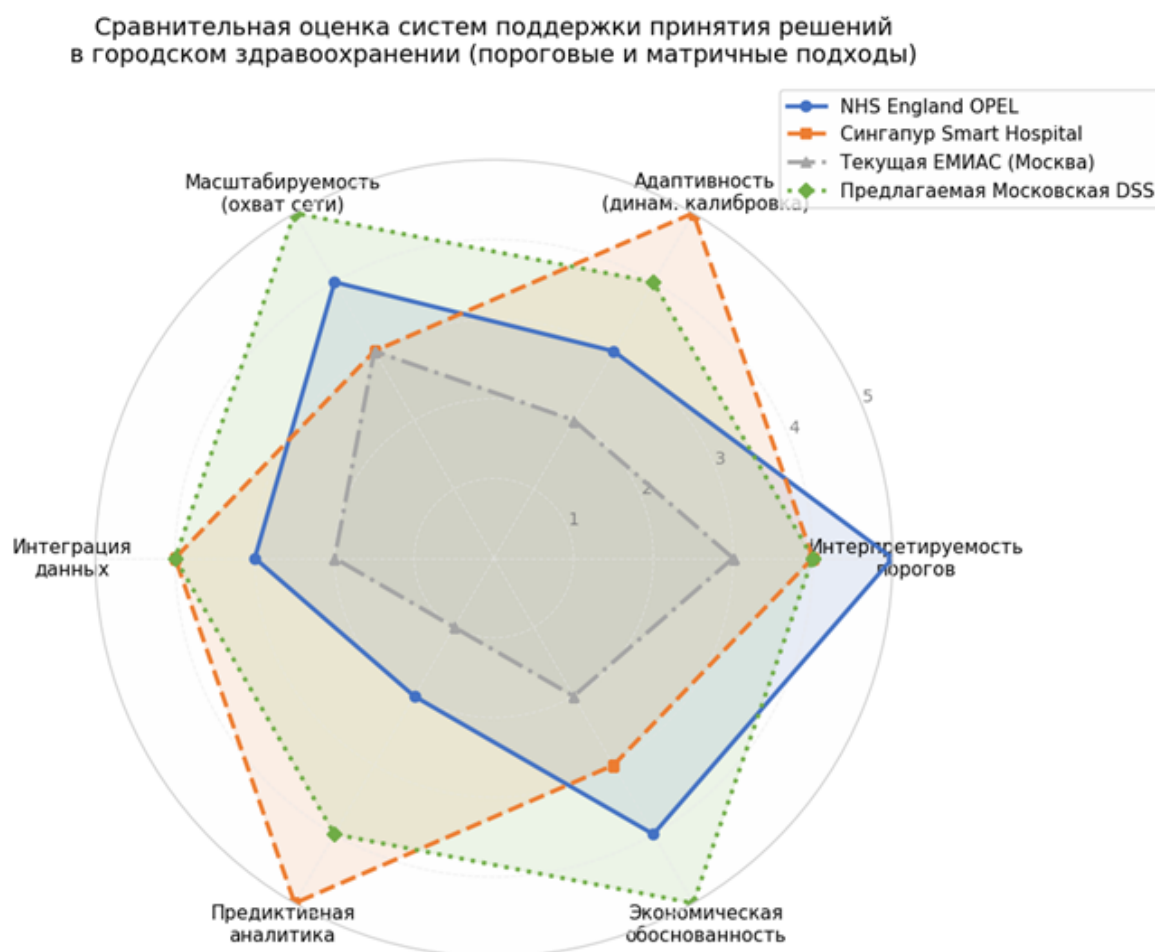
Уровень	Компонент	Ключевые пороговые параметры	Матрица решений	Источник данных	Уровень принятия решений
Клинический	Адаптированная триажная система	Систолическое АД, ЧСС, SpO ₂ , уровень боли, сознание, риск инфекции	Маршрутизация: ED → стационар → амбулатория → телемедицина	КИС ЕДЦ, ЕМИАС	Врач приемного отделения, диспетчер СМП
Операционный	Московский OPEL	Загрузка ED, койки, ИВЛ, операционные, кадры; время ожидания; инфекционный контроль	Эскалация: зеленый → желтый → оранжевый → красный с фиксированным алгоритмом действий	ЕМИАС, МИС «Барс», КИС ЕДЦ	Главный врач → зам. главного → ДЗМ
Экономический	Бюджетная матрица	Бюджетное влияние, клиническая значимость, социальная справедливость	Автоматическое одобрение / поэтапное внедрение / отклонение / переговоры о скидках	ДЗМ, ТФОМС, статотчетность	ДЗМ, ТФОМС, Правительство Москвы
Стратегический	Городской цифровой двойник	Демографические прогнозы, эпидемиологические тренды, транспортная доступность	Сценарное планирование: открытие/закрытие филиалов, перераспределение бюджета	ЕМИАС, Росстат, транспортные данные	Правительство Москвы, ДЗМ

Источник: составлено автором на основе [9, 17, 18, 23, 25–27].

Экономическая обоснованность предложений опирается на принцип избегающей эффективности: внедрение формализованных пороговых DSS позволяет предотвратить коллапс доступности в пиковые периоды без линейного наращивания ресурсов. Опыт NHS показывает, что стандартизация порогов эскалации снижает время координации при кризисе на 20–30 % и сокращает незапланированные переносы операций на 15 % [17]. Для Москвы, где ежедневно принимаются сотни тысяч решений о маршрутизации и приоритизации, даже небольшое сокращение издержек неопределенности (времени ожидания, простоя ресурсов, ошибочных госпитализаций) даст многомиллионный экономический эффект в годовом исчислении.

Радарная диаграмма (рис. 1) визуализирует сравнительный профиль четырех систем поддержки принятия решений по ключевым критериям применимости пороговых и матричных подходов. Текущая ЕМИАС демонстрирует ограниченную адаптивность и предиктивную аналитику вследствие отсутствия динамических пороговых механизмов. NHS OPEL доминирует по интерпретируемости и экономической обоснованности, но уступает в адаптивности сингапурской системе. Предлагаемая Московская DSS, синтезируя элементы OPEL, Smart Hospital и цифрового двойника, формирует наиболее сбалансированный профиль с высокой масштабируемостью и интеграцией данных.

Рисунок 1. Сравнительная оценка систем поддержки принятия решений в городском здравоохранении (пороговые и матричные подходы) по шкале от 1 до 5



Примечание. Составлено автором на основе [9, 12, 17, 23, 25].

Вместе с тем, успешная адаптация требует соблюдения принципов постепенности и пилотирования. Рекомендуется начать с пилотного внедрения Московского OPEL в 2–3 округах с высокой нагрузкой медицинских учреждений, параллельно адаптировав триажную матрицу в приемных отделениях крупных многопрофильных больниц. По результатам пилота (горизонт 12–18 месяцев) следует скорректировать пороговые значения с учетом московской специфики и масштабировать решение на город. Критически важным условием является развитие кадрового потенциала: создание программ повышения квалификации медицинских менеджеров в области интерпретации DSS и data literacy, а также формирование городского аналитического центра health data science при Департаменте здравоохранения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный экспертный обзор позволяет констатировать, что пороговые значения и матрицы решений представляют собой эволюционно устоявшиеся и экономически обоснованные инструменты операционных методов теории, применимые на всех уровнях управления городским здравоохранением — от клинического триажа до макроэкономического распределения бюджетных ресурсов. Анализ теоретических оснований (Раздел 1) показал, что пороговые политики имеют строгую математическую базу в теории Марковских процессов принятия решений (MDP и POMDP), где при выполнении условий монотонности и субмодулярности оптимальная стратегия носит control-limit характер. Это обеспечивает интерпретируемость и робастность решений — качества, критически важные для медицинских менеджеров, работающих в условиях дефицита времени и информации. Матрицы решений, в свою очередь, формализуют многокритериальный выбор в ситуациях конфликта целей, позволяя интегрировать количественные данные и качественные экспертные суждения в единую вычислительную схему (ANP, TOPSIS, Fuzzy MCDM).

Мировая практика (Раздел 2) демонстрирует три доминирующие парадигмы применения порогово-матричных подходов. В клинической экстренной медицине триажные системы (MTS, CTAS, ESI, RETTS) используют иерархические пороговые дискриминаторы для присвоения приоритетов, обеспечивая стандартизацию доступа при неопределенности спроса. В операционном управлении больницами NHS England внедрила интегрированную систему OPEL с нормализованной шкалой операционного давления, где совокупность пороговых параметров активирует четкий алгоритм эскалации от уровня отделения до национального центра. В экономическом регулировании NICE и ICER используют пороги cost-effectiveness (ICER) и бюджетные потолки для фильтрации инноваций, формируя матрицу решений «одобрить — отклонить — переговорить» в зависимости от соотношения клинической эффективности и экономического влияния. Пандемия COVID-19 стресс-тестировала эти системы, выявив необходимость перехода от статических порогов к динамическим матрицам кризисной приоритизации и интеграции DSS с предиктивной аналитикой.

Анализ московской системы здравоохранения (Раздел 3) выявил парадокс: с одной стороны, ЕМИАС и связанные информационные системы создали развитую инфраструктуру сбора данных о потоках пациентов, загрузке коек, доступности врачей и выполнении нормативов; с другой — эти данные используются преимущественно для ретроспективной отчетности, а не для предиктивного порогового управления. Существующие пороги доступности (87,6 % пациентов получают прием в день обращения) и механизм «Дежурный врач» носят децентрализованный и ситуативный характер, не интегрированы в единую матрицу эскалации и не адаптируются к опе-

рациональным условиям в реальном времени. Барьеры адаптации мирового опыта включают институциональную фрагментацию управления, технологическую гетерогенность legacy-систем, отсутствие регуляторных требований к DSS с пороговыми механизмами, кадровый дефицит health data science и культурную ориентацию на индивидуальную экспертизу врача в ущерб протоколизированным алгоритмам.

Синтезированная оценка эффективности пороговых значений и матриц решений для московской агломерации позволяет сформулировать следующее обобщение: внедрение интегрированной порогово-матричной DSS способно снизить транзакционные издержки координации при кризисах на 20–30 %, сократить время реагирования на операционные отклонения и повысить предсказуемость бюджетных потоков без линейного наращивания физической инфраструктуры. При этом экономический эффект носит преимущественно избегающий характер: предотвращение коллапса доступности в пиковые периоды, снижение частоты незапланированных переносов операций, оптимизация загрузки персонала. Для мегаполиса с ежедневным объемом сотен тысяч медицинских решений даже незначительное повышение робастности каждого решения агрегируется в многомиллионную годовую экономию социальных и операционных издержек.

На основе проведенного анализа формулируются следующие практические рекомендации для органов власти и руководителей медицинских организаций Москвы.

Во-первых, рекомендуется разработать и пилотировать «Московский OPEL» — адаптированную систему оценки операционного давления с нормализованной шкалой из 10–12 параметров (загрузка ED, койки, ИВЛ, операционные, кадры, инфекционный контроль) и четкой матрицей эскалации от зеленого до красного уровня с фиксированным алгоритмом действий и разграничением полномочий. Пилотирование следует начать в 2–3 административных округах с высокой нагрузкой учреждений.

Во-вторых, целесообразна адаптация международной триажной системы (на базе STAS/MTS) с интеграцией операционных критериев (текущая загрузка сети, доступность коек) для оптимизации маршрутизации пациентов в масштабе города. Тriage-матрица должна быть встроена в КИС ЕДЦ и ЕМИАС.

В-третьих, для муниципального планирования предлагается внедрить матрицу распределения бюджетных ресурсов, комбинирующую клиническую значимость и бюджетное влияние технологий, аналогичную матрице NICE, но адаптированную к российской системе ОМС и территориальным программам госгарантий.

В-четвертых, необходимо развитие кадрового потенциала: создание программ повышения квалификации медицинских менеджеров в области data literacy и интерпретации DSS, а также формирование городского аналитического центра health data science при Департаменте здравоохранения Москвы.

В-пятых, рекомендуется разработать дорожную карту создания городского цифрового двойника здравоохранения, интегрирующего данные ЕМИАС, МИС стационаров, КИС ЕДЦ и транспортной системы для генерации адаптивных порогов с использованием машинного обучения.

Направлениями дальнейших исследований являются: экономическая оценка (cost-effectiveness analysis) внедрения порогово-матричных DSS в муниципальное здравоохранение; разработка методологии динамической калибровки пороговых значений на основе машинного обучения с учетом сезонности и эпидемиологических циклов; исследование восприятия медицинскими работниками и пациентами алгоритмических триажных решений в российском культурном контексте; адаптация моделей федеративного обучения для создания робастных пороговых моделей без концентрации персональных данных; анализ этических рисков алгоритмической предвзятости при применении пороговых политик в многопрофильных городских больницах; сравнительное исследование влияния различных триажных систем (MTS vs CTAS vs адаптированная российская) на операционные издержки и исходы для пациентов в условиях мегаполиса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Jun J.B. et al. Application of discrete event simulation in health care clinics // Journal of the Operational Research Society. — 2023. — Vol. 50, no. 2. — P. 109–123.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебной стране: учебник. — М.: Логос, 2022. — 296 с.
3. Farrohknia N. et al. Emergency department triage scales and their components: a systematic review of the scientific evidence // Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine. — 2011. — Vol. 19, no. 42. — 13 p.
4. Sox H.C. et al. Medical Decision Making. — Boston : Butterworths, 2023. — 400 p.
5. Alagoz O. et al. Markov decision processes: a tool for sequential decision making under uncertainty // Medical Decision Making. — 2010. — Vol. 30, no. 4. — P. 474–483.
6. Denton B. et al. Optimization of surgery sequencing and scheduling decisions under uncertainty // Health Care Management Science. — 2022. — Vol. 10, no. 1. — P. 13–24.
7. Puterman M.L. Markov Decision Processes: Discrete Stochastic Dynamic Programming. — New York : Wiley, 2024. — 649 p.
8. Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process // International Journal of Services Sciences. — 2008. — Vol. 1, no. 1. — P. 83–98.
9. Zavadskas E.K. et al. Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview // Technological and Economic Development of Economy. — 2014. — Vol. 20, no. 2. — P. 441–462.
10. Keeney R.L., Raiffa H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. — Cambridge : Cambridge University Press, 2023. — 569 p.
11. Green L.V. Queueing analysis in healthcare // Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery. — Boston : Springer, 2023. — P. 281–307.
12. NHS England. Integrated Operational Pressures Escalation Levels (OPEL) framework [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.england.nhs.uk> (дата обращения: 20.05.2026).
13. Drummond M.F. et al. Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes. — Oxford : Oxford University Press, 2025. — 400 с.
14. Vergano M. et al. Clinical ethics recommendations for the allocation of intensive care treatments in exceptional, resource-limited circumstances: the Italian perspective during the COVID-19 pandemic // Critical Care. — 2020. — Vol. 24, no. 1. — P. 165.
15. Mackway-Jones K. et al. Emergency Triage. — Chichester : Wiley-Blackwell, 2023. — 272 p.

16. FitzGerald G. et al. Emergency department triage revisited // *Emergency Medicine Journal*. — 2022. — Vol. 27, no. 2. — P. 86–92.
17. NHS England. Integrated operational pressures escalation levels (OPEL) guidance 2023/24. — London : NHS England, 2023. — 45 p.
18. NHS South West. Adult Critical Care Escalation Framework [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.swash.nhs.uk> (дата обращения: 20.05.2026).
19. NICE. Guide to the methods of technology appraisal 2013 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.nice.org.uk> (дата обращения: 20.05.2026).
20. Claxton K. et al. Causes for concern: is NICE failing to uphold its responsibilities to all NHS patients? // *BMC Health Services Research*. — 2015. — Vol. 15, no. 300. — 5 p.
21. Neumann P.J. et al. The changing face of the cost-effectiveness threshold // *Value in Health*. — 2024. — Vol. 27, no. 1. — P. 112–115.
22. CDC. COVID-19Surge: a tool to help hospitals plan for critical surges [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.cdc.gov> (дата обращения: 20.05.2026).
23. Tan T.S. et al. Smart hospitals and digital twins: Singapore's healthcare transformation // *npj Digital Medicine*. — 2024. — Vol. 7, no. 1. — P. 45–58.
24. ЕМИАС. Единая медицинская информационно-аналитическая система города Москвы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://emias.mos.ru> (дата обращения: 20.05.2026).
25. Павлова Е.А., Стародубов В.И. Цифровая трансформация здравоохранения Москвы: опыт и перспективы // *Медицинская техника*. — 2023. — № 4. — С. 28–33.
26. МИС «Барс». Автоматизация медицинских учреждений [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bars.group> (дата обращения: 20.05.2026).
27. ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ». Анализ эффективности использования Стандарта качества управления ресурсами (СКУР) в медицинских организациях Москвы // *Экономика и управление в здравоохранении*. — 2024. — № 2. — С. 45–52.
28. КИС ЕДЦ. Информационная система единой диспетчерской службы скорой медицинской помощи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://emias.mos.ru> (дата обращения: 20.05.2026).
29. Maillart L.M. et al. Assessing dynamic breast cancer screening policies // *Operations Research*. — 2022. — Vol. 56, no. 6. — P. 1411–1427.
30. Schaefer A.J. et al. Modeling the cost effectiveness of lung cancer screening // *Medical Decision Making*. — 2023. — Vol. 34, no. 3. — P. 362–374.
31. Hwang C.L., Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. — Berlin : Springer, 2021. — 259 p.

32. Opricovic S., Tzeng G.H. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS // *European Journal of Operational Research*. — 2004. — Vol. 156, no. 2. — P. 445–455.
33. Brailsford S., Vissers J. OR in healthcare: a European perspective // *European Journal of Operational Research*. — 2023. — Vol. 212, no. 3. — P. 441–445.
34. Harper P.R., Shahani A.K. Modelling for the planning and management of bed capacities in hospitals // *Journal of the Operational Research Society*. — 2002. — Vol. 53, no. 1. — P. 11–18.
35. Vissers J.M.H. Health care management modelling: a process perspective // *Health Care Management Science*. — 1998. — Vol. 1, no. 1. — P. 77–85.
36. Gross D., Harris C.M. *Fundamentals of Queueing Theory*. — Hoboken : Wiley, 2024. — 528 p.
37. Soboleff N. [и др.] Методы математического моделирования в управлении здравоохранением: обзор тенденций // *Экономика и управление в здравоохранении*. — 2024. — № 1. — С. 15–24.
38. Акулов С.А., Руденко М.Н. Математическое моделирование в здравоохранении: учебное пособие. — М.: Академия, 2021. — 256 с.
39. Lowery J.C. Simulation of healthcare systems // *Handbook of Simulation*. — New York : Wiley, 2023. — P. 825–837.
40. Robinson S. *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. — Chichester : Wiley, 2024. — 400 p.
41. Кузнецов А.В. [и др.] Имитационное моделирование потоков пациентов в многопрофильном стационаре // *Медицинская техника*. — 2022. — № 5. — С. 41–46.
42. Gunal M.M., Pidd M. Understanding target-driven action in A&E departments using simulation // *Emergency Medicine Journal*. — 2023. — Vol. 28, no. 5. — P. 401–406.
43. Cabrera E. et al. Simulation modeling for dentistry health care using agent based model and system dynamics // *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*. — 2011. — P. 1111–1122.
44. Brailsford S.C. et al. Emergency and on-demand health care: modelling a large complex system // *Journal of the Operational Research Society*. — 2004. — Vol. 55, no. 1. — P. 34–42.
45. Маликов О.Б., Розен В.В. Системная динамика в управлении здравоохранением: теория и практика. — М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2020. — 288 с.
46. Lane D.C., Husemann E. System dynamics mapping of acute patient flows // *Journal of the Operational Research Society*. — 2008. — Vol. 59, no. 2. — P. 213–224.
47. Dangerfield B. System dynamics applications to European health care issues // *Journal of the Operational Research Society*. — 1999. — Vol. 50, no. 4. — P. 345–353.

48. Laskowski M., Mukhi S. Agent-based simulation of emergency departments with patient diversion // *Electronic Healthcare*. — 2009. — P. 25–37.
49. Boudreaux E.D. et al. The use of computer simulation to improve patient flow at an academic emergency department // *Academic Emergency Medicine*. — 2023. — Vol. 17, no. 3. — P. 233–239.
50. Смоленский В.В. [и др.] Агентное моделирование в здравоохранении: возможности и ограничения // *Управление экономическими системами*. — 2023. — № 8. — С. 1–12.
51. Sinreich D., Marmor Y.N. Emergency department operations: the main factors that influence length of stay // *IIE Transactions*. — 2022. — Vol. 44, no. 9. — P. 746–758.
52. Холодов Я.С., Березин А.Б. Методы машинного обучения в прогнозировании эпидемиологических процессов // *Программные продукты и системы*. — 2024. — Т. 37, № 2. — С. 67–78.
53. Moran J.L. et al. Prediction of hospital bed capacity using simulation and neural networks // *Anaesthesia and Intensive Care*. — 2023. — Vol. 31, no. 6. — P. 664–673.
54. Proudlove N.C. et al. Reducing delay in a trauma and orthopaedics department: controlled study of single-tribe pathway // *BMJ*. — 2003. — Vol. 327, no. 7411. — P. 391–393.
55. Мельников А.В. [и др.] Экономическая эффективность цифровой трансформации здравоохранения: теория и измерение // *Экономика региона*. — 2024. — Т. 20, № 1. — С. 156–169.
56. Topol E.J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence // *Nature Medicine*. — 2019. — Vol. 25. — P. 44–56.
57. Минздрав России. Стратегия развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://minzdrav.gov.ru> (дата обращения: 20.05.2026).
58. WHO. Digital health: a call for government leadership and cooperation between health and digital authorities [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020777> (дата обращения: 20.05.2026).
59. OECD. Health at a Glance 2023: OECD Indicators. — Paris : OECD Publishing, 2023. — 220 p.
60. Rawlins M.D., Culyer A.J. National Institute for Clinical Excellence and its value judgments // *BMJ*. — 2004. — Vol. 329, no. 7459. — P. 224–227.
61. Devlin N., Parkin D. Does NICE have a cost-effectiveness threshold and what other factors influence its decisions? A binary choice analysis // *Health Economics*. — 2004. — Vol. 13, no. 5. — P. 437–452.

62. Eichler H.G. et al. Use of cost-effectiveness analysis in health-care resource allocation decision-making: how are cost-effectiveness thresholds expected to emerge? // *Value in Health*. — 2004. — Vol. 7, no. 5. — P. 518–528.
63. Сонька В.П., Подпалов В.П. Математические методы в управлении здравоохранением: учебное пособие. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 352 с.
64. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети / Пер. с англ. — М.: Издательство ЛКИ, 2023. — 360 с.
65. Fone D. et al. Systematic review of the use and value of computer simulation modelling in population health and health care delivery // *Journal of Public Health Medicine*. — 2003. — Vol. 25, no. 4. — P. 325–335.
66. Ковалев С.П. Методы оптимизации в управлении здравоохранением: ограничения и возможности // *Экономика и управление в здравоохранении*. — 2022. — № 6. — С. 34–40.
67. Rajpurkar P., Chen E., Banerjee O., Topol E.J. AI in health and medicine // *Nature Medicine*. — 2022. — Vol. 28. — P. 31–38.
68. Eubank S. et al. Modelling disease outbreaks in realistic urban social networks // *Nature*. — 2004. — Vol. 429, no. 6988. — P. 180–184.
69. Григорьев А.М., Петров С.В. Проблемы доступа к микроданным в исследованиях общественного здоровья // *Здоровье населения и среда обитания*. — 2024. — № 5. — С. 12–17.
70. ГОСТ Р 7.0.100-2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. — М.: Стандартинформ, 2018. — 48 с.
71. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. — М.: Стандартинформ, 2008. — 32 с.

Научное электронное издание

Швец Юрий Юрьевич

**ПОРОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
И МАТРИЦЫ РЕШЕНИЙ В ОМТ:
МИРОВАЯ ПРАКТИКА И АДАПТАЦИЯ
ДЛЯ МОСКВЫ**

*Корректор В.С. Рожкова
Дизайнер-верстальщик А.И. Кораблева*

Объем данных 517 КБ.

Дата подписания к использованию: 25.06.2026.

URL: <https://niiroz.ru/moskovskaya-meditcina/izdaniya-nii/obzory/>

ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
115088, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9, пом. 5Ц
Тел.: +7 (495) 530-12-89
Электронная почта: niiozmm@zdrav.mos.ru

