

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2026

УДК 614.2:614.88

DOI 10.59598/ME-2305-6053-2026-119-2-63-87

М. Х. Ембергенова¹, Б. Н. Кошеров², О. К. Жамантаев^{2*}, Ш. Султанбек³, К. Е. Нукуштаева²,
И. А. Кадырова²

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА КООРДИНАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ АВИАЦИИ В СИСТЕМЕ ЭКСТРЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

¹Департамент охраны здоровья матери и ребенка Министерства здравоохранения Республики Казахстан (010000, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Мәңгілік ел 8, Дом министерств, подъезд 5; e-mail: m.embergenova@dsm.gov.kz)

²НАО «Карагандинский медицинский университет» (100008, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Гоголя, 40; e-mail: info@qmu.kz)

³Алматы Менеджмент Университет (050060, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Розыбакиева, 227; e-mail: info@almau.edu.kz)

***Олжас Кенжегалиевич Жамантаев** – НАО «Карагандинский медицинский университет»; 100008, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Гоголя, 40; e-mail: zhamantaev@qmu.kz

Медицинская авиация является одним из направлений экстренной медицинской помощи, позволяющим доставлять пациента, медицинскую бригаду, профильного специалиста, донорские органы, медицинское оборудование и биоматериалы в ситуациях, когда наземная транспортировка не обеспечивает своевременный доступ к специализированной помощи. Для Республики Казахстан данная тема имеет особое значение в связи с большой территорией страны, удаленностью части населенных пунктов от многопрофильных и высокоспециализированных медицинских центров, различиями между регионами по транспортной инфраструктуре и потребностью в межбольничной маршрутизации пациентов с тяжелыми состояниями.

Целью обзора явилось обобщение научных данных и официальных источников о механизмах координации медицинской авиации в системе экстренной медицинской помощи и определение направлений их совершенствования с учетом условий Республики Казахстан. В обзор включены публикации, посвященные медицинской авиации, вертолетной экстренной медицинской помощи, самолетной медицинской эвакуации, межбольничной транспортировке, клинической приоритизации, диспетчеризации, телемедицине, цифровым инструментам поддержки решений, подготовке авиационных медицинских бригад, оценке качества, отменам вылетов, избыточному привлечению воздушного транспорта и управлению при чрезвычайных ситуациях.

Современная литература показывает, что результативность медицинской авиации определяется не только количеством воздушных судов, но и качеством согласования между медицинскими организациями, региональными центрами, авиационными операторами, стационарами-реципиентами и национальным координационным уровнем. Международные данные свидетельствуют, что без единых критериев активации, цифрового учета ресурсов и аудита решений медицинская авиация может использоваться как чрезмерно, так и с задержкой у пациентов, действительно нуждающихся в срочной специализированной помощи.

Для Казахстана наиболее приемлемой является трехуровневая модель централизованной цифровой диспетчеризации, в которой Национальный координационный центр экстренной медицины выполняет функцию национального координационного узла, региональные центры обеспечивают оперативное согласование заявок и ресурсов, а медицинские организации передают стандартизированные клинические данные. Совершенствование системы должно включать единые критерии привлечения медицинской авиации, цифровой маршрут заявки, телемедицинскую оценку показаний, учет статуса воздушных судов и бригад, подтверждение готовности принимающего стационара, межрегиональное согласование при дефиците ресурсов и регулярный аудит выполненных, отмененных и отклоненных заявок.

Ключевые слова: медицинская авиация; экстренная медицинская помощь; вертолетная медицинская помощь; диспетчеризация; координация; телемедицина; Казахстан

ВВЕДЕНИЕ

Экстренная медицинская помощь относится к тем направлениям здравоохранения, где исход лечения зависит не только от клинических возможностей медицинской организации, но и от скорости распознавания состояния, правильности маршрутизации пациента и согласованности действий нескольких служб. Всемирная ассамблея здравоохранения рассматривает развитие систем экстренной помощи как часть всеобщего охвата медицинскими услугами, поскольку острые заболевания и травмы требуют своевременного доступа к помощи [1]. Для стран с большой территорией и неравномерным размещением специализированных медицинских организаций вопрос маршрутизации выходит за рамки обычной транспортировки пациента и становится частью управления всей системой экстренной медицинской помощи.

Для Республики Казахстан эта проблема имеет особое значение. Наша страна занимает девятое место в мире по площади, а численность населения на январь 2026 года составляла 20,5 миллиона человек, из которых 63% проживали в городах [2]. Такие географические и демографические особенности создают устойчивую потребность в механизмах, которые связывают районные, областные и национальные уровни оказания помощи. В условиях концентрации высокоспециализированных медицинских услуг в крупных центрах медицинская авиация становится не только способом транспортировки, но и инструментом обеспечения территориальной доступности экстренной и специализированной помощи.

В международной литературе медицинская авиация рассматривается как система доставки специализированной бригады к пациенту и транспортировки пациента в медицинскую организацию, где доступен необходимый уровень помощи [3]. Самолетная медицинская эвакуация чаще используется при больших расстояниях, тогда как вертолетная медицинская помощь чаще применяется при первичной эвакуации, травме, труднодоступной местности и необходимости доставить врача или специализированную бригаду к пациенту [3, 4]. При обзоре литературы выяснилось, что в европейских странах и, в целом, в мире в медицинском авиапарке экстренных служб преобладает вертолетная техника (в английском языке «rotary-wing aircraft»). В обзоре K. Muyambi et al., включившем 86 служб самолетной медицинской эвакуации в 17 странах Организации экономического сотрудничества и развития, указано, что самолетная модель особенно приемлема при расстояниях свыше 200 километров от центра специализированной помощи [4]. Для Казахстана этот вывод имеет прямое прикладное значение, поскольку большие расстояния и неодинаковая транспортная доступность регионов, сложность

рельефа влияют на выбор между наземной, вертолетной и самолетной эвакуацией.

При этом медицинская авиация не может рассматриваться как универсально лучший способ транспортировки. Систематические обзоры показывают, что польза воздушной экстренной медицинской помощи зависит от характеристик отбора пациентов, расстояния, возможностей наземной скорой помощи, уровня принимающего стационара и стоимости службы [5, 6]. В обзоре S. M. Galvagno et al. 25 нерандомизированных исследований по вертолетной медицинской помощи взрослым пациентам с тяжелой травмой (рандомизированных исследований авторы не выявили) не было выявлено ее явных преимуществ или недостатков [6]. В других обзорах также отмечено, что результат применения врачебных вертолетных бригад зависит от организации догоспитального этапа, уровня травматологической сети и критериев вызова [7, 8]. По этой причине основной вопрос состоит не в том, нужна ли медицинская авиация как таковая, а в том, когда, для кого, по каким критериям и через какой маршрут ее применение дает наибольшую клиническую и организационную пользу.

Пробел в опубликованной литературе связан с тем, что медицинская авиация часто рассматривается либо как транспортная технология, либо как компонент службы скорой помощи, тогда как механизм координации между национальным центром, регионами, медицинскими организациями, авиационными операторами и стационарами-реципиентами менее изучен и описан. Это применимо и к Казахстану, где уже существует Национальный координационный центр экстренной медицины, но научное описание цифровой диспетчеризации, межрегионального согласования, критериев активации и аудита решений остается ограниченным.

Цель литературного обзора – обобщить научные данные и официальные источники о механизмах координации медицинской авиации в системе экстренной медицинской помощи и определить направления их совершенствования для Республики Казахстан.

Проведен систематический поиск литературы в соответствии с рекомендациями PRISMA 2020. Поиск осуществлялся в международных библиографических базах данных PubMed и Scopus с использованием заранее разработанной поисковой стратегии. Публикации на русском языке мы искали в Google Scholar и Научной электронной библиотеке eLIBRARY.

Поисковая стратегия была построена вокруг трех смысловых блоков: медицинская авиация, система экстренной медицинской помощи и координация. В англоязычном поиске в Pubmed использовалась следующая комбинационная связ-

ка («air ambulance» OR «aeromedical retrieval» OR «aeromedical evacuation» OR «medical aviation» OR «helicopter emergency medical services» OR HEMS OR «fixed-wing air ambulance») AND (coordination OR dispatch OR governance OR «organizational model» OR management OR triage OR routing OR «centralized dispatch» OR telemedicine OR «digital health»).

В базе Scopus был применен подход TITLE-ABS-KEY((aeromedical W/3 (retrieval OR evacuation OR transport) OR (air W/2 ambulance) OR (helicopter W/3 emergency W/3 medical W/3 service*)) AND TITLE-ABS-KEY(dispatch* OR coordination OR triage OR governance OR resource allocation OR decision support OR routing) AND PUBYEAR > 2010 AND PUBYEAR < 2027).

В русскоязычном поиске использовался запрос («медицинская авиация» OR «санитарная авиация» OR «аэромедицинская эвакуация») AND (координация OR диспетчеризация OR маршрутизация OR «организационная модель» OR управление). Термин «санитарная авиация» был сохранен в поисковой стратегии, поскольку он встречается в более ранних публикациях, хотя действующие нормативные акты Республики Казахстан используют термин «медицинская авиация».

Найденные записи были экспортированы в единый список, после чего выполнялось автоматическое и ручное удаление дублирующихся публикаций. В качестве основных идентификаторов использовались PMID, DOI и библиографические данные статей. После удаления дубликатов проводился последовательный скрининг названий и аннотаций, а затем полнотекстовая оценка публикаций в соответствии с заранее определенными критериями включения и исключения.

В обзор были включены научные статьи, систематические обзоры, обзорные исследования, ретроспективные и проспективные наблюдательные исследования, исследования диспетчеризации, межбольничной транспортировки, медицинской эвакуации, телемедицины, цифровой поддержки решений, качества и кадровой подготовки, если они были связаны с медицинской авиацией в системе экстренной медицинской помощи. Также были использованы официальные нормативные и организационные документы Республики Казахстан, необходимые для описания национального контекста. Были исключены публикации, не связанные с медицинской авиацией или системой экстренной медицинской помощи (статьи, посвященные только техническим аспектам авиации без медицинского и организационного компонента, отдельные клинические случаи без данных о маршрутизации, диспетчеризации или координации, публикации по военной эвакуации без применимости к гражданской системе здравоохранения, публикации без проверяемых библиографических данных, а также публикации из

нерелевантных по отношению к РК стран. Например, были исключены исследования маленьких островных стран по типу Фиджи, Кирибати и т. п.).

Оценка источников проводилась с учетом типа публикации. Для систематических обзоров учитывались полнота поиска, прозрачность критериев включения, наличие оценки качества и соответствие выводов данным. Для наблюдательных исследований учитывались дизайн, размер выборки, страна, период наблюдения, полнота описания диспетчеризации или маршрутизации, а также применимость результатов к теме обзора.

Синтез данных проводился нарративным способом. Источники группировались по следующим направлениям: международные модели медицинской авиации, координация и диспетчеризация, клиническая приоритизация и маршрутизация, межбольничная транспортировка, неонатальные, педиатрические и перинатальные случаи и особенности, цифровая диспетчеризация и телемедицина, подготовка авиационных медицинских бригад, показатели качества и аудит решений, координация при чрезвычайных ситуациях, экономическая рациональность применения медицинской авиации, применимость международных данных для Республики Казахстан.

Результаты поиска и отбора литературы

В результате поиска литературы было выявлено 1 505 записей: 780 в PubMed, 599 в Scopus, 77 в Google Scholar и 49 в eLIBRARY (рис. 1). После объединения результатов PubMed и Scopus было исключено 321 дублирующиеся публикации. Дополнительно между Google Scholar и eLIBRARY было исключено 12 дубликатов. После удаления дубликатов в международных базах данных осталось 1 058 уникальных публикаций. Из региональных источников после первичного отбора и исключения дубликатов осталась 21 уникальная публикация. Всего на этап скрининга названий и аннотаций было направлено 1 079 публикаций.

На этапе скрининга названий и аннотаций мы исключили 842 публикации, и затем для полнотекстовой оценки было отобрано 237 источников. После полнотекстового анализа было исключено еще 167 источников. Из них 47 публикаций не содержали данных о координации/диспетчеризации/маршрутизации/управлении медицинской авиацией, 34 публикации были посвящены клиническим исходам без анализа организационной модели, 22 источника представляли собой клинические случаи или технические заметки без применимости к теме обзора, 18 публикаций были исключены из-за отсутствия полного текста, 13 источников дублировали данные более полных публикаций, 12 работ относились преимущественно к военной эвакуации или авиационной медицине без связи с гражданской экстренной помощью; 21 источник был исключен из-за недостаточности извлекаемых данных для анализа.

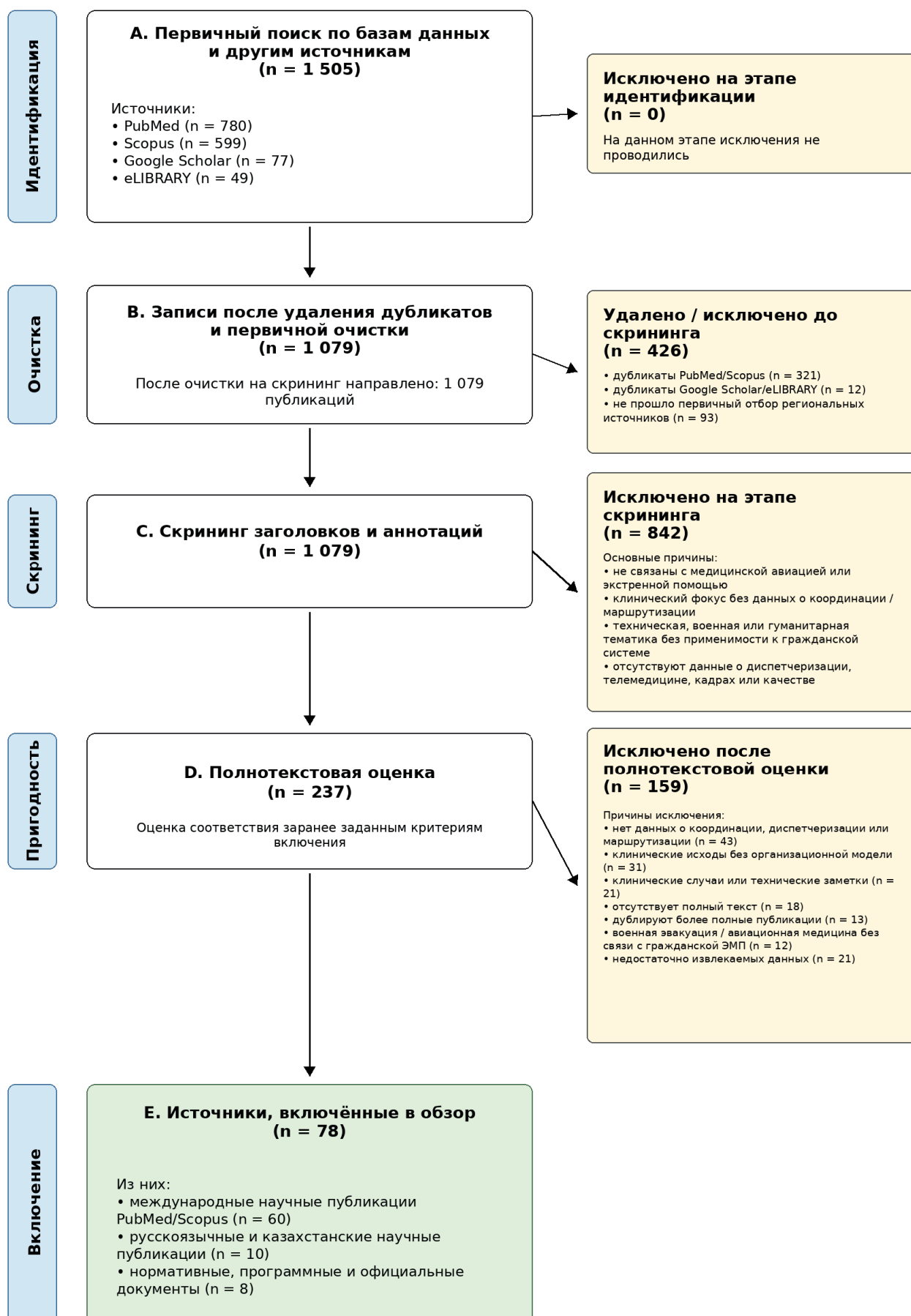


Рисунок 1 – PRISMA flow диаграмма отбора литературы

В итоговый обзор было включено 78 источников. Из них 60 публикации были индексируются в PubMed и непосредственно относились к медицинской авиации, вертолетной экстренной медицинской помощи, межбольничной транспортировке, диспетчеризации, телемедицине, подготовке бригад, показателям качества и экономике применения авиационных ресурсов. Еще 10 источников представляли собой русскоязычные и казахстанские научные публикации, использованные для описания национального и регионального контекста. Восемь источников были нормативными, методическими или официальными документами, включая документы Всемирной организации здравоохранения, государственные программы Республики Казахстан, Кодекс Республики Казахстан, Приказ № ҚР ДСМ-225/2020 и официальный ресурс Национального координационного центра экстренной медицины.

Координация медицинской авиации как управленческая функция

Координация медицинской авиации не сводится к передаче заявки от одной организации к другой. Она представляет собой управленческую функцию, направленную на согласование целей, ресурсов, полномочий и действий участников системы. В административно-правовой литературе координация рассматривается как функция государственного управления, связанная с согласованием действий органов публичной власти, сопоставлением целей, ресурсов, форм и методов деятельности для достижения общих целей [9]. Для медицинской авиации это разграничение имеет прикладное значение, поскольку в одном процессе участвуют медицинские организации, региональные центры, авиационные операторы, профильные специалисты, стационары-реципиенты и национальный координационный уровень. Эта служба особенно чувствительна к разрывам координации, ведь один вылет включает прием заявки, оценку клинической потребности, проверку транспортабельности, выбор воздушного судна, формирование бригады, оценку погодных и авиационных ограничений, подтверждение принимающего стационара, транспортировку пациента или доставку специалиста, передачу пациента и последующий аудит. Если эти элементы не связаны общей информационной системой и едиными критериями, задержка может возникнуть еще до вылета.

Работы по управлению инцидентами в здравоохранении помогают описать эту логику более точно. М. В. Лаврентьева выделяет 23 показателя управления инцидентами, сгруппированные в пять областей: ситуационная осведомленность и обмен информацией, планирование действий, управление ресурсами и мобилизация, координация и сотрудничество, обратная связь и

постоянное улучшение качества [10]. Для медицинской авиации эти области соответствуют последовательным управленческим задачам, таким как получение достоверных клинических данных, определение приоритета, проверка доступности ресурсов, согласование маршрута, выполнение эвакуации и разбор случая после завершения миссии. Межотраслевая природа медицинской авиации делает координацию не только медицинской, но и экономико-управленческой задачей. И. Е. Селезнева и соавт. в своей математической модели взаимодействия здравоохранения и авиации рассчитали, что при согласованной политике отраслей минимальные бюджетные затраты составляли около 24 млн руб. в сут (примерно 0,35 млн долларов США по среднему курсу 2022 года) при конфигурации из 3 больниц и 34 вертолетов. При несогласованных стратегиях затраты возрастали до 35 млн руб. (около 0,52 млн долларов США) в сутки при 5 больницах и 34 вертолетах и до 59 млн руб. (около 0,87 млн долларов США) в сутки при 10 больницах и 34 вертолетах [11]. Эти данные нельзя прямо переносить на Казахстан, однако они показывают общий принцип: развитие авиационного компонента без согласования больничной сети, маршрутизации, финансирования и инфраструктуры может увеличивать расходы без пропорционального роста доступности помощи.

Опыт кризисного управления также указывает, что координационные механизмы должны существовать до возникновения чрезвычайной ситуации. В исследовании проблем координации в Европейском союзе во время пандемии коронавирусной инфекции отмечено, что на первом этапе государства-члены принимали преимущественно локальные решения, что привело к асимметрии реакций и разрозненности действий в сфере здравоохранения [12]. В дальнейшем были сделаны выводы о том, что цифровые каналы связи, статусы ресурсов, правила приоритизации и межрегиональные процедуры нельзя создавать только в момент массового инцидента. И координация медицинской авиации в том числе должна рассматриваться как самостоятельная функция управления, связывающая клинические, авиационные, цифровые, территориальные и межведомственные решения.

Международные модели организации медицинской авиации

Международный опыт показывает, что универсальной модели медицинской авиации не существует (табл. 1). В обзоре Muaymbi et al. были описаны 86 служб самолетной медицинской эвакуации в 17 странах ОЭСР. Как оказалось, чем больше страна, тем больше именно таких служб (США, Австралия, Канада и Великобритания). Также авторы выделили государственные, некоммерческие и смешанные модели, и виды услуг: пер-

Таблица 1 – Сравнительная характеристика национальных моделей координации медицинской авиации

Параметр	Норвегия	Дания	Австралия	Канада, Онтарио
Тип	Смешанный (вертолеты и самолеты)	Преимущественно вертолеты	Преимущественно самолёты	Смешанный
Модель диспетчерской координации	Региональный координатор при сохранении региональной диспетчеризации и национальных стандартов	Единая национальная государственная система с централизованными стандартами и общей базой данных	Федеративная модель (региональные операционные центры)	Централизованная провинциальная диспетчеризация (Ornge Operations Control Centre)
Обязательность врача на борту	Да, врачебные бригады	Да, врач-анестезиолог входит в состав	Частично, зависит от региона и профиля миссии	Зависит от профиля миссии и типа транспортировки
Телемедицинская поддержка	Развита (дистанционная консультация, телемедицина, региональная координация)	Интегрирована с национальной системой экстренной помощи и электронными регистрами	Развита системно (Medical Chest Program, удалённые консультации)	Развита (цифровая диспетчеризация, алгоритмы поддержки принятия решений, машинное обучение для маршрутизации)
Документированная проблема координации	Вариативность критериев диспетчеризации между регионами; необходимость повышения точности отбора пациентов	Высокая доля отменённых вылетов и необходимость оптимизации критериев активации	Избыточная нагрузка и повышенный риск для наиболее удалённых и коренных общин	Логистические задержки (дозаправка, наземный эскорт); дефицит компонентов крови
Наиболее сильная сторона модели	Развитая система клинического управления и региональных координаторов	Национальная стандартизация, единый регистр качества и государственное финансирование	Высокая доступность удалённых территорий и интеграция с первичной медицинской помощью	Централизованное управление ресурсами, единая диспетчеризация и межбольничная маршрутизация

вичную эвакуацию, вторичную межбольничную транспортировку и специализированные перевозки. Например, в США распространена децентрализованная модель, где медицинская авиация исторически развивалась через больничные, частные и некоммерческие службы [4].

В исследовании из Норвегии, где медицинская авиация представлена преимущественно врачебными вертолетными бригадами, авторы сравнили оптимизацию размещения авиационных баз на основе плотности населения и фактической

частоты экстренных вызовов. Было показано, что между численностью населения муниципалитетов и количеством авиационных миссий практически отсутствовала связь ($r=-0,0027$). Если при использовании демографических данных оптимальные базы концентрировались вокруг региона Осло, то анализ фактической частоты вызовов смещал приоритет в сторону малонаселенных районов с высокой нагрузкой на медицинскую авиацию, включая север Норвегии и районы зимнего туризма [13]. М. К. Árnadóttir et al., протестировав скан-

динавские индикаторы качества применительно к исландской самолетной медицинской службе, обнаружили невыполнение большинства бенчмарков, связав это с разрозненной организационной структурой догоспитальной помощи Исландии и отсутствием единой координирующей структуры [14]. D. M. Fatovich et al. на материале 1 328 случаев тяжелой травмы, эвакуированных австралийской Королевской службой санитарной авиации (Royal Flying Doctor Service) из сельских и удаленных районов Западной Австралии за десятилетний период, показали, что риск смерти возрастает на 87% на каждую дополнительную тысячу километров полета, и что классификация удаленности по индексу ARIA (Австралийский индекс уровня доступности населенного пункта к центрам обслуживания) оказывается более значимым предиктором исхода, чем простое расстояние [15].

Национальные регистры позволяют оценивать медицинскую авиацию не только по числу вылетов, но и по типу миссий, профилю пациентов и доле отмен. Так финская национальная база за первые семь лет работы организованной службы вертолетной экстренной медицинской помощи включала 100 482 вызова и контакт с пациентом состоялся в 33 844 случаях, а 66 638 направлений были отклонены или отменены [16]. В Дании за 2014-2018 гг. было зарегистрировано 13 391 вызова вертолетной службы. Лишь 7 133 вызова завершились контактом с пациентом, и только 4 639 пациентов были доставлены в стационар воздушным транспортом [17].

Международные модели медицинской авиации различаются по форме управления, источникам финансирования, составу бригад и типу миссий. Для Казахстана практическую ценность имеет не копирование одной зарубежной модели, а адаптация общих принципов: единых критериев активации, национального регистра, цифровой диспетчеризации, анализа отмен и постоянного аудита качества.

Этапы институционального развития медицинской авиации в Казахстане с 2011 г. и ее программно-правовая основа

В последнее десятилетие планомерное укрепление государственно-централизованной модели Казахстана неразрывно связаны с циклическим процессом национального стратегического планирования. Каждая из последовательно принимавшихся государственных программ закладывала фундаментальные изменения в архитектуру транспортной медицины, поэтапно трансформируя ее в высокотехнологичный сектор. Новый этап институциональной организации современной отечественной авиамедицины был начат в ходе реализации Государственной программы развития здравоохранения Республики Казахстан «Саламатты Қазақстан» на 2011 – 2015

гг. [18]. Документ зафиксировал необходимость преодоления территориального неравенства в доступе к экстренной помощи. В этот период был учрежден Республиканский центр санитарной авиации, заключены первые сервисные контракты с авиационными операторами и начато плановое оснащение воздушных судов специализированными медицинскими модулями.

Следующим этапом институционального развития стала Государственная программа «Денсаулық» на 2016 – 2019 гг., сфокусированная на подготовке отрасли к внедрению обязательного социального медицинского страхования и стандартизации клинических процессов [19]. В рамках данной программы произошло реформирование экстренной службы, увенчавшееся созданием единого оператора в лице РГП на ПХВ «Национальный координационный центр экстренной медицины» (НКЦЭМ) Министерства здравоохранения РК в Астане. Санитарная авиация была окончательно закреплена как государственная услуга, финансируемая напрямую из бюджета ГОБМП, что гарантировало ее стопроцентную бесплатность для всех граждан независимо от статуса застрахованности. Программа также стимулировала внедрение механизмов государственно-частного партнерства для эффективного привлечения гражданской авиации к медицинским миссиям.

Государственная программа развития здравоохранения на 2020 – 2025 гг. сместила акценты на глубокую модернизацию инфраструктуры и оптимизацию логистических цепочек [20]. В ходе работы в рамках программы появились требования к проектированию новых многопрофильных медицинских центров, обязав застройщиков оснащать клиники сертифицированными наземными вертолетными площадками для минимизации потерь времени в рамках правила «золотого часа». Параллельно с этим на нормативном уровне шло совершенствование профильного законодательства. Ключевой рабочий стандарт службы зафиксировал Приказ Министра здравоохранения РК № ҚР ДСМ-225/2020, детально прописавший правила триажа, критерии транспортабельности пациентов и регламенты взаимодействия диспетчерских служб. Практическая реализация заявки включает медицинскую и авиационную оценку. Старший врач координирующей организации знакомится с заявкой и медицинской документацией, оценивает состояние пациента, анализирует обоснование заявки, учитывает результаты дистанционных медицинских услуг, запрашивает дополнительные данные, оценивает возможности эксплуатанта воздушного судна, определяет целесообразность транспортировки и риски перевозки, согласует принимающую организацию, формирует мобильную бригаду и при необходимости

привлекает профильных специалистов [21]. Основополагающие государственные гарантии бесплатности данных услуг для населения закреплены в Кодексе РК «О здоровье народа и системе здравоохранения» [22]. Воздушная безопасность операций, требования к летным экипажам и правила экстренного выделения воздушных коридоров при этом координировались в рамках Закона РК «Об использовании воздушного пространства Республики Казахстан и деятельности авиации».

Действующая в настоящее время Концепция развития здравоохранения Республики Казахстан до 2029 г. знаменует переход к цифровой парадигме и «умной» координации [23]. На современном этапе развития перед авиамедицинским кластером поставлены задачи по полной интеграции диспетчерских с региональными медицинскими информационными системами и масштабному внедрению телемедицины для стабилизации пациентов на уровне районных больниц.

Клиническая приоритизация и маршрутизация пациентов

Решение о привлечении медицинской авиации должно начинаться с клинической приоритизации. Проблема диспетчеризации медицинской авиации остается нерешенной даже в развитых системах экстренной помощи. В систематическом обзоре G. Eaton et al. было изучено 97 публикаций, и авторы пришли к выводу, что универсальная модель диспетчеризации не определена. При этом подчеркивается мысль о том, что критерии должны быть адаптированы к конкретной системе, а механизм травмы и физиологические данные с места происшествия имеют большее значение для точного направления, чем общие категории вызовов [24]. В ранних казахстанских публикациях к состояниям, требующим авиационной эвакуации, относились острые сердечно-сосудистые, неврологические, хирургические и травматологические состояния, нарушения гемодинамики и дыхания, критические состояния беременных и новорожденных, ожоги, опасные для жизни травмы и органная недостаточность [25]. Принцип был сформулирован через превышение потребностей пациента над возможностями медицинской организации по месту нахождения. В современной модели к этому принципу необходимо добавить время наземной эвакуации, готовность принимающего стационара, статус воздушного судна, состав бригады и риск транспортировки.

Исследования диспетчерских кодов показывают, что данные первичного вызова могут быть использованы для повышения точности направления. С. Т. Edmunds et al. изучили 25 491 вызова вертолетной медицинской службы в Восточной Англии за 2016 – 2019 гг., из них 23 030 вызова имели код системы приоритетной медицинской диспетчеризации, контакт с пациентом

состоялся в 13 778 случаях, а применение вертолетной медицинской службы состоялось 8 437 раз. Авторы определили девять приоритетных кодов Усовершенствованной системы приоритетной отправки медицинских сообщений (Advanced Medical Priority Dispatch System), которые доступны уже на этапе первичного экстренного вызова и позволяют с высокой вероятностью выявлять пациентов, действительно нуждающихся в привлечении вертолетной медицинской помощи [26]. Это подтверждает необходимость накопления национального массива данных о категориях заявок, при которых применение медицинской авиации действительно наиболее обоснована. Ошибка приоритизации может приводить как к позднему привлечению авиационной бригады, так и к избыточному использованию воздушного транспорта. В исследовании С. В. Taylor et al. по Новому Южному Уэльсу было проанализировано 707 пациентов, доставленных вертолетной медицинской помощью в 12 крупных травматологических центров. Избыточное направление составило 51,1% при первичной догоспитальной транспортировке и 28,7% при межбольничных переводах [27]. В исследовании М. V. P. Miles et al. 34% из 381 взрослых пациентов травматологического профиля, доставленного вертолетом, были отнесены к потенциально необоснованным транспортировкам, а связанные с этим расходы оценивались более чем в 3 млн. долларов США [28]. Для пациентов с небольшими ожогами J. Roman et al. также описали риск чрезмерного использования авиатранспортировки [29].

Попытки формализовать отбор пациентов показывают, что диспетчерское решение может быть более точным при использовании прогностических инструментов. S. Brown et al. сравнили действующую практику направления травматологических пациентов в воздушную медицинскую службу с оценкой Догоспитального триажа пациентов санитарной авиацией (Air Medical Prehospital Triage). В базовом сценарии действующая практика по сравнению с этой оценкой имела простое соотношение стоимости и результата 255 333 долларов США за один год жизни с поправкой на качество, а при пороге 100 000 долларов США за один год жизни с поправкой на качество действующая практика была менее предпочтительной в 85% итераций вероятностного анализа [30]. Исследование Р. Udekwu et al. также показывает, что простые инструменты полевого триажа могут снижать чрезмерное использование вертолетной медицинской помощи в травматологической системе [31]. В исследовании А. К. Adcock et al. были проанализированы данные о 141 пациенте с острым ишемическим инсультом, транспортированном воздушной медицинской службой в течение одного года. По результатам анализа 16%

авиационных транспортировок были признаны низко ценными с клинической точки зрения. Наиболее частыми причинами являлись поступление пациента за пределами терапевтического окна (61%), низкая тяжесть инсульта по шкале NIHSS (22%) и отсутствие показаний к эндоваскулярному лечению у части пациентов [32]. В австралийском исследовании A. A. Garner et al. сравнивали два периода работы медицинской авиации Сиднея: прямой скрининг компьютеризированной диспетчерской системы экипажем медицинской авиации и последующий период, когда выявление случаев осуществлялось через центральный диспетчерский пункт с участием парамедиков. В период прямого скрининга экипажем 79,31% интубаций выполнялись в пределах 45 мин от травмы, тогда как в период центрального контроля этот показатель составил 43,6%; медианное время до интубации увеличилось с 33 до 47 мин [33].

В совокупности эти сведения демонстрируют тот факт, что медицинская авиация должна активизироваться не по самому факту тяжести жалобы или удаленности территории, а по ожидаемой клинической пользе и отсутствию приемлемой альтернативы.

Межбольничная транспортировка и стационары-реципиенты

В системе медицинской авиации особое значение имеет межбольничная транспортировка. В отличие от первичной эвакуации с места происшествия, она начинается уже после первичного обследования и стабилизации пациента в медицинской организации. На этом этапе необходимо определить целесообразность перевода, оценить транспортабельность пациента, выбрать принимающий стационар соответствующего уровня, сформировать состав медицинской бригады и организовать своевременную передачу клинической информации. Например, DNe Di Rocco et al. проанализировали 2 194 вылета вертолетной медицинской службы, из которых 979 (44,6%) представляли собой межбольничные переводы. Только 4,1% пациента во время полета потребовались реанимационные или другие жизнеподдерживающие вмешательства, тогда как 62,8% получили экстренное лечение, а у 33,1% медицинское сопровождение ограничивалось клиническим наблюдением. При этом медианная дальность воздушной транспортировки составляла 35,4 км, тогда как расчетное расстояние по автомобильным дорогам достигало 47,7 км [34]. В австрийском ретроспективном исследовании P. M. Lichtenberger et al., включившем 1 784 экстренных межбольничных перевода из 11 больниц в университетский центр Инсбрука за 2013 – 2023 гг., вертолетная транспортировка имела временное преимущество при расстояниях более 50 км: средняя общая продолжительность перевода составила 58,1 мин против 77,1 мин при

наземной транспортировке. При расстояниях до 50 км разницы не было, а наземная транспортировка даже выглядела сопоставимой по времени. При этом вертолетная транспортировка была существенно дороже, в отдельных маршрутах до 17 раз дороже наземной [35].

Особую ценность медицинская авиация приобретает в удаленных регионах, где она позволяет одновременно ускорить доступ пациента к специализированной помощи и сохранить доступность наземной службы скорой медицинской помощи. P. Vuorinen et al. проанализировали транспортировку пациентов, направляемых на механическую тромбэктомия из Южной Остроботнии в специализированный инсультный центр. Из 72 транспортировок 45 были выполнены по гибридной схеме с передачей пациента вертолетной медицинской службе. Такой подход позволил сократить медианное время возвращения наземной бригады в район обслуживания со 145 до 53 мин [36].

В пилотном исследовании «Модифицированный протокол реагирования на месте происшествия с использованием самолетов в Северном Онтарио» (Northern Ontario fixed-wing modified scene response) пациенты, соответствующие критериям полевого травматологического триажа, доставлялись самолетной медицинской авиацией напрямую в ведущий травматологический центр. При сопоставимых расстояниях среднее время от травмы до прибытия в травматологический центр составило 292,8 мин при модифицированном реагировании на вызов и 507,8 мин при традиционном межбольничном переводе [37]. Однако канадские исследования показывают, что задержки межбольничной авиационной транспортировки нередко возникают не на авиационном этапе, а значительно раньше. Среди основных причин авторы выделяют недостаточную готовность направляющей медицинской организации, задержки при оформлении перевода, несвоевременное подтверждение принимающего стационара и выбор транспортного ресурса, не соответствующего клинической ситуации [38, 39].

Особую группу пациентов составляют новорожденные, дети и беременные женщины. Их транспортировка предъявляет существенно более высокие требования к организации медицинской авиации, поскольку представляет собой продолжение интенсивной терапии, а не обычную перевозку между медицинскими организациями. В этих случаях необходимо заранее подготовить специализированное оборудование, лекарственные средства, системы респираторной поддержки, обеспечить участие профильных специалистов и подтвердить готовность принимающего перинатального или детского центра. H. Bills et al. описали первые три года работы Службы экстрен-

ной транспортировки новорожденных Северной территории (Northern Territory Neonatal Emergency Transport Service) в Австралии, которая выполнила транспортировку 30 новорожденных, включая 19 перевозок на расстояние более 2 500 км. Среди этих пациентов 94,7% нуждались в респираторной поддержке, 42,1% были интубированы, 21,1% получали инотропную терапию, а средняя продолжительность транспортировки составила 7,5 ч [40]. Исследование из Японии отмечает изменение структуры перевозок, связанных с перинатальными состояниями с совершенствованием региональной акушерской диагностики и более ранним выявлением угрозы преждевременных родов [41]. Анализ неонатальных миссий Польской службы медицинской авиации за 2011 – 2020 гг. показал, что основную часть перевозок составляли межбольничные переводы, преимущественно выполнявшиеся самолетами, а наиболее частым диагнозом являлись врожденные пороки сердца [42].

По данным Y. Enomoto et al., проанализировавших деятельность врачебной вертолетной службы, 68,1% вызовов у 288 пациентов младше 18 лет были связаны с травмой, а наиболее частой нетравматической причиной являлись судорожные состояния [43]. Организационное значение имела не просто сама транспортировка, но и своевременное выявление пациентов, которым требовалась специализированная авиационная помощь. A. A. Garner et al. показали, что непосредственный мониторинг экстренных вызовов экипажем врачебной вертолетной службы позволял быстрее выявлять детей с тяжелой травмой и сокращал время доставки в специализированный детский травматологический центр [44].

Своевременное взаимодействие с принимающей медицинской организацией крайне важно. Координация должна завершаться еще до начала полета, поскольку доставка пациента в стационар, не располагающий профильной командой, свободными местами в отделении интенсивной терапии, готовой операционной или возможностью немедленного выполнения специализированного вмешательства, существенно снижает потенциальный эффект авиационной эвакуации. По этой причине цифровая заявка должна содержать не только сведения о пациенте и предполагаемом маршруте, но и подтверждение готовности стационара-реципиента к его приему. Такой подход позволяет оценивать не только эффективность самой медицинской авиации, но и качество организации межбольничной маршрутизации в целом.

Цифровая диспетчеризация и телемедицина

Цифровая диспетчеризация медицинской авиации должна быть не электронным журналом вылетов, а системой принятия решений. Она должна связывать клиническую информацию о пациенте, источник заявки, уровень направляющей

организации, жизненные показатели, предварительный диагноз, результаты дистанционной консультации, статус воздушных судов, доступность бригад, погодные ограничения, посадочную инфраструктуру и готовность стационара-реципиента. На сегодня геопространственные инструменты позволяют оценивать реальную зону покрытия службы. N. D. Bastian и L. V. Fulton предложили геопространственную методику поддержки решений для планирования медицинской эвакуации, основанную на визуализации зон, достижимых в заданные временные интервалы, оценке влияния размещения ресурсов на покрытие территории и формировании ранжированного списка доступных эвакуационных ресурсов после получения координат пациента [45]. Исследование M. J. Widener et al. также показывает ценность оценки временных компромиссов между наземной и вертолетной медицинской помощью с использованием географической информации [46]. Однако геопространственное планирование должно учитывать не только расстояние, но и фактическую модель диспетчеризации. В ретроспективном симуляционном исследовании W. Stassen et al. в Северной Южной Африке было проанализировано 118 вертолетных транспортировок, из которых 97% были связаны с травмой. При сравнении с симулированной наземной транспортировкой вертолетная помощь в условиях одновременной диспетчеризации чаще не давала выигрыша во времени и временное преимущество появлялось только при расстоянии наземного маршрута более 119 км [47]. Для Казахстана это особенно применимо, поскольку прямое расстояние не отражает состояния дорог, погоды, готовности воздушного судна и возможности посадки.

Цифровая поддержка может начинаться уже на этапе первичного сообщения о происшествии. H. Matsumoto et al. оценивали активацию вертолетной службы через систему автоматического уведомления о дорожно-транспортном происшествии. В одном из примеров информация поступила в операционный центр через 7 с после столкновения, вертолет был активирован через 3 мин, прибыл на временную площадку через 18 мин, а медицинское вмешательство началось через 21 мин после столкновения. Авторы оценили, что без такой системы начало лечения произошло бы на 11 мин позже [48]. Этот пример показывает, что цифровая диспетчеризация может получать данные не только от врача, но и от автоматизированных источников. Так, в исследовании E. ter Avest et al. видеотрансляция с мобильного телефона звонящего была применена при 21 экстренном вызове, диспетчеры использовали ее для непосредственной оценки пациента в 18 случаях и для уточнения механизма травмы или обстановки на месте в 11 случаях. Видео помогло принять ре-

шение об отправке или отмене вертолетной службы [49]. В исследовании E. P. Greenup et al. было проанализировано 23 734 дорожно-транспортных происшествия за 2019 – 2020 гг. и, как оказалось, телемедицинская поддержка чаще применялась при более тяжелых происшествиях, большем числе пострадавших и в сельских или удаленных районах [50]. А в исследовании B. C. Meyer et al. модуль Viz-Life Flight позволил диспетчеру и вертолетной команде участвовать в обсуждении гиперэкстренных инсультных переводов внутри единой коммуникационной платформы. Временные показатели в небольшой пилотной выборке существенно не изменились, но удовлетворенность процессом коммуникации выросла с 30 до 89%, оценка эффективности – с 26 до 91%, а общий показатель удовлетворенности – с 33 до 92% [51].

Кадровая модель и подготовка авиационных медицинских бригад

Кадровая модель медицинской авиации должна соответствовать клиническому профилю пациента, длительности транспортировки и требуемому уровню вмешательств. В международной практике встречаются врачебные, фельдшерско-парамедицинские и смешанные бригады [52]. Их нельзя оценивать вне контекста, поскольку подготовка специалистов, перечень разрешенных вмешательств, протоколы и связь с принимающим стационаром различаются между странами. В Казахстане мобильная бригада медицинской авиации состоит из врача и фельдшера, а по медицинским показаниям к ней привлекается квалифицированный профильный специалист [21]. Это создает основу для адаптивной модели. Для пациента, нуждающегося в интенсивной терапии, требуется усиленная бригада. Для стабильного межбольничного перевода может быть достаточно базового состава при дистанционной поддержке. Для новорожденных, беременных, пациентов с ожогами, инсультом, травмой или сердечно-сосудистыми состояниями могут потребоваться профильные специалисты.

Отдельной подготовки персонала требует телемедицинская координация. S. Paddock и C. Norman описали программу подготовки Службы скорой помощи Южной Австралии MedSTAR (South Australia Ambulance Service MedSTAR), направленную на работу в службе извлечения и транспортировки пациентов с применением телемедицины. Программа включала в себя практику для врачей и медицинских сестер, командное взаимодействие, коммуникацию, технические и когнитивные навыки, сценарий смешанной реальности и формальный разбор [53].

Подготовка авиационных медицинских бригад должна охватывать не только клинические навыки, но и командное взаимодействие, коммуникацию, принятие решений и работу в ограни-

ченной среде полета. В норвежском исследовании P. P. Bredmose et al. симуляционное обучение на базе вертолетной службы проводилось во время дежурства: за год было выполнено 44 симуляции с участием 15 врачей, 12 членов экипажа и 15 пилотов. Были разработаны 8 сценариев, включавших в себя травмы, медицинские состояния, межбольничную транспортировку взрослых, детей и новорожденных; все сценарии включали цели по нетехническим навыкам, а медианное время всей тренировочной сессии составило 65 мин [54]. В качественном исследовании, проведенном L. L. Borges, участвовали 64 военные медицинские сестры Бразильских военно-воздушных сил, и авторы выделили компетенции, связанные с оказанием помощи, коммуникацией и принятием решений [55]. J. Imoehl et al. предложили модель 28-дневной учебной программы по вертолетной экстренной медицине для врачей-резидентов, включавшую безопасность полета, работу экипажа, медицинскую транспортировку, характерные травмы и другие состояния [56].

Казахстанские авторы также указывают, что традиционные курсы повышения квалификации для персонала скорой помощи и санитарной авиации не всегда позволяют закрепить устойчивые практические навыки [57]. Обзор Л. М. Пивиной и соавт. по подготовке парамедиков, основанный на поиске 387 источников и включении 54 публикаций, подтверждает потребность в развитии догоспитальных компетенций [58].

Показатели качества, регистры и аудит решений

Оценка качества должна включать в себя выполненные, отмененные и отклоненные решения. В нидерландском исследовании E. Berkeveld et al. за шесть лет было проанализировано 18 638 направлений вертолетной службы, отмена произошла в 54,5% случаев. При первичной диспетчеризации отмены составляли 58,3%, а при вторичном запросе от наземной бригады на месте происшествия – 15,1%. В 76,1% отмен причиной было отсутствие показаний к вертолетной службе при стабильных дыхательных, гемодинамических и неврологических параметрах [59]. G. F. Giannakopoulos et al. также подчеркивали значение критериев отмены вертолетной службы [60], а T. Zhang et al. рассматривали причины и исходы отмен автоматического запуска воздушной скорой помощи при травме [61]. Отмена не должна считаться «пустым» случаем: она показывает точность первичного триажа, качество информации и способность системы перераспределять ресурс.

Качество регистра также требует проверки. Так, A. Heino et al. показали, что в финской базе согласованность кодирования диспетчеризации составила 91%, кодирования транспортировки или отмены вызова – 84%, но для ряда жизнен-

ных показателей согласованность была ниже 70% [62]. В сочетании с финским опытом национального регистра медицинской авиации эти данные показывают, что цифровая платформа не гарантирует качественных данных сама по себе. Нужны единые определения переменных, обучение пользователей и регулярная проверка данных. К. Н. Edwards et al. предложили рассматривать исходы работы медицинской авиации через рамку качества А. Донабедяна и Института медицины, включая структуру, процесс и результат [63]. W. A. Smedley et al. показали, что время работы на месте влияет на территориальный охват систем медицинской авиации [64]. E. A. Skjærseth et al. разработали индикаторы качества для координации вертолетной службы в норвежских центрах экстренной медицинской коммуникации [65].

Региональные данные также показывают важность аудита. В исследовании в Оренбургской области (Россия) за 2021 – 2023 гг. обращения за экстренной консультативной помощью увеличились на 46,1%, помощь с использованием наземного транспорта выросла в 2 раза, воздушного транспорта – в 1,2 раза. Авторы указывают на необходимость брать на контроль каждый случай выезда и вылета с точки зрения обоснованности привлечения специалистов [66]. В нидерландском исследовании M. Badaoui et al. врачебная вертолетная служба была направлена 36 242 раза, при этом 50,8% направлений были отменены до прибытия на место. В 17 846 неотмененных случаях команда оценила 18 199 пациентов, а одно или несколько специфических вмешательств врачебной вертолетной службы было выполнено у 43,2% пациентов [67].

Координация медицинской авиации при чрезвычайных ситуациях

При чрезвычайных ситуациях и массовых инцидентах медицинская авиация выполняет не только транспортную, но и координационную функцию. Она может участвовать в первичной и вторичной транспортировке, доставке медицинских бригад и оборудования, воздушной оценке обстановки, поисково-спасательных задачах, распределении пациентов между стационарами и клиническом руководстве на месте происшествия. M. Hatami et al. в систематическом обзоре по готовности вертолетных служб к бедствиям выделили шесть групп факторов готовности: человеческие ресурсы, обучение и тренировки, управление, инструкции и стандарты, оборудование и структура [68]. Эти факторы почти полностью совпадают с задачами координации медицинской авиации в повседневной работе, но при стихийных бедствиях и катастрофах цена сбоя выше.

Рекомендации Европейского комитета по санитарной авиации и вертолетной медицинской помощи (European HEMS and Air Ambulance

Committee) подчеркивают необходимость интеграции планов воздушной медицинской помощи в планы других региональных медицинских и немедицинских служб, заранее определенных ролей, устойчивой связи, информации о возможностях стационаров и регулярной отчетности по массовым инцидентам [69]. S. Hardy et al., анализируя отчетность по значимым негативным событиям, показали, что повторяющимися проблемами были отсутствие общей системы триажа, сбои коммуникации и неясность командной структуры [70]. A. M. Harmsen et al. также описали ограничения догоспитальной коммуникации между медицинской авиацией, наземной скорой помощью и диспетчерскими центрами [71]. В одном японском исследовании сравнивались 1 032 случая работы медицинской авиации в период пандемии коронавирусной инфекции и 3 054 случая до пандемии. Интервал от первого звонка до направления медицинской службы увеличился, тогда как фактическое время ее работы после направления существенно не изменилось [72].

Экономика и рациональность использования медицинской авиации

Медицинская авиация связана с высокой стоимостью и ограниченными ресурсами, поэтому задача координации состоит не в увеличении числа вылетов, а в повышении точности решений. Экономические исследования показывают, что неоправданное использование этой службы приводит к заметным расходам для системы здравоохранения [27, 28].

J. Röper et al. построили стратегическую симуляцию затрат вертолетной медицинской службы на примере сельского региона Германии. В базовом сценарии с 12-часовой работой в день годовые расходы составляли 1 697 546 евро, а средняя стоимость одной первичной миссии при 1 200 первичных и 92 вторичных операциях составляла 763 евро. При оплате 70 евро за минуту работы двигателя точка покрытия затрат достигалась после 728 вылетов [73]. В другом исследовании было доказано, что изменение протоколов может снижать чрезмерное использование авиации. Так, J. M. Hirshon et al. проанализировали опыт Мэриленда за 2000 – 2011 гг. Набор данных включал в себя 44 073 вертолетные транспортировки, травматологический регистр – 182 809 пациентов. После изменения протоколов использование вертолетной службы для травматологических пациентов снизилось на 55,9%, при этом наземные транспортировки увеличились, а показатели смертности улучшались как у пациентов, доставленных вертолетом, так и у пациентов, доставленных наземным транспортом [74].

Сочетание клинической оценки и экономического анализа особенно важно для межбольничных переводов. Если пациенту требуется только клиническое наблюдение, а расстояние и

состояние дорог позволяют безопасную наземную транспортировку, авиация может быть избыточной. В целом, если же пациент нуждается в интенсивной терапии во время перевозки, быстром доступе к профильному центру или сохранении наземной бригады в удаленном районе, воздушный транспорт может быть оправдан даже при высокой стоимости.

Управление качеством и обратная связь

Современная литература по медицинской авиации все чаще связывает качество службы с клиническим управлением. Исследователи отмечают, что европейские медицинские авиаслужбы остаются преимущественно регионально организованными, несмотря на сходство групп пациентов и профессиональных стандартов. В качестве ответа авторы предлагают Европейский альянс по вопросам управления в сфере санитарной авиации (European Governance Alliance in HEMS) как площадку для регулярных разборов, взаимного обучения и формирования общих стандартов управления качеством [75]. Для Казахстана эта логика применима к Национальному координационному центру экстренной медицины. Центр может выполнять не только диспетчерскую, но и аналитико-методическую функцию: разбирать выполненные, отмененные и спорные заявки, сравнивать регионы, выявлять задержки, корректировать критерии активации, обновлять обучение и формировать единые показатели качества. Такая функция особенно важна при переходе к цифровой системе, где количество данных растёт, но их ценность зависит от интерпретации и обратной связи. Поэтому ряд авторов рассматривают клиническое управление и кадровые модели как часть организации догоспитальной и транспортировочной медицины [76].

Обратная связь после рейса медицинской авиации также важна для профессионального развития. M. Snowsill et al. описали программу обратной связи между стационаром и догоспитальными клиницистами, направленную на профессиональное развитие [77]. В условиях медицинской авиации такая обратная связь может включать разбор решения о вылете, корректность маршрута, качество подготовки пациента, вмешательства в полете, своевременность передачи и исход после поступления. Шотландский опыт Службы экстренной медицинской эвакуации (Emergency Medical Retrieval Service) показывает, что служба догоспитальной и транспортировочной медицины может оцениваться через нагрузку, типы миссий и влияние на время доступа к отделению интенсивной помощи [78].

Модель совершенствования координации для Республики Казахстан

С учетом международных данных и национального контекста наиболее приемлемой для Казахстана является трехуровневая модель цен-

трализованной цифровой диспетчеризации медицинской авиации. Первый уровень представлен Национальным координационным центром экстренной медицины. Его задачи включают единые правила, межрегиональное согласование, мониторинг ресурсов, аналитику, аудит качества и методическое сопровождение регионов. Второй уровень составляют региональные центры координации, которые работают с заявками, медицинскими организациями, авиационными операторами и стационарами-реципиентами. Третий уровень представлен медицинскими организациями-источниками заявок, где формируются первичные клинические данные и обоснование потребности в медицинской авиации (рис. 2).

Вертикальные потоки данных в этой модели включают в себя медицинскую информацию, решение о приоритете, статус воздушных судов и бригад, готовность принимающего стационара и результат эвакуации. Горизонтальные связи между региональными центрами необходимы при дефиците ресурсов, неблагоприятной погоде, перегрузке стационара или необходимости межрегионального маршрута. Боковые связи с авиационными операционными центрами позволяют учитывать техническую готовность, экипажи, погодные ограничения и безопасность полета. Связи со стационарами-реципиентами позволяют подтвердить готовность к приему пациента до начала транспортировки.

Критерии активации медицинской авиации должны включать в себя три следующих блока:

1. *клинический блок*, который отражает тяжесть состояния, угрозу жизни, потребность в специализированной помощи и ожидаемый объем вмешательств в пути;
2. *логистический блок*, который учитывает расстояние, время наземной эвакуации, дорожные условия, погодные ограничения и возможность посадки;
3. *организационный блок*, который включает в себя доступность воздушного судна, бригады, профильного специалиста, принимающего стационара и альтернативного маршрута.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный обзор показывает, что медицинская авиация в системе экстренной медицинской помощи должна рассматриваться не как изолированный транспортный ресурс, а как управляемый клинко-логистический массив. Ее результативность зависит от согласованности диспетчеризации, клинического триажа, маршрутизации пациентов, готовности стационаров-реципиентов, состава авиационной медицинской бригады, цифрового обмена данными и межведомственного взаимодействия. Международные данные не подтверждают существование одной универсальной модели, применимой для всех стран. Наиболее

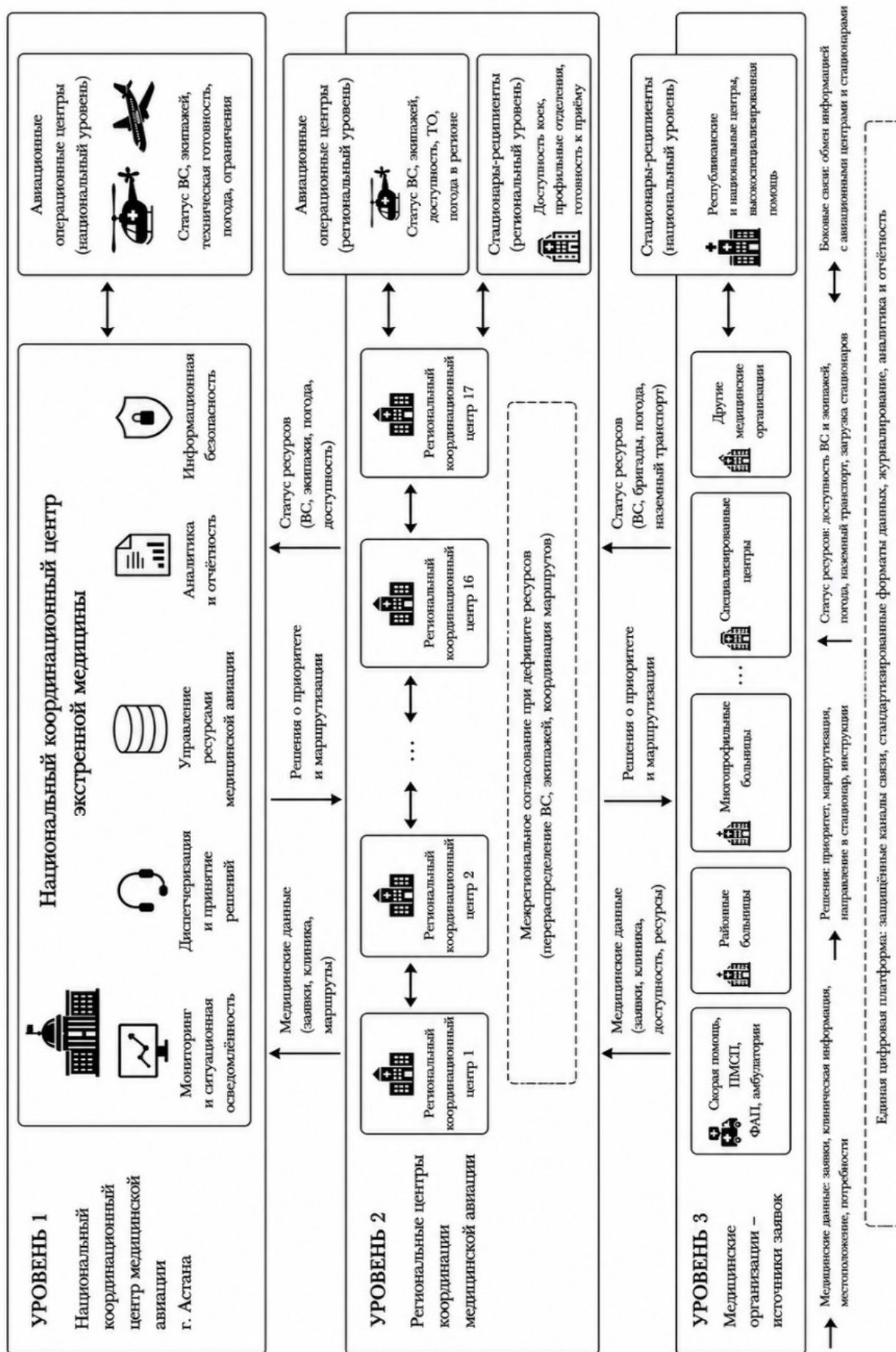


Рисунок 2 – Трехуровневая архитектура централизованной цифровой диспетчеризации санитарной авиации Республики Казахстан

обоснованным является адаптивный подход, при котором страна заимствует не готовую организационную схему, а отдельные управленческие принципы, соответствующие ее географии, больницы сети, кадровым ресурсам и структуре экстренной медицинской помощи.

2. Наличие в Республике Казахстан Национального координационного центра экстренной медицины создает организационную основу для централизованной модели управления, а развитие дистанционных медицинских услуг и круглосуточных диспетчерских процессов позволяет перейти к более связанному цифровому контуру принятия решений. При этом дальнейшее развитие системы требует перехода от учета числа вылетов к оценке качества каждого управленческого решения: от поступления заявки до передачи пациента в стационар-реципиент.

3. Оптимальным решением для Казахстана является трехуровневая модель централизованной цифровой диспетчеризации медицинской авиации. В этой модели национальный уровень отвечает за единые правила, межрегиональное согласование, аналитику и мониторинг ресурсов, региональный уровень обеспечивает оперативную координацию с медицинскими организациями, авиационными операторами и стационарами-реципиентами, медицинские организации-источники заявок передают стандартизированные клинические данные и инициируют запрос на эвакуацию. Такая архитектура сохраняет единое управление, но позволяет учитывать региональные различия. Совершенствование же механизма координации медицинской авиации должно включать стандартизированные критерии активации авиационной бригады, единый цифровой маршрут заявки, интеграцию телемедицины в процесс принятия решения, включение в работу ИИ-систем, учет статуса авиационных и медицинских ресурсов, подтверждение готовности стационара-реципиента до начала транспортировки, межрегиональное согласование при дефиците ресурсов и регулярный аудит выполненных, отмененных и отклоненных вылетов. Эти элементы позволяют связать медицинскую авиацию с общей системой экстренной медицинской помощи, а не рассматривать ее как отдельную службу.

4. Дальнейшие исследования в Казахстане должны опираться на национальные организационные и клинические большие данные, накопленные в этой конкретной сфере. Приоритетными являются анализ диспетчерских журналов, структуры заявок, временных интервалов, причин отказов и отмен, клинических показаний, маршрутов транспортировки, состава бригад, телемедицинских консультаций и исходов пациентов после передачи в принимающую организацию. Такая комплексная оценка позволит понять, какие ко-

ординационные решения действительно могут работать и дают наибольшую практическую ценность для казахстанской системы экстренной медицинской помощи.

Вклад авторов:

М. Х. Ембергенова, Б. Н. Кошера – разработка концепции исследования, руководство проектом, научное руководство, валидация результатов с позиции организации системы здравоохранения, критическое рецензирование рукописи.

О. К. Жамантаев, Ш. Султанбек, И. А. Кадырова – методологическое сопровождение, критическое редактирование рукописи.

О. К. Жамантаев, К. Е. Нукештаева, И. А. Кадырова – анализ данных, выполнение исследования, обработка и систематизация данных, визуализация результатов, подготовка первоначального варианта рукописи, доработка статьи, ведение переписки с редакцией.

О. К. Жамантаев, Ш. Султанбек, К. Е. Нукештаева – проведение исследования, анализ литературных источников, интерпретация полученных результатов, участие в редактировании и доработке рукописи.

Конфликт интересов:

Конфликт интересов не заявлен.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Assembly. *Emergency care systems for universal health coverage: ensuring timely care for the acutely ill and injured*. WHA72.16. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA72/A72_R16-en.pdf.
2. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. *Демографическая статистика*. <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/475780/>
3. Parrino C., Galvagno S.M. Jr. Aeromedical Transport for Critically Ill Patients. *Critical Care Clinics*. 2024; 40 (3): 481-495. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2024.03.004>
4. Muyambi K., Gardiner F., Sollid S., Hyldmo P.K., Yisma E., Spring B., et al. Aeromedical retrieval services characteristics globally: a scoping review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2022; 30: 71. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-01053-x>
5. Taylor C.B., Stevenson M., Jan S., Middleton P.M., Fitzharris M. A systematic review of the costs and benefits of helicopter emergency medical services. *Injury*. 2010; 41(1): 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2009.09.030>
6. Galvagno S.M. Jr., Thomas S., Stephens C., Haut E.R., Hirshon J.M., Floccare D., Pronovost P. Helicopter emergency medical services for

adults with major trauma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013; 3: CD009228. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009228.pub2>

7. Risgaard B., Draeger C., Baekgaard J.S., Steinmetz J., Rasmussen L.S. Impact of Physician-staffed Helicopters on Pre-hospital Patient Outcomes: A systematic review. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2020; 64 (5): 691-704. <https://doi.org/10.1111/aas.13547>

8. Jones A., Donald M.J., Jansen J.O. Evaluation of the provision of helicopter emergency medical services in Europe. *Emergency Medicine Journal*. 2018; 35 (12): 720-725. <https://doi.org/10.1136/emmermed-2018-207553>

9. Бучакова М. А. Административно-правовое регулирование координации как функции государственного управления. *Вестник Омского университета. Серия Право*. 2014; 2 (39): 60-64.

10. Лаврентьева М.В. Анализ подходов к управлению инцидентами при реагировании системы здравоохранения на чрезвычайные ситуации. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023; 3 (129): 68. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.68>

11. Селезнева И.Е., Клочков В.В., Егошин С.Ф. Математическая модель межотраслевой координации стратегий развития на примере здравоохранения и авиастроения. *Управление большими системами*. 2022; 99: 57-80.

12. Бусыгина И.М., Чекаленко А. Проблемы координации в Европейском союзе в период пандемии COVID-19. *Политическая наука*. 2022; 2: 74-94.

13. Røislien J., van den Berg P.L., Lindner T., Zakariassen E., Uleberg O., Aardal K., van Essen J.T. Comparing population and incident data for optimal air ambulance base locations in Norway. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2018; 26 (1): 42. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0511-4>

14. Árnadóttir M.K., Gunnarsson B., Haugland H. Testing Quality Indicators for Physician-Staffed Fixed-Wing Air Medical Services in Iceland. *Air Medical Journal*. 2025; 44 (2): 150-154. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2024.12.002>

15. Fatovich D.M., Phillips M., Jacobs I.G., Langford S.A. Major trauma patients transferred from rural and remote Western Australia by the Royal Flying Doctor Service. *The Journal of Trauma*. 2011; 71 (6): 1816-1820. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318238bd4c>

16. Saviluoto A., Björkman J., Olkinuora A., Virkkunen I., Kirves H., Setälä P., et al. The first seven years of nationally organized helicopter emergency medical services in Finland: the data from quality registry. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2020; 28: 46. <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00739-4>

17. Alstrup K., Møller T.P., Knudsen L., Hansen T.M., Petersen J.A.K., Rognås L., Barfod C. Characteristics of patients treated by the Danish Helicopter Emergency Medical Service from 2014-2018: a nationwide population-based study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2019; 27: 102. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0672-9>

18. Указ Президента Республики Казахстан «Об утверждении Государственной программы развития здравоохранения Республики Казахстан «Саламатты Қазақстан» на 2011 – 2015 годы: от 29 ноября 2010 года №1113. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1000001113>

19. Указ Президента Республики Казахстан «Об утверждении Государственной программы развития здравоохранения Республики Казахстан «Денсаулық» на 2016 – 2019 годы: от 15 января 2016 года №176». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1600000176>

20. Постановление Правительства Республики Казахстан «Об утверждении Государственной программы развития здравоохранения Республики Казахстан на 2020-2025 годы: от 26 декабря 2019 года №982». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000982>

21. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 30 ноября 2020 года № ҚР ДСМ-225/2020 «Об утверждении правил оказания скорой медицинской помощи, в том числе с привлечением медицинской авиации». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000021713>

22. Кодекс Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения: от 7 июля 2020 года № 360-VI ЗРК». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2000000360>

23. Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 ноября 2022 года №945 «Об утверждении Концепции развития здравоохранения Республики Казахстан на 2022 – 2029 годы». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000945>

24. Eaton G., Brown S., Raitt J. HEMS dispatch: A systematic review. *Trauma*. 2018; 20 (1): 3-10. <https://doi.org/10.1177/1460408617721565>

25. Алдонгаров А.С., Дубицкий А.А. Основные принципы оказания скорой медицинской помощи в форме санитарной авиации. *Clinical Medicine of Kazakhstan*. 2012; 4 (26): 79-82.

26. Edmunds C.T., Lachowycz K., McLachlan S., Downes A., Smith A., Major R., Barnard E.B.G. Nine golden codes: improving the accuracy of Helicopter Emergency Medical Services dispatch, a retrospective, multi-organisational study in the East of England. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2023; 31: 27. <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01094-w>

27. Taylor C.B., Curtis K., Jan S., Newcombe M. Helicopter emergency medical services over-triage

and the financial implications for major trauma centres in New South Wales, Australia. *BMC Emergency Medicine*. 2013; 13: 11. <https://doi.org/10.1186/1471-227X-13-11>

28. Miles M.V.P., Beasley J.R., Reed H.E., Miles D.T., Haiflich A., Beckett A.R., et al. Overutilization of Helicopter Emergency Medical Services in Central Gulf Coast Region Results in Unnecessary Expenditure. *Journal of Surgical Research*. 2022; 273: 211-217. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.12.038>

29. Roman J., Shank W., Demirjian J., Tang A., Vercruysse G.A. Overutilization of Helicopter Transport in the Minimally Burned: A Healthcare System Problem That Should Be Corrected. *Journal of Burn Care and Research*. 2020; 41 (1): 15-22. <https://doi.org/10.1093/jbcr/irz143>

30. Brown J.B., Smith K.J., Gestring M.L., Rosengart M.R., Billiar T.R., Peitzman A.B., et al. Comparing the Air Medical Prehospital Triage Score With Current Practice for Triage of Injured Patients to Helicopter Emergency Medical Services: A Cost-effectiveness Analysis. *JAMA Surgery*. 2018; 153 (3): 261-268. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2017.4485>

31. Udekwu P., Schiro S., Toschlog E., Farrell M., McIntyre S., Winslow J. Trauma system resource preservation: A simple scene triage tool can reduce helicopter emergency medical services overutilization in a state trauma system. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2019; 87 (2): 315-321. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002309>

32. Adcock A.K., Minardi J., Findley S., Daniels D., Large M., Power M. Value Utilization of Emergency Medical Services Air Transport in Acute Ischemic Stroke. *Journal of Emergency Medicine*. 2020; 59 (5): 687-692. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.08.005>

33. Garner A.A., Scognamiglio A., Kamarova S. Effect of case identification changes on pre-hospital intubation performance indicators in an Australian helicopter emergency medical service. *Emergency Medicine Australasia*. 2025; 37 (1): e14508. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.14508>

34. Di Rocco D., Pasquier M., Albrecht E., Carron P.N., Dami F. HEMS inter-facility transfer: a case-mix analysis. *BMC Emergency Medicine*. 2018; 18: 13. <https://doi.org/10.1186/s12873-018-0163-8>

35. Lichtenberger P.M., Peer M.F., Lindtner R.A., Schneider F., Wallner B., Wagner M. Helicopter vs. ground-based transfer for emergency interhospital transportation: A time and cost-efficiency analysis across varying transfer distances. *Injury*. 2025; 56 (7): 112359. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2025.112359>

36. Vuorinen P., Setälä P., Hoppu S. Optimizing remote and rural prehospital resources using air transport of thrombectomy candidates. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation*

and Emergency Medicine. 2024; 32: 30. <https://doi.org/10.1186/s13049-024-01203-3>

37. Willis N., Gagnon K., Wong K., McGowan M., Nolan B. Use of Fixed Wing Modified Scene Air Ambulance Responses for Injured Patients in Northern Ontario: A Pilot Study. *Air Medical Journal*. 2024; 43 (2): 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2023.12.008>

38. Quirion A., Ahghari M., Nolan B. Factors associated with non-optimal resource utilization of air ambulance for interfacility transfer of injured patients. *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2020; 22 (2): 45-54. <https://doi.org/10.1017/cem.2019.475>

39. Wong A., McParland A., Nolan B. Identifying causes of delay in interfacility transfer of patients by air ambulance. *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2020; 22 (2): 30-37. <https://doi.org/10.1017/cem.2019.444>

40. Bills H., Woodward L., Martin S. Long-distance transfer of unwell neonates: A case series. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2023; 59 (9): 1039-1046. <https://doi.org/10.1111/jpc.16451>

41. Kumagai T., Riko M., Satoh M., Kakimoto N., Sugimoto T., Ueda M., Okutani T., Higuchi R., Yagi S., Minami S., Higa A., Miyawaki M., Suzuki H. Wakayama Medical University Hospital perinatal helicopter ambulance service: 14 year review. *Pediatrics International*. 2018; 60 (1): 63-66. <https://doi.org/10.1111/ped.13439>

42. Rzońca E., Bączek G., Podgórski M., Gałazkowski R. Polish Medical Air Rescue Crew Interventions Concerning Neonatal Patients. *Children*. 2021; 8 (7): 557. <https://doi.org/10.3390/children8070557>

43. Enomoto Y., Tsuchiya A., Tsutsumi Y., Kikuchi H., Ishigami K., Osone J., Togo M., Yasuda S., Inoue Y. Characteristics of Children Cared for by a Physician-Staffed Helicopter Emergency Medical Service. *Pediatric Emergency Care*. 2021; 37 (7): 365-370. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001608>

44. Garner A.A., Lee A., Weatherall A. Physician staffed helicopter emergency medical service dispatch via centralised control or directly by crew: case identification rates and effect on the Sydney paediatric trauma system. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2012; 20: 82. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-20-82>

45. Bastian N.D., Fulton L.V. Aeromedical evacuation planning using geospatial decision-support. *Military Medicine*. 2014; 179 (2): 174-182. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00432>

46. Widener M.J., Ginsberg Z., Schleith D., Floccare D.J., Hirshon J.M., Galvagno S. Ground and Helicopter Emergency Medical Services Time Tradeoffs Assessed with Geographic Information. *Aerospace Medicine and Human Performance*.

2015; 86 (7): 620-627. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4173.2015>

47. Stassen W., Tsegai A., Kurland L. A Retrospective Geospatial Simulation Study of Helicopter Emergency Medical Services' Potential Time Benefit Over Ground Ambulance Transport in Northern South Africa. *Air Medical Journal*. 2023; 42 (6): 440-444. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2023.07.005>

48. Matsumoto H., Mashiko K., Hara Y., Yagi T., Hayashida K., Saito N., et al. Dispatch of Helicopter Emergency Medical Services Via Advanced Automatic Collision Notification. *Journal of Emergency Medicine*. 2016; 50 (3): 437-443. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.11.001>

49. ter Avest E., Lambert E., de Coverly R., Tucker H., Griggs J., Wilson M.H., et al. Live video footage from scene to aid helicopter emergency medical service dispatch: a feasibility study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2019; 27: 55. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0632-4>

50. Greenup E.P., Page M., Best D., Best T., Gibbs C. Patterns in the Use of Emergency Telemedicine Support in the Management of Traumatic Road Crashes. *Telemedicine and e-Health*. 2024; 30 (2): 579-584. <https://doi.org/10.1089/tmj.2023.0125>

51. Meyer B.C., Shifflett B., Meyer D.M., Agrawal K., Shahripour R.B., Modir R., et al. VISION-L: Viz.ai implementation of stroke augmented intelligence and communications platform to improve indicators and outcomes for a comprehensive stroke center and network: Life Flight. A pilot experience. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2026; 35 (3): 108581. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2026.108581>

52. Wilmer I., Chalk G., Davies G.E., Weaver A.E., Lockey D.J. Air ambulance tasking: Mechanism of injury, telephone interrogation or ambulance crew assessment? *Emergency Medicine Journal*. 2015; 32 (10): 813-816. <https://doi.org/10.1136/emj.2013-203204>

53. Paddock S., Norman C. Telehealth training: Interprofessional mixed reality simulation in a retrieval service setting. *Emergency Medicine Australasia*. 2022; 34 (1): 134-136. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13891>

54. Bredmose P.P., Hagemo J., Røislien J., Østergaard D., Sollid S. In situ simulation training in helicopter emergency medical services: feasible for on-call crews? *Advances in Simulation*. 2020; 5: 7. <https://doi.org/10.1186/s41077-020-00126-0>

55. Borges L.L., Aguiar B.G.C., Haberland D.F., Guimarães C.C.V., Lima R.A., Souza B.B.S. Nursing competencies in aeromedical transport in the Brazilian Air Force: a descriptive study. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*. 2024; 58: e20240129. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2024-0129en>

56. Imoehl J., Steuerwald M.T., Cathers A.D. A Model Curriculum for a Helicopter Emergency Medicine Services Rotation for Resident Physicians. *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine*. 2020; 5 (3): 82-132. <https://doi.org/10.21980/J8GP97>

57. Агыбаев Г.Р., Дубицкий А.А. Совершенствование образовательных программ по повышению квалификации медицинского персонала санитарной авиации и скорой медицинской помощи Республики Казахстан. *Астана медициналық журналы*. 2019; 1 (99): 221-226.

58. Пивина Л.М., Батенова Г.Б., Байбусинова Ж.Т., Манарбеков Е.М., Дюсупов А.А., Уразалина Ж.М., Уйсенбаева Ш.О. Анализ текущей ситуации системы оказания скорой неотложной помощи и подготовки парамедиков в мире и в Республике Казахстан. *Наука и здравоохранение*. 2020; 22 (2): 5-15.

59. Berkeveld E., Sierkstra T.C.N., Schober P., Schwarte L.A., Terra M., de Leeuw M.A., Bloemers F.W., Giannakopoulos G.F. Characteristics of helicopter emergency medical services dispatch cancellations during a six-year period in a Dutch HEMS region. *BMC Emergency Medicine*. 2021; 21: 50. <https://doi.org/10.1186/s12873-021-00439-x>

60. Giannakopoulos G.F., Bloemers F.W., Lubbers W.D., Christiaans H.M., van Exter P., de Lange-de Klerk E.S., Zuidema W.P., Goslings J.C., Bakker F.C. Criteria for cancelling helicopter emergency medical services dispatches. *Emergency Medicine Journal*. 2012; 29 (7): 582-586. <https://doi.org/10.1136/emj.2011.112896>

61. Zhang T., Baumber B., Smith J.A., Longeway M., Lewell M., Sawadsky B., Nolan B. Canceled Air Ambulance Trauma Scene Calls: A Prospective Observational Study of Causes and Outcomes of Trauma Auto-launch Cancellations. *Air Medical Journal*. 2022; 41 (5): 435-441. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2022.07.004>

62. Heino A., Irola T., Raatiniemi L., Nurmi J., Olkinuora A., Laukkanen-Nevala P., Virkkunen I., Tommila M. The reliability and accuracy of operational system data in a nationwide helicopter emergency medical services mission database. *BMC Emergency Medicine*. 2019; 19: 53. <https://doi.org/10.1186/s12873-019-0265-y>

63. Edwards K.H., FitzGerald G., Franklin R.C., Edwards M.T. Measuring More than Mortality: A scoping review of air ambulance outcome measures in a combined Institutes of Medicine and Donabedian quality framework. *Australasian Emergency Care*. 2021; 24(2): 147-159. <https://doi.org/10.1016/j.auec.2020.10.002>

64. Smedley W.A., Killian J., Stone K.L., Stephens S.W., Griffin R.L., Cox D.B., Kerby J.D., Jansen J.O. How Does Mission Ground Time Impact on Population Coverage of Aeromedical Retrieval

Systems? *Journal of Surgical Research*. 2021; 258: 362-369. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.08.080>

65. Skjærseth E.Å., Haugland H., Krüger A.J., Pleym L.E., Uleberg O. Developing Quality Indicators for Helicopter Emergency Medical Services Coordination in Norwegian Emergency Medical Communication Centrals: A Consensus Process. *Air Medical Journal*. 2021; 40 (1): 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2020.11.010>

66. Вяльцин С.В., Мирзаева М.В., Вяльцин А.С., Пермьяков А.Р., Калиева Е.Б. Роль санитарной авиации в оказании экстренной консультативной скорой медицинской помощи населению на примере Оренбургской области. *Скорая медицинская помощь*. 2025; 26 (4): 34-40.

67. Badaoui M., Vianen N.J., Van Ditschuijzen J.C., Maissan I.M., Houmes R.J., Verhofstad M.H.J., Van Lieshout E.M.M., Van Vledder M.G. Patient profiles and P-HEMS specific interventions performed by a HEMS team in the Netherlands: A retrospective cohort study of 18,199 patients. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2025; 51 (1): 299. <https://doi.org/10.1007/s00068-025-02976-7>

68. Hatami M., Marzaleh M.A., Bijani M., Peyravi M. Factors affecting the preparedness of Helicopter Emergency Medical Services in disasters: a systematic review. *BMC Emergency Medicine*. 2023; 23: 135. <https://doi.org/10.1186/s12873-023-00908-5>

69. Thompson J., Rehn M., Sollid S.J.M. et al. European HEMS and Air Ambulance Committee. EHAC medical working group best practice advice on the role of air rescue and pre hospital critical care at major incidents. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2018; 26: 65. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0522-1>

70. Hardy S., Fattah S., Wisborg T., Raatiniemi L., Staff T., Rehn M. Systematic reporting to improve the emergency medical response to major incidents: a pilot study. *BMC Emergency Medicine*. 2018; 18: 4. <https://doi.org/10.1186/s12873-018-0153-x>

71. Harmsen A.M., Giannakopoulos G., Franschman G., Christiaans H., Bloemers F. Limitations in Prehospital Communication Between Trauma Helicopter, Ambulance Services, and Dispatch Centers. *Journal of Emergency Medicine*. 2017; 52 (4): 504-512. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2016.11.010>

72. Ohsaka H., Nagasawa H., Ota S., Muramatsu K.I., Jitsuiki K., Ishikawa K., Yanagawa Y. Analysis of the Activities of a Physician-Staffed Helicopter in the Coronavirus Disease 2019 Pandemic Phase. *Air Medical Journal*. 2022; 41(4): 376-379. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2022.04.007>

73. Röper J., Krohn M., Fleßa S., Thies K.C. Costing of helicopter emergency services: a strategic simulation based on the example of a German rural region. *Health Economics Review*. 2020; 10: 34. <https://doi.org/10.1186/s13561-020-00287-8>

74. Hirshon J.M., Galvagno S.M. Jr., Comer A., Millin M.G., Floccare D.J., Alcorta R.L., Lawner B.J., Margolis A.M., Nable J.V., Bass R.R. Maryland's Helicopter Emergency Medical Services Experience From 2001 to 2011: System Improvements and Patients' Outcomes. *Annals of Emergency Medicine*. 2016; 67 (3): 332-340.e3. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.07.503>

75. Strobel J., Rognås L., Steen E., Reis Miranda D., Schwietring J., Reifferscheid F., Böbel S., Rehn M. Same standards, different outcomes? Why clinical governance is essential to safe and consistent high-quality patient care: A call for a European Governance Alliance in HEMS. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2025; 33: 99. <https://doi.org/10.1186/s13049-025-01421-3>

76. Kennedy M., Elcock M., Ellis D., Tall G. Pre-hospital and retrieval medicine: clinical governance and workforce models. *Emergency Medicine Australasia*. 2017; 29 (4): 467-469. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12776>

77. Snowsill M., Cracolici G., Wieder T., Allen G. Facilitated hospital-to-pre-hospital feedback for professional development (PHEM Feedback): a service evaluation using a self-reported questionnaire to understand the experiences of participating pre-hospital clinicians in the first year of operation. *British Paramedic Journal*. 2023; 8 (1): 42-52. <https://doi.org/10.29045/14784726.2023.6.8.1.42>

78. McHenry R.D., Moultrie C.E., Cadamy A.J., Corfield A.R., Mackay D.F., Pell J.P. Pre-hospital and retrieval medicine in Scotland: a retrospective cohort study of the workload and outcomes of the emergency medical retrieval service in the first decade of national coverage. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2023; 31: 39. <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01109-6>

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ

1. World Health Assembly. *Emergency care systems for universal health coverage: ensuring timely care for the acutely ill and injured*. WHA72.16. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA72/A72_R16-en.pdf.

2. *Bjuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniju i reformam Respubliki Kazahstan. Demograficheskaja statistika*. <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/475780/>

3. Parrino C., Galvagno S.M. Jr. Aeromedical Transport for Critically Ill Patients. *Critical Care Clinics*. 2024; 40 (3): 481-495. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2024.03.004>

4. Muyambi K., Gardiner F., Sollid S., Hyldmo P.K., Yisma E., Spring B., et al. Aeromedical retrieval services characteristics globally: a scoping review.

- Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2022; 30: 71. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-01053-x>
5. Taylor C.B., Stevenson M., Jan S., Middleton P.M., Fitzharris M. A systematic review of the costs and benefits of helicopter emergency medical services. *Injury*. 2010; 41(1): 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2009.09.030>
6. Galvagno S.M. Jr., Thomas S., Stephens C., Haut E.R., Hirshon J.M., Floccare D., Pronovost P. Helicopter emergency medical services for adults with major trauma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013; 3: CD009228. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009228.pub2>
7. Risgaard B., Draegert C., Baekgaard J.S., Steinmetz J., Rasmussen L.S. Impact of Physician-staffed Helicopters on Pre-hospital Patient Outcomes: A systematic review. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2020; 64 (5): 691-704. <https://doi.org/10.1111/aas.13547>
8. Jones A., Donald M.J., Jansen J.O. Evaluation of the provision of helicopter emergency medical services in Europe. *Emergency Medicine Journal*. 2018; 35 (12): 720-725. <https://doi.org/10.1136/emmermed-2018-207553>
9. Buchakova M. A. Administrativno-pravovoe regulirovanie koordinacii kak funkcii gosudarstvennogo upravlenija. *Vestnik Omskogo universiteta. Serija Pravo*. 2014; 2 (39): 60-64.
10. Lavrent'eva M.V. Analiz podhodov k upravleniju incidentami pri reagirovanii sistemy zdavoohranenija na chrezvychajnye situacii. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2023; 3 (129): 68. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.129.68>
11. Selezneva I.E., Klochkov V.V., Egoshin S.F. Matematicheskaja model' mezhotraslevoj koordinacii strategij razvitija na primere zdavoohranenija i aviastroenija. *Upravlenie bol'shimi sistemami*. 2022; 99: 57-80.
12. Busygina I.M., Chekalenko A. Problemy koordinacii v Evropejskom sojuze v period pandemii COVID-19. *Politicheskaja nauka*. 2022; 2: 74-94.
13. Røislien J., van den Berg P.L., Lindner T., Zakariassen E., Uleberg O., Aardal K., van Essen J.T. Comparing population and incident data for optimal air ambulance base locations in Norway. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2018; 26 (1): 42. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0511-4>
14. Árnadóttir M.K., Gunnarsson B., Haugland H. Testing Quality Indicators for Physician-Staffed Fixed-Wing Air Medical Services in Iceland. *Air Medical Journal*. 2025; 44 (2): 150-154. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2024.12.002>
15. Fatovich D.M., Phillips M., Jacobs I.G., Langford S.A. Major trauma patients transferred from rural and remote Western Australia by the Royal Flying Doctor Service. *The Journal of Trauma*. 2011; 71 (6): 1816-1820. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318238bd4c>
16. Saviluoto A., Björkman J., Olkinuora A., Virkkunen I., Kirves H., Setälä P., et al. The first seven years of nationally organized helicopter emergency medical services in Finland: the data from quality registry. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2020; 28: 46. <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00739-4>
17. Alstrup K., Møller T.P., Knudsen L., Hansen T.M., Petersen J.A.K., Rognås L., Barfod C. Characteristics of patients treated by the Danish Helicopter Emergency Medical Service from 2014-2018: a nationwide population-based study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2019; 27: 102. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0672-9>
18. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan «Ob utverzhdenii Gosudarstvennoj programmy razvitija zdavoohranenija Respubliki Kazahstan «Salamatty Qazaqstan» na 2011 – 2015 gody: ot 29 nojabrja 2010 goda №1113. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1000001113>
19. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan «Ob utverzhdenii Gosudarstvennoj programmy razvitija zdavoohranenija Respubliki Kazahstan «Densaulyk» na 2016 – 2019 gody: ot 15 janvarja 2016 goda №176». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1600000176>
20. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan «Ob utverzhdenii Gosudarstvennoj programmy razvitija zdavoohranenija Respubliki Kazahstan na 2020-2025 gody: ot 26 dekabrja 2019 goda №982». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000982>
21. Prikaz Ministra zdavoohranenija Respubliki Kazahstan ot 30 nojabrja 2020 goda № QR DSM-225/2020 «Ob utverzhdenii pravil okazaniya skoroy medicinskoj pomoshhi, v tom chisle s privilecheniem medicinskoj aviicii». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000021713>
22. Kodeks Respubliki Kazahstan «O zdorov'e naroda i sisteme zdavoohranenija: ot 7 ijulja 2020 goda № 360-VI ZRK». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2000000360>
23. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 24 nojabrja 2022 goda №945 «Ob utverzhdenii Konceptcii razvitija zdavoohranenija Respubliki Kazahstan na 2022 – 2029 gody». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000945>
24. Eaton G., Brown S., Raitt J. HEMS dispatch: A systematic review. *Trauma*. 2018; 20 (1): 3-10. <https://doi.org/10.1177/1460408617721565>
25. Aldongarov A.S., Dubickij A.A. Osnovnye principy okazaniya skoroy medicinskoj pomoshhi v forme sanitarnoj aviicii. *Clinical Medicine of Kazakhstan*. 2012; 4 (26): 79-82.

26. Edmunds C.T., Lachowycz K., McLachlan S., Downes A., Smith A., Major R., Barnard E.B.G. Nine golden codes: improving the accuracy of Helicopter Emergency Medical Services dispatch, a retrospective, multi-organisational study in the East of England. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2023; 31: 27. <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01094-w>
27. Taylor C.B., Curtis K., Jan S., Newcombe M. Helicopter emergency medical services over-triage and the financial implications for major trauma centres in New South Wales, Australia. *BMC Emergency Medicine*. 2013; 13: 11. <https://doi.org/10.1186/1471-227X-13-11>
28. Miles M.V.P., Beasley J.R., Reed H.E., Miles D.T., Haiflich A., Beckett A.R., et al. Overutilization of Helicopter Emergency Medical Services in Central Gulf Coast Region Results in Unnecessary Expenditure. *Journal of Surgical Research*. 2022; 273: 211-217. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.12.038>
29. Roman J., Shank W., Demirjian J., Tang A., Vercruysse G.A. Overutilization of Helicopter Transport in the Minimally Burned: A Healthcare System Problem That Should Be Corrected. *Journal of Burn Care and Research*. 2020; 41 (1): 15-22. <https://doi.org/10.1093/jbcr/irz143>
30. Brown J.B., Smith K.J., Gestring M.L., Rosengart M.R., Billiar T.R., Peitzman A.B., et al. Comparing the Air Medical Prehospital Triage Score With Current Practice for Triage of Injured Patients to Helicopter Emergency Medical Services: A Cost-effectiveness Analysis. *JAMA Surgery*. 2018; 153 (3): 261-268. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2017.4485>
31. Udekwu P., Schiro S., Toschlog E., Farrell M., McIntyre S., Winslow J. Trauma system resource preservation: A simple scene triage tool can reduce helicopter emergency medical services overutilization in a state trauma system. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2019; 87 (2): 315-321. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002309>
32. Adcock A.K., Minardi J., Findley S., Daniels D., Large M., Power M. Value Utilization of Emergency Medical Services Air Transport in Acute Ischemic Stroke. *Journal of Emergency Medicine*. 2020; 59 (5): 687-692. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.08.005>
33. Garner A.A., Scognamiglio A., Kamarova S. Effect of case identification changes on pre-hospital intubation performance indicators in an Australian helicopter emergency medical service. *Emergency Medicine Australasia*. 2025; 37 (1): e14508. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.14508>
34. Di Rocco D., Pasquier M., Albrecht E., Carron P.N., Dami F. HEMS inter-facility transfer: a case-mix analysis. *BMC Emergency Medicine*. 2018; 18: 13. <https://doi.org/10.1186/s12873-018-0163-8>
35. Lichtenberger P.M., Peer M.F., Lindtner R.A., Schneider F., Wallner B., Wagner M. Helicopter vs. ground-based transfer for emergency interhospital transportation: A time and cost-efficiency analysis across varying transfer distances. *Injury*. 2025; 56 (7): 112359. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2025.112359>
36. Vuorinen P., Setälä P., Hoppu S. Optimizing remote and rural prehospital resources using air transport of thrombectomy candidates. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2024; 32: 30. <https://doi.org/10.1186/s13049-024-01203-3>
37. Willis N., Gagnon K., Wong K., McGowan M., Nolan B. Use of Fixed Wing Modified Scene Air Ambulance Responses for Injured Patients in Northern Ontario: A Pilot Study. *Air Medical Journal*. 2024; 43 (2): 177-182. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2023.12.008>
38. Quirion A., Ahghari M., Nolan B. Factors associated with non-optimal resource utilization of air ambulance for interfacility transfer of injured patients. *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2020; 22 (2): 45-54. <https://doi.org/10.1017/cem.2019.475>
39. Wong A., McParland A., Nolan B. Identifying causes of delay in interfacility transfer of patients by air ambulance. *Canadian Journal of Emergency Medicine*. 2020; 22 (2): 30-37. <https://doi.org/10.1017/cem.2019.444>
40. Bills H., Woodward L., Martin S. Long-distance transfer of unwell neonates: A case series. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2023; 59 (9): 1039-1046. <https://doi.org/10.1111/jpc.16451>
41. Kumagai T., Riko M., Satoh M., Kakimoto N., Sugimoto T., Ueda M., Okutani T., Higuchi R., Yagi S., Minami S., Higa A., Miyawaki M., Suzuki H. Wakayama Medical University Hospital perinatal helicopter ambulance service: 14 year review. *Pediatrics International*. 2018; 60 (1): 63-66. <https://doi.org/10.1111/ped.13439>
42. Rzońca E., Bączek G., Podgórski M., Gałazkowski R. Polish Medical Air Rescue Crew Interventions Concerning Neonatal Patients. *Children*. 2021; 8 (7): 557. <https://doi.org/10.3390/children8070557>
43. Enomoto Y., Tsuchiya A., Tsutsumi Y., Kikuchi H., Ishigami K., Osone J., Togo M., Yasuda S., Inoue Y. Characteristics of Children Cared for by a Physician-Staffed Helicopter Emergency Medical Service. *Pediatric Emergency Care*. 2021; 37 (7): 365-370. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001608>
44. Garner A.A., Lee A., Weatherall A. Physician staffed helicopter emergency medical service dispatch via centralised control or directly by crew: case identification rates and effect on the Sydney paediatric trauma system. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2012; 20: 82. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-20-82>

45. Bastian N.D., Fulton L.V. Aeromedical evacuation planning using geospatial decision-support. *Military Medicine*. 2014; 179 (2): 174-182. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00432>
46. Widener M.J., Ginsberg Z., Schleith D., Floccare D.J., Hirshon J.M., Galvagno S. Ground and Helicopter Emergency Medical Services Time Tradeoffs Assessed with Geographic Information. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2015; 86 (7): 620-627. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4173.2015>
47. Stassen W., Tsegai A., Kurland L. A Retrospective Geospatial Simulation Study of Helicopter Emergency Medical Services' Potential Time Benefit Over Ground Ambulance Transport in Northern South Africa. *Air Medical Journal*. 2023; 42 (6): 440-444. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2023.07.005>
48. Matsumoto H., Mashiko K., Hara Y., Yagi T., Hayashida K., Saito N., et al. Dispatch of Helicopter Emergency Medical Services Via Advanced Automatic Collision Notification. *Journal of Emergency Medicine*. 2016; 50 (3): 437-443. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.11.001>
49. ter Avest E., Lambert E., de Coverly R., Tucker H., Griggs J., Wilson M.H., et al. Live video footage from scene to aid helicopter emergency medical service dispatch: a feasibility study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2019; 27: 55. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0632-4>
50. Greenup E.P., Page M., Best D., Best T., Gibbs C. Patterns in the Use of Emergency Telemedicine Support in the Management of Traumatic Road Crashes. *Telemedicine and e-Health*. 2024; 30 (2): 579-584. <https://doi.org/10.1089/tmj.2023.0125>
51. Meyer B.C., Shifflett B., Meyer D.M., Agrawal K., Shahripour R.B., Modir R., et al. VISION-L: Viz.ai implementation of stroke augmented intelligence and communications platform to improve indicators and outcomes for a comprehensive stroke center and network: Life Flight. A pilot experience. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2026; 35 (3): 108581. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2026.108581>
52. Wilmer I., Chalk G., Davies G.E., Weaver A.E., Lockey D.J. Air ambulance tasking: Mechanism of injury, telephone interrogation or ambulance crew assessment? *Emergency Medicine Journal*. 2015; 32 (10): 813-816. <https://doi.org/10.1136/emj.2013-203204>
53. Paddock S., Norman C. Telehealth training: Interprofessional mixed reality simulation in a retrieval service setting. *Emergency Medicine Australasia*. 2022; 34 (1): 134-136. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13891>
54. Bredmose P.P., Hagemo J., Røislien J., Østergaard D., Sollid S. In situ simulation training in helicopter emergency medical services: feasible for on-call crews? *Advances in Simulation*. 2020; 5: 7. <https://doi.org/10.1186/s41077-020-00126-0>
55. Borges L.L., Aguiar B.G.C., Haberland D.F., Guimarães C.C.V., Lima R.A., Souza B.B.S. Nursing competencies in aeromedical transport in the Brazilian Air Force: a descriptive study. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*. 2024; 58: e20240129. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2024-0129en>
56. Imoehl J., Steuerwald M.T., Cathers A.D. A Model Curriculum for a Helicopter Emergency Medicine Services Rotation for Resident Physicians. *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine*. 2020; 5 (3): 82-132. <https://doi.org/10.21980/J8GP97>
57. Agybaev G.R., Dubickij A.A. Sovershenstvovanie obrazovatel'nyh programm po povysheniju kvalifikacii medicinskogo personala sanitarnoj aviatsii i skoroj medicinskoj pomoshhi Respubliki Kazahstan. *Astana medicinalykh zhurnaly*. 2019; 1 (99): 221-226.
58. Pivina L.M., Batenova G.B., Bajbusinova Zh.T., Manarbekov E.M., Djusupov A.A., Urazalina Zh.M., Ujsenbaeva Sh.O. Analiz tekushhej situatsii sistemy okazaniya skoroj neotlozhnoj pomoshhi i podgotovki paramedikov v mire i v Respublike Kazahstan. *Nauka i Zdravooohranenie*. 2020; 22 (2): 5-15.
59. Berkeveld E., Sierkstra T.C.N., Schober P., Schwarte L.A., Terra M., de Leeuw M.A., Bloemers F.W., Giannakopoulos G.F. Characteristics of helicopter emergency medical services dispatch cancellations during a six-year period in a Dutch HEMS region. *BMC Emergency Medicine*. 2021; 21: 50. <https://doi.org/10.1186/s12873-021-00439-x>
60. Giannakopoulos G.F., Bloemers F.W., Lubbers W.D., Christiaans H.M., van Exter P., de Lange-de Klerk E.S., Zuidema W.P., Goslings J.C., Bakker F.C. Criteria for cancelling helicopter emergency medical services dispatches. *Emergency Medicine Journal*. 2012; 29 (7): 582-586. <https://doi.org/10.1136/emj.2011.112896>
61. Zhang T., Baumber B., Smith J.A., Longeway M., Lewell M., Sawadsky B., Nolan B. Canceled Air Ambulance Trauma Scene Calls: A Prospective Observational Study of Causes and Outcomes of Trauma Auto-launch Cancellations. *Air Medical Journal*. 2022; 41 (5): 435-441. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2022.07.004>
62. Heino A., Irola T., Raatinieni L., Nurmi J., Olkinuora A., Laukkanen-Nevala P., Virkkunen I., Tommila M. The reliability and accuracy of operational system data in a nationwide helicopter emergency medical services mission database. *BMC Emergency Medicine*. 2019; 19: 53. <https://doi.org/10.1186/s12873-019-0265-y>
63. Edwards K.H., FitzGerald G., Franklin R.C., Edwards M.T. Measuring More than Mortality: A

scoping review of air ambulance outcome measures in a combined Institutes of Medicine and Donabedian quality framework. *Australasian Emergency Care*. 2021; 24(2): 147-159. <https://doi.org/10.1016/j.auec.2020.10.002>

64. Smedley W.A., Killian J., Stone K.L., Stephens S.W., Griffin R.L., Cox D.B., Kerby J.D., Jansen J.O. How Does Mission Ground Time Impact on Population Coverage of Aeromedical Retrieval Systems? *Journal of Surgical Research*. 2021; 258: 362-369. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.08.080>

65. Skjærseth E.Å., Haugland H., Krüger A.J., Pleym L.E., Uleberg O. Developing Quality Indicators for Helicopter Emergency Medical Services Coordination in Norwegian Emergency Medical Communication Centrals: A Consensus Process. *Air Medical Journal*. 2021; 40 (1): 20-27. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2020.11.010>

66. Vjal'cin S.V., Mirzaeva M.V., Vjal'cin A.S., Permjakov A.R., Kalieva E.B. Rol' sanitarnoj aviacii v okazanii jekstrennoj konsul'tativnoj skoroj medicinskoj pomoshhi naseleniju na primere Orenburgskoj oblasti. *Skoraja medicinskaja pomoshh'*. 2025; 26 (4): 34-40.

67. Badaoui M., Vianen N.J., Van Ditschuijzen J.C., Maissan I.M., Houmes R.J., Verhofstad M.H.J., Van Lieshout E.M.M., Van Vledder M.G. Patient profiles and P-HEMS specific interventions performed by a HEMS team in the Netherlands: A retrospective cohort study of 18,199 patients. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2025; 51 (1): 299. <https://doi.org/10.1007/s00068-025-02976-7>

68. Hatami M., Marzaleh M.A., Bijani M., Peyravi M. Factors affecting the preparedness of Helicopter Emergency Medical Services in disasters: a systematic review. *BMC Emergency Medicine*. 2023; 23: 135. <https://doi.org/10.1186/s12873-023-00908-5>

69. Thompson J., Rehn M., Sollid S.J.M. et al. European HEMS and Air Ambulance Committee. EHAC medical working group best practice advice on the role of air rescue and pre hospital critical care at major incidents. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2018; 26: 65. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0522-1>

70. Hardy S., Fattah S., Wisborg T., Raatiniemi L., Staff T., Rehn M. Systematic reporting to improve the emergency medical response to major incidents: a pilot study. *BMC Emergency Medicine*. 2018; 18: 4. <https://doi.org/10.1186/s12873-018-0153-x>

71. Harmsen A.M., Giannakopoulos G., Franschman G., Christiaans H., Bloemers F. Limitations in Prehospital Communication Between Trauma Helicopter, Ambulance Services, and Dispatch Centers. *Journal of Emergency Medicine*.

2017; 52 (4): 504-512. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2016.11.010>

72. Ohsaka H., Nagasawa H., Ota S., Muramatsu K.I., Jitsuiki K., Ishikawa K., Yanagawa Y. Analysis of the Activities of a Physician-Staffed Helicopter in the Coronavirus Disease 2019 Pandemic Phase. *Air Medical Journal*. 2022; 41(4): 376-379. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2022.04.007>

73. Röper J., Krohn M., Fleßa S., Thies K.C. Costing of helicopter emergency services: a strategic simulation based on the example of a German rural region. *Health Economics Review*. 2020; 10: 34. <https://doi.org/10.1186/s13561-020-00287-8>

74. Hirshon J.M., Galvagno S.M. Jr., Comer A., Millin M.G., Floccare D.J., Alcorta R.L., Lawner B.J., Margolis A.M., Nable J.V., Bass R.R. Maryland's Helicopter Emergency Medical Services Experience From 2001 to 2011: System Improvements and Patients' Outcomes. *Annals of Emergency Medicine*. 2016; 67 (3): 332-340.e3. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.07.503>

75. Strobel J., Rognås L., Steen E., Reis Miranda D., Schwietring J., Reifferscheid F., Böbel S., Rehn M. Same standards, different outcomes? Why clinical governance is essential to safe and consistent high-quality patient care: A call for a European Governance Alliance in HEMS. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2025; 33: 99. <https://doi.org/10.1186/s13049-025-01421-3>

76. Kennedy M., Elcock M., Ellis D., Tall G. Pre-hospital and retrieval medicine: clinical governance and workforce models. *Emergency Medicine Australasia*. 2017; 29 (4): 467-469. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.12776>

77. Snowsill M., Cracolici G., Wieder T., Allen G. Facilitated hospital-to-pre-hospital feedback for professional development (PHEM Feedback): a service evaluation using a self-reported questionnaire to understand the experiences of participating pre-hospital clinicians in the first year of operation. *British Paramedic Journal*. 2023; 8 (1): 42-52. <https://doi.org/10.29045/14784726.2023.6.8.1.42>

78. McHenry R.D., Moultrie C.E., Cadamy A.J., Corfield A.R., Mackay D.F., Pell J.P. Pre-hospital and retrieval medicine in Scotland: a retrospective cohort study of the workload and outcomes of the emergency medical retrieval service in the first decade of national coverage. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2023; 31: 39. <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01109-6>

Поступила 30.01.2026

Направлена на доработку 22.02.2026

Принята 18.03.2026

Опубликована online 30.06.2026

M. Kh. Yembergenova¹, B. N. Kosherova², O. K. Zhamantayev^{2}, Sh. Sultanbek³, K. Ye. Nukeshtayeva², I. A. Kadyrova²*

IMPROVING THE COORDINATION MECHANISM OF AIR MEDICAL SERVICES WITHIN THE EMERGENCY MEDICAL CARE SYSTEM

¹Department for Maternal and Child Health Protection, Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan (010000, Republic of Kazakhstan, Astana c., Mangilik ave., 8, House of Ministries, entrance 5; e-mail: m.embergenova@dsm.gov.kz)

²NC JSC «Karaganda medical university» (100008, Republic of Kazakhstan, Karaganda c., Gogolya str., 40; e-mail: info@qmu.kz)

³Almaty Management University (050060, Republic of Kazakhstan, Almaty c., Rozybakieva str., 227; e-mail: info@almau.edu.kz)

***Olzhas Kenzhegaliyevich Zhamantayev** – NC JSC «Karaganda medical university»; 100008, Republic of Kazakhstan, Karaganda c., Gogolya str., 40; e-mail: zhamantaev@qmu.kz

Medical air services constitute one of the key components of emergency medical care, enabling the transport of patients, medical teams, specialist physicians, donor organs, medical equipment, and biological materials in situations where ground transportation cannot provide timely access to specialized care. This topic is of particular importance for the Republic of Kazakhstan due to the country's vast territory, the remoteness of many settlements from multidisciplinary and highly specialized medical centers, regional disparities in transport infrastructure, and the need for interhospital transfer of patients with critical conditions.

The aim of this review is to synthesize evidence from the scientific literature and official sources on coordination mechanisms for medical air services within emergency medical care systems and to identify opportunities for their improvement in the context of the Republic of Kazakhstan. The review includes publications addressing medical air services, helicopter emergency medical services (HEMS), fixed-wing aeromedical evacuation, interhospital transport, clinical prioritization, dispatch systems, telemedicine, digital clinical decision-support tools, training of aeromedical teams, quality assessment, mission cancellations, overutilization of air transport, and emergency and disaster management.

The current literature demonstrates that the effectiveness of medical air services depends not only on the availability of aircraft but also on the quality of coordination among healthcare organizations, regional coordination centers, aviation operators, receiving hospitals, and the national coordination authority. International evidence indicates that, in the absence of standardized activation criteria, digital resource management, and systematic auditing of dispatch decisions, medical air services may be either overutilized or activated too late for patients who genuinely require urgent specialized care.

For Kazakhstan, the most appropriate approach is a three-tier centralized digital dispatch model, in which the National Coordination Center for Emergency Medicine serves as the national coordination hub, regional coordination centers ensure the operational coordination of requests and available resources, and healthcare organizations submit standardized clinical information. Further development of the system should include standardized activation criteria for medical air services, a digital referral and dispatch pathway, telemedicine-based assessment of indications, real-time monitoring of aircraft and crew availability, confirmation of receiving hospital readiness, interregional coordination when local resources are insufficient, and routine auditing of completed, cancelled, and declined missions.

Key words: medical air services; emergency medical care; helicopter emergency medical services; dispatch; coordination; telemedicine; Kazakhstan

М. Х. Ембергенова¹, Б. Н. Көшерова², О. К. Жамантаев^{2*}, Ш. Султанбек³, К. Е. Нүкештаева²,
И. А. Қадырова²

ШҰҒЫЛ МЕДИЦИНАЛЫҚ КӨМЕК ЖҮЙЕСІНДЕГІ МЕДИЦИНАЛЫҚ АВИАЦИЯНЫ ҮЙЛЕСТІРУ ТЕТІГІН ЖЕТІЛДІРУ

¹Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің Ана мен бала денсаулығы департаменті (010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік дағ., 8, Министрліктер үйі, 5-кіреберіс; e-mail: m.embergenova@dsm.gov.kz)

²«Қарағанды медициналық университеті» КеАҚ (100008, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Гоголь к., 40; e-mail: info@qmu.kz)

³Алматы Менеджмент Университеті (050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Розыбакиев к-сі, 227; e-mail: info@almau.edu.kz)

***Олжас Кенжеғалиұлы Жамантаев** – «Қарағанды медицина университеті» КеАҚ; 100008, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Гоголь к., 40; e-mail: zhamantaev@qmu.kz

Медициналық авиация шұғыл медициналық көмектің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Ол жерүсті көлігі мамандандырылған медициналық көмекке уақтылы қол жеткізуді қамтамасыз ете алмайтын жағдайларда пациентті, медициналық бригаданы, бейінді маманды, донорлық ағзаларды, медициналық жабдықтарды және биологиялық материалдарды жеткізуге мүмкіндік береді. Қазақстан Республикасы үшін бұл мәселе ел аумағының кеңдігіне, елді мекендердің бір бөлігінің көпбейінді және жоғары мамандандырылған медициналық орталықтардан шалғай орналасуына, өңірлер арасындағы көлік инфрақұрылымының айырмашылықтарына және ауыр жағдайдағы пациенттерді ауруханалар арасында тасымалдау қажеттілігіне байланысты ерекше өзектілікке ие.

Шолудың мақсаты – шұғыл медициналық көмек жүйесіндегі медициналық авиацияны үйлестіру тетіктері туралы ғылыми жарияланымдар мен ресми дереккөздерді жинақтап, Қазақстан Республикасының жағдайын ескере отырып, оларды жетілдірудің негізгі бағыттарын айқындау.

Шолуға медициналық авиацияға, тікұшақпен көрсетілетін шұғыл медициналық көмекке, ұшақпен медициналық эвакуациялауға, ауруханааралық тасымалдауға, клиникалық басымдықтарды айқындауға, диспетчерлеуге, телемедицинаға, шешім қабылдауды қолдайтын цифрлық құралдарға, авиациялық медициналық бригадаларды даярлауға, сапаны бағалауға, ұшулардың күшін жою жағдайларына, әуе көлігін негізсіз пайдалануға және төтенше жағдайлар кезіндегі басқаруға арналған жарияланымдар енгізілді.

Қазіргі ғылыми әдебиеттер медициналық авиацияның тиімділігі тек әуе кемелерінің санына ғана емес, сонымен қатар медициналық ұйымдар, өңірлік орталықтар, авиациялық операторлар, қабылдаушы стационарлар және ұлттық үйлестіру деңгейі арасындағы өзара іс-қимылдың сапасына тәуелді екенін көрсетеді. Халықаралық тәжірибе медициналық авиацияны іске қосудың бірыңғай критерийлері, ресурстарды цифрлық есепке алу жүйесі және қабылданған шешімдерге тұрақты аудит жүргізілмеген жағдайда, әуе көлігінің кейбір жағдайларда шамадан тыс пайдаланылуы немесе, керісінше, шұғыл мамандандырылған көмекке шын мәнінде мұқтаж пациенттер үшін кешіктіріліп қолданылуы мүмкін екенін дәлелдейді.

Қазақстан үшін ең қолайлы модель ретінде орталықтандырылған цифрлық диспетчерлеудің үш деңгейлі жүйесі қарастырылады. Бұл модельде Ұлттық шұғыл медицина үйлестіру орталығы ұлттық үйлестіру торабының қызметін атқарады, өңірлік орталықтар өтінімдер мен ресурстарды жедел келісуді қамтамасыз етеді, ал медициналық ұйымдар клиникалық деректерді бірыңғай стандартталған форматта ұсынады. Жүйені жетілдіру медициналық авиацияны тартудың бірыңғай критерийлерін енгізуді, өтінімдердің цифрлық маршрутын қалыптастыруды, көрсетілімдерді телемедициналық бағалауды, әуе кемелері мен медициналық бригадалардың мәртебесін нақты уақыт режимінде есепке алуды, қабылдаушы стационардың дайындығын міндетті түрде растауды, ресурстар тапшылығы жағдайында өңіраралық үйлестіруді қамтамасыз етуді және орындалған, күші жойылған және қабылданбаған өтінімдерге тұрақты аудит жүргізуді қамтуы тиіс.

Кілт сөздер: медициналық авиация; шұғыл медициналық көмек; тікұшақпен көрсетілетін медициналық көмек; диспетчерлеу; үйлестіру; телемедицина; Қазақстан