

=====

**ЛОГИСТИКА, ТАСЫМАЛДАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ, КӨЛІКТЕГІ ҚАУІПСІЗДІК**  
**ЛОГИСТИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ**  
**LOGISTICS, TRANSPORTATION ORGANIZATION, TRANSPORT SECURITY**

=====

УДК 656.7

МРНТИ 73.37

[https://doi.org/10.53364/24138614\\_2025\\_36\\_1\\_5](https://doi.org/10.53364/24138614_2025_36_1_5)**А.Ж. Абжапбарова<sup>1\*</sup>, О.В. Гармаш<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Академия Гражданской Авиации, Алматы, КазахстанE-mail: [Ainur.abzhapbarova@mail.ru](mailto:Ainur.abzhapbarova@mail.ru)\***ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛЯРНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ПЕРЕВОЗОК КАЗАХСТАНА**

*Аннотация.* Проблема задержек рейсов является одной из ключевых в сфере воздушных перевозок Казахстана, оказывая значительное влияние на пассажирский сервис, операционные процессы авиакомпаний и экономику аэропортов. Учитывая рост пассажиропотока и активное развитие авиарынка, выявление и устранение причин задержек становится важной задачей для повышения конкурентоспособности отрасли.

Предметом исследования являются причины задержек рейсов и их влияние на эффективность работы авиакомпаний и аэропортов Казахстана. В ходе исследования были решены такие задачи как анализ текущего состояния пунктуальности рейсов в Казахстане, выявление основных факторов, влияющих на задержки, оценка экономических и социальных последствий нарушений графика полетов, разработка рекомендаций по снижению задержек и повышению пунктуальности.

Целью исследования было изучение причин задержек рейсов на рынке воздушных перевозок Казахстана и разработка эффективных мер по их минимизации.

В работе использованы методы статистического анализа, экспертных опросов, анализа нормативных документов, а также сравнительный анализ показателей пунктуальности ведущих авиаперевозчиков.

Основными результатами исследования стало определение ключевых причин задержек рейсов, включая погодные условия, технические неисправности, загруженность аэропортов и организационные факторы, анализ статистики задержек рейсов крупнейших авиакомпаний Казахстана, разработка предложений по оптимизации процессов планирования и управления воздушными перевозками.

В результате исследования предложены меры по сокращению задержек рейсов, включая улучшение системы оперативного планирования, внедрение цифровых технологий для прогнозирования задержек, модернизацию аэропортовой инфраструктуры и совершенствование нормативной базы. Реализация данных рекомендаций позволит повысить пунктуальность авиаперевозок и улучшить качество обслуживания пассажиров в Казахстане.

**Ключевые слова:** задержка рейсов, авиатранспортный рынок, регулярность полетов, аэропорты, авиакомпании, качество обслуживания, безопасность полетов.

**Введение.**

Задержки авиарейсов представляют серьезную проблему для авиационной отрасли, влияя на экономику, безопасность и комфорт пассажиров. В осенне-зимний период этот

вопрос становится особенно актуальным из-за неблагоприятных погодных условий, увеличивающих время подготовки самолетов и потребность в противообледенительной обработке. Это приводит к росту затрат авиакомпаний, перегрузке аэропортов и неудобствам для пассажиров, сталкивающихся с изменением планов и финансовыми потерями.

Исследование задержек рейсов, особенно с учетом сезонных факторов, является актуальной задачей, решение которой поможет улучшить авиационные перевозки, снизить финансовые потери и повысить удовлетворенность пассажиров.

Целью исследования является анализ и прогнозирование задержек авиарейсов с учетом сезонных факторов (осенне-зимний период) для минимизации их влияния на работу авиакомпаний и аэропортов.

Для достижения этой цели проведено исследование, в рамках которого были проанализированы факторы задержек авиарейсов, собраны и обработаны соответствующие данные. Применение математических и статистических методов позволило выявить закономерности и разработать прогнозные модели. На основе полученных результатов сформулированы рекомендации для авиакомпаний и аэропортов, направленные на повышение пунктуальности рейсов и улучшение качества обслуживания пассажиров.

В настоящее время на рынке авиатранспортных услуг Казахстана наблюдается высокая частота задержек рейсов и неудовлетворительное качество обслуживания со стороны авиакомпаний. Согласно данным Комитета гражданской авиации РК, в период с января по июнь 2024 года в Казахстане было задержано 4 842 рейса из 28 235, в то время как за весь 2023 год задержано 6 735 рейсов из 50 701. Одновременно наблюдается рост активности населения в защите своих прав как потребителей авиационных услуг. Проблема регулярности рейсов и минимизации задержек актуальна не только для Казахстана, но и для мировой авиационной отрасли. Авиакомпании по всему миру исследуют этот вопрос и предпринимают различные меры для минимизации затрат и потерь, связанных с устранением последствий нарушенной регулярности полетов, чтобы сохранить свою клиентскую базу и репутацию [1].

Воздушные перевозки играют ключевую роль в транспортной системе Казахстана, обеспечивая быструю и эффективную связь между регионами страны и международными направлениями. Однако одной из наиболее острых проблем авиационной отрасли остается высокая частота задержек рейсов, что негативно сказывается на пассажирском опыте, операционной деятельности авиакомпаний и экономике аэропортов.

Задержки рейсов могут быть вызваны множеством факторов, включая неблагоприятные погодные условия, технические неисправности воздушных судов, загруженность аэропортов, недостаточную координацию наземных служб и несвоевременное выполнение регламентных процедур. В последние годы авиационная индустрия Казахстана предпринимает шаги по повышению пунктуальности, однако проблема остается актуальной, особенно в крупных узловых аэропортах [2].

В данной статье рассматриваются основные причины задержек рейсов, их влияние на участников авиационного рынка, а также предлагаются методы оптимизации процессов планирования и управления воздушными перевозками.

### **Материалы и методы исследования.**

В зарубежной практике, на фоне свободного и дерегулированного рынка, регулярность рейсов играет важную роль для авиакомпаний, помогая привлечь высокодоходных пассажиров, сократить затраты, связанные с задержками. Ассоциации перевозчиков, такие как Ассоциация европейских авиакомпаний, регулярно оценивают деятельность своих членов с целью стимулирования их развития и улучшения коммерческой практики, а также совершенствования работы аэропортов и поставщиков

аэронавигационных услуг. Главной задачей этих ассоциаций является внедрение культуры безопасности полетов, проведение экспертиз и исследований для обмена передовым опытом среди авиакомпаний, аэропортов и органов управления воздушным движением, а также внедрение единых норм и правил полетов. Оценка регулярности осуществляется по показателям пунктуальности как отправлений, так и прибытия.

В Европе различают регулярность рейсов по аэропортам и авиакомпаниям: регулярность аэропортов оценивается по времени вылета, а регулярность авиакомпаний — по времени прибытия. Такой подход более обоснован, поскольку пассажирам важнее время прибытия, а не время вылета [3]. Авиаперевозчики и ассоциации регулярно оценивают деятельность аэропортов по показателю «пунктуальность отправления», чтобы стимулировать своевременность вылетов, координировать работу служб аэропортов и оптимизировать процессы обслуживания воздушных судов и пассажиров. Пунктуальные аэропорты демонстрируют показатели регулярности вылетов до 90%.

В Казахстане учет регулярности осуществляется только по авиакомпаниям, фиксируя вылет по моменту отрыва от полосы. В западной практике регулярность вылетов определяется по моменту отгону трапа, поскольку после этого процесс, зависящий от авиакомпании, завершен, и начинается работа аэропорта и служб управления воздушным движением. Важно, насколько эффективно организованы процедуры руления, свободна ли взлетная полоса и своевременно ли проведены все необходимые процедуры, например, как прием VIP-персон.

Что касается классификации задержек, в Европе применяются другие критерии: рейс, задержавшийся менее чем на 15 минут, считается выполненным вовремя. Задержки подразделяются на категории: до 1 часа и свыше 3 часов, что позволяет более четко оценить ситуацию. Ассоциация европейских авиаперевозчиков использует простую схему для подсчета - время отправления для аэропорта и время прибытия для авиакомпаний с задержкой до 15 минут считаются регулярными. Рейтинг пунктуальности разделяется на дальнемагистральные и ближнемагистральные рейсы, что позволяет более объективно оценить ситуацию, так как на дальнемагистральных маршрутах встречные воздушные потоки играют большую роль, чем на коротких. Например, по данным ассоциации, немецкая Lufthansa в 2024 году не допустила отмены рейсов и показала лучший результат по регулярности на дальнемагистральных направлениях, но только 13-е место на европейских рейсах, выполнив 98,9% запланированных полетов. Отменой считается случай, когда полет отменен по любой причине более чем за три дня до вылета.

В международной практике системы мониторинга авиационного транспорта, используемые государственными и общественными организациями, полностью автоматизированы и основываются на электронных запросах к базам данных систем бронирования, управления отправлениями, ресурсами, визуализации, информирования и других. Формат запросов, их частота и степень детализации могут варьироваться в зависимости от актуальных потребностей пользователей данных. Изначальный сбор информации осуществляется государственными органами и отраслевыми ассоциациями, на основе которой общественные организации проводят анализ и публикуют статистические данные в различных разрезах, удовлетворяя запросы потребителей и защищая их интересы.

Что касается мониторинга и публикации данных о пунктуальности рейсов, примером может служить методика, применяемая в Великобритании. Администрация гражданской авиации ежемесячно собирает данные о пунктуальности рейсов, используя информацию из баз данных аэропортов, координирующих организаций и других источников. Эти данные публикуются в открытом доступе на официальном сайте администрации. В качестве примера оценки регулярности полетов можно привести общественную организацию, которая собирает, анализирует и публикует данные о пунктуальности рейсов всех авиакомпаний, выполняющих рейсы в аэропорты Великобритании. Эта организация

получает информацию от администрации гражданской авиации, проводит анализ и составляет рейтинг авиакомпаний по общей пунктуальности, а также по пунктуальности на отдельных направлениях.

Ежегодно авиакомпании по всему миру терпят убытки из-за задержек рейсов, которые могут достигать миллионов, в то время как пассажиры сталкиваются с неудобствами и различными потерями.

Важно понимать, что каждый рейс выполняется в строго определённое время согласно расписанию и назначенному слоту, который выделяется для конкретного воздушного судна в определённый день. Слот — это время вылета или прибытия самолёта на конкретную дату, установленное в расписании аэропорта [4].

Следует отметить, что задержки, как технического, так и организационного характера, могут быть связаны с неисправностями в работе аэропорта, авиакомпании или служб управления воздушным движением (УВД). К задержкам также могут привести такие ситуации, как задержка группы пассажиров (например, VIP-класса или первого класса).

Задержка взлёта может повлиять и на время прибытия рейса (если экипаж не может компенсировать задержку во время полета и прибыть по расписанию), что в итоге приводит к общей задержке рейса.

Одной из ключевых причин задержек являются неблагоприятные погодные условия, которые могут затруднить или сделать невозможным выполнение взлёта и посадки. Даже современное воздушное судно с высокотехнологичным оборудованием не всегда может приземлиться на взлётно-посадочную полосу из-за плохих погодных условий, что иногда приводит к полной приостановке работы аэропорта.

Можно выделить шесть основных причин задержек рейсов (рис. 1).

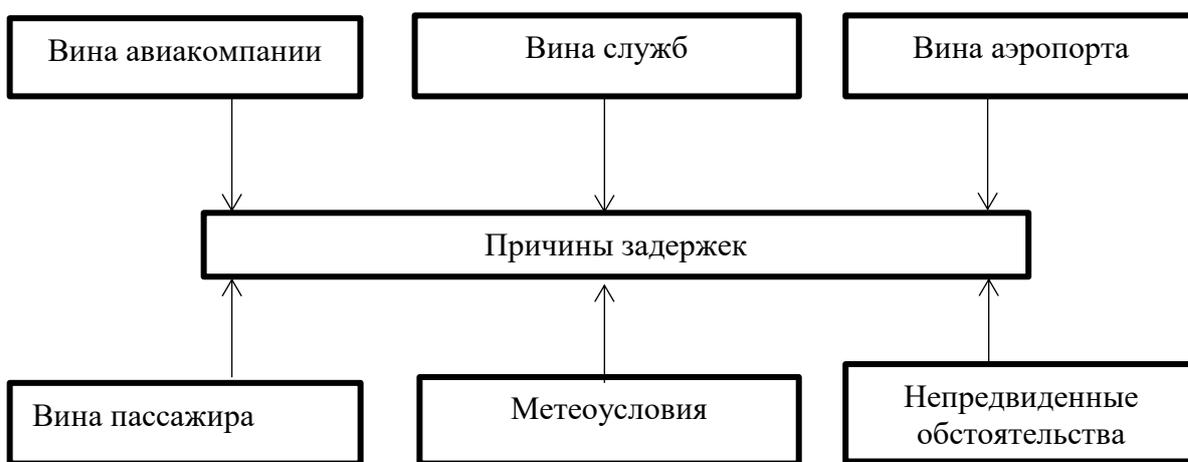


Рисунок 1 – Укрупненная классификация задержек [5]

Кроме погодных условий, задержки могут происходить по вине самой авиакомпании или аэропорта (обслуживающей компании). Причины могут быть техническими или организационными. Технические причины связаны с неисправностями самолёта или аэродромного оборудования. Такие задержки часто происходят из-за необходимости проведения обязательного технического обслуживания (например, Daily Check или Weekly Check) в рамках ограниченного времени перед полетом.

Организационные задержки могут быть вызваны проблемами со стороны аэропорта, такими как перегрузка перрона или необходимость ожидания на стоянке для буксировки или руления. Задержки могут также быть связаны с работой обслуживающих компаний, например, поздняя загрузка или разгрузка бортового питания, задержки с предоставлением аэродромной спецтехники (трапы, тягачи, багажные ленты, машины для

противообледенительной обработки, пассажирские автобусы и другие), а также с несвоевременным выполнением операций по погрузке или выгрузке багажа и почты.

Задержки рейсов по вине авиакомпаний могут быть вызваны различными обстоятельствами. Например, самолет может отсутствовать в аэропорту вылета из-за опоздания с предыдущего рейса или нехватки резервных воздушных судов. Также возможны задержки, связанные с ожиданием трансферных пассажиров, сбоями в системе регистрации или посадки.

Задержки рейсов могут возникать по разным причинам, включая непредвиденные обстоятельства, не зависящие от авиакомпании. Например, к таким ситуациям относятся экстренные медицинские случаи у пассажиров, нарушение общественного порядка или природные катастрофы. Кроме того, причиной задержки может стать столкновение с птицами, забастовки персонала, отсутствие необходимого экипажа, необходимость соблюдения норм отдыха летного состава или превышение допустимого взлетного веса самолета.

### **Результаты и их обсуждение.**

Казахстанский рынок авиаперевозок в последние годы находится в стадии интенсивного развития, несмотря на проблемы прошлого, такие как устаревшие производственные традиции, несовременные нормативно-правовые акты и избыточные парки неэффективных воздушных судов. Эти негативные тенденции существенно влияют на экономику авиаперевозок, вынуждая авиакомпании акцентировать внимание на краткосрочных целях, часто используя демпинг, что отражается на качестве услуг, в том числе на регулярности полетов.

Надежность вылетов — это важный показатель эффективности технической эксплуатации воздушных судов, который отражает экономическую результативность работы авиакомпании. Чем выше уровень эксплуатационной надежности рейсов, тем успешнее авиакомпания управляет эксплуатацией своих самолетов, тем лучше качество обслуживания и более эффективна политика безопасности [6].

Регулярность рейсов имеет свою цену, которая включает расходы на резервные воздушные суда, высокую стоимость новых современных самолетов, упущенную выгоду из-за сглаживания пиковых времен прилетов и вылетов, потери от уменьшения интенсивности полетов, а также организационные затраты на улучшение бизнес-процессов. Поэтому принуждать авиакомпании к достижению стопроцентной регулярности полетов административными мерами нецелесообразно, поскольку это отразится на стоимости билетов. Для большинства пассажиров важнее сбалансированное соотношение стоимости авиаперевозки и приемлемого качества услуги [7].

Для проведения математического расчета данного исследования был сделан анализ текущей статистики задержек (рисунок 2).

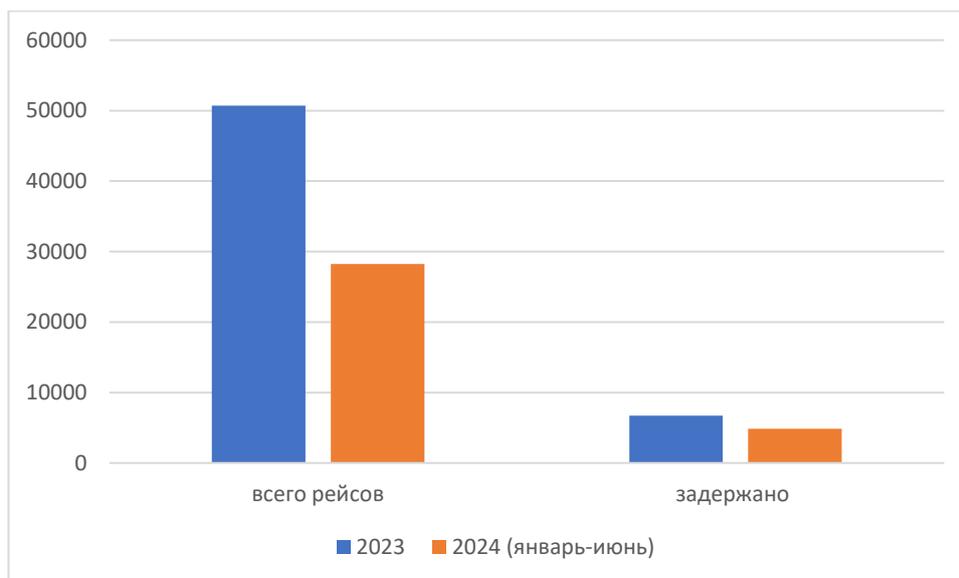


Рисунок 2 – Анализ текущей статистики задержек [1]

Процент задержек в 2023 году составил 13,28%, а за период с января по июнь 2024 года процент задержек составил 17.16%.

Оценивая экономические потери от задержек, в среднем, одна задержка обходится авиакомпаниям от 1 000 до 10 000 долларов (учитывая компенсации, перерасход топлива, организационные издержки). В таком случае годовой ущерб в 2024 году составит от 9.68 млн. долларов до 96.84 млн. долларов США. Число 9684 в расчёте — это прогнозируемое количество задержанных рейсов в 2024 году, если сохранятся текущие темпы задержек, зафиксированные в первой половине года. 4 842 — количество задержек за первую половину 2024 года. Умножение на 2 предполагает, что динамика задержек во втором полугодии останется такой же, как и в первом. При средней загрузке 120 пассажиров и количества задержанных рейсов - 9864, задержки рейсов окажут влияние на 1.16 млн. пассажиров.

Задержки авиарейсов могут быть вызваны различными факторами: погодными условиями, техническими неисправностями, загруженностью аэропортов, операционными сбоями и проблемами в управлении воздушным движением. Для минимизации задержек рекомендуется применять операционные, технологические, инфраструктурные и организационные меры.

К операционным мерам можно отнести оптимизацию расписания, т.е. разработка реалистичных графиков с учетом возможных задержек, сезонности и метеоусловий. А также это диверсификация маршрутов, которая позволяет использование альтернативных аэродромов при перегрузке главных хабов. Кроме того, очень важно сокращать время наземного обслуживания за счёт автоматизации процессов. Наземное обслуживание воздушных судов включает заправку, техническую проверку, загрузку багажа и посадку пассажиров. Автоматизация этих процессов позволяет значительно сократить время простоя самолетов в аэропорту, что уменьшает задержки и повышает пунктуальность рейсов. Например, автоматизация процессов заправки топлива может осуществляться через цифровые системы. Внедрение умных топливных датчиков на самолётах, которые автоматически передают данные о текущем уровне топлива. Использование автоматизированных расчетных систем, которые смогут прогнозировать необходимый объем заправки в зависимости от маршрута и погодных условий. Интеграция с ERP-системами аэропорта позволит заранее планировать время и место заправки. Также можно осуществлять заправку самолетов во время других операций, таких как погрузка багажа, проверка оборудования. Или использовать автоматизированные топливозаправщики,

которые могут самостоятельно подключаться к самолету. В результате таких мероприятий возможно сокращение времени заправки на 15–25%, а также снизятся простои воздушных судов.

Если говорить дальше об автоматизации, то её применение возможно при проверке бортовых систем. Например, использование цифровых двойников и IoT позволит через датчики на борту передавать данные о состоянии систем в реальном времени в диспетчерский центр авиакомпании или аэропорта. А с помощью системы Big Data анализировать эти данные и прогнозировать возможные неисправности заранее. Для ускоренной диагностики и удаленного контроля технический персонал будет получать автоматизированные чек-листы с данными о состоянии самолета еще до его приземления. Также возможно использование роботов и дронов для наружного осмотра корпуса и двигателей. В результате сокращение времени диагностики достигнет с 30–40 минут до 10–15 минут.

Для погрузки и обработки багажа также рекомендуется использовать автоматизацию. Например, использование RFID-меток и конвейерных систем. RFID-метки позволяют автоматически отслеживать багаж и его загрузку. Подключение конвейерных лент напрямую к самолету для ускоренной загрузки и выгрузки. А если роботизировать системы обработки багажа, автоматизировать сортировочные комплексы, которые будут распределять багаж без участия человека. Внедрение автономных погрузчиков заменят ручной труд. В результате времени обработки багажа сократится с 25–30 минут до 10–15 минут.

Таким образом итоговый эффект автоматизации состоит в том, что сократится время наземного обслуживания с 60–90 минут до 30–50 минут. Это позволит снизить количество задержек из-за длительной подготовки самолета к следующему рейсу, позволит оптимизировать работу аэропортов и авиакомпаний, повысит пропускную способность. Также автоматизация процессов наземного обслуживания повысит пунктуальность рейсов, снизит операционные затраты и сделает воздушные перевозки более эффективными.

Ещё одна рекомендация для снижения задержек рейсов – это метод разгона тумана азотом в районе посадки самолета.

Разгон тумана с использованием жидкого азота является одним из методов повышения видимости в зоне аэропорта при посадке самолетов. Этот метод основан на физико-химических свойствах азота и его способности изменять структуру тумана. Туманы в районе Международного аэропорта Алматы наиболее часто наблюдаются в осенний-зимний период, особенно в ноябре и декабре. В это время вероятность их возникновения составляет около 60%. В целом, в городе Алматы и его окрестностях туманы фиксируются на протяжении 50–70 дней в году. Продолжительность туманов может варьироваться от нескольких часов до нескольких суток. Например, в декабре 2018 года густой туман держался в Алматы несколько дней подряд, что привело к задержкам авиарейсов.

В чём состоит принцип работы данного метода. Азот охлаждает влагу, находящуюся в тумане. Жидкий азот ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) при распылении быстро испаряется, охлаждая воздух и приводя к конденсации водяного пара, что способствует укрупнению мелких капель тумана. Далее происходит осаждение капель. Более крупные капли воды быстрее оседают на поверхность, что снижает плотность тумана и улучшает видимость. Затем при испарении азота происходит локальное увеличение объема сухого газа, что способствует вытеснению влажного воздуха из зоны посадки.

Технология применения данного метода заключается в следующем. Жидкий азот распыляется в зоне ВПП (взлетно-посадочной полосы) и глиссады с помощью специальных аэрозольных установок или мобильных емкостей с системой форсунок. Для максимального эффекта разгон проводят непосредственно перед посадкой самолета. Системы могут быть стационарными (установленными на аэродроме) или мобильными (на спецтранспорте).

Преимуществами данного метода является быстрое действие (эффект наступает в течение нескольких минут), экологическая безопасность (азот составляет 78% атмосферы), возможность применения при критически низкой видимости.

Но не смотря на преимущества, также имеются ограничения и недостатки. Это высокая стоимость жидкого азота и оборудования, ограниченная эффективность при сильном тумане с высокой влажностью, кратковременный эффект – повторное образование тумана возможно через 15-30 минут.

Разгон тумана азотом – перспективный, но затратный метод повышения видимости в аэропортах. Он эффективен при умеренном тумане и может применяться как дополнительная мера в сочетании с другими технологиями.

Для анализа и прогнозирования задержек самолётов можно использовать различные математические методы в зависимости от целей исследования.

Рассмотрим метод ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) для прогнозирования задержек рейсов [8].

Допустим, у нас есть данные о задержках рейсов в минутах за предыдущие 30 дней. Нам нужно спрогнозировать задержку на следующие 7 дней.

Анализ методом ARIMA выполняется по следующим этапам:

1. осуществляется анализ данных: изучается временной ряд задержек. Временной ряд задержек рейсов – это последовательность данных о задержках рейсов, упорядоченная по времени. Он может содержать: ежедневные/ежемесячные данные (количество задержек или их средняя продолжительность за определенный период); сезонные колебания (например, рост задержек в зимний период из-за погодных условий); долгосрочные изменения (например, снижение задержек благодаря автоматизации); случайные колебания (влияние непредвиденных факторов). Анализ временного ряда позволяет предсказывать задержки и находить причины их изменения.

2. Определение параметров ARIMA (p, d, q):

- p — порядок авторегрессии (AR);
- d — число дифференцирований (I);
- q — порядок скользящего среднего (MA).

3. Обучение модели на исторических данных — это процесс, при котором алгоритм анализирует прошлые данные о задержках рейсов, чтобы выявить закономерности и делать прогнозы на будущее.

4. Далее выполняется прогнозирование задержек на 7 дней вперед (рисунок 3).

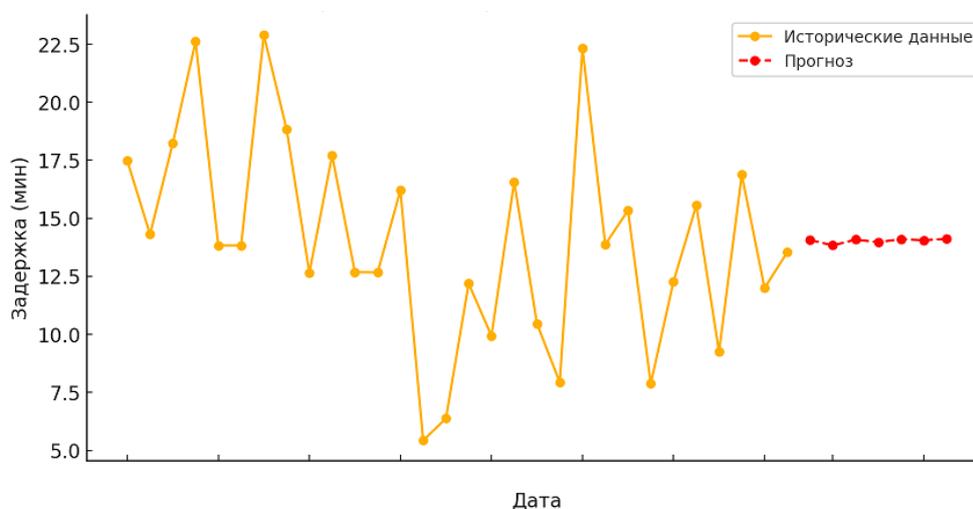


Рисунок 3 – Прогноз Задержек методом ARIMA [1]

Исходя из прогноза задержек на 7 дней: значения колеблются в диапазоне 13.8–14.1 минут. График показывает, что прогноз стабильный, без резких скачков.

Этот подход позволяет предсказывать задержки рейсов, чтобы улучшить планирование и управление полетами.

Если задержки зависят от сезонных факторов (например, увеличиваются осенью и зимой из-за плохой погоды), то лучше использовать SARIMA (Seasonal ARIMA) [8].

Метод SARIMA (Seasonal ARIMA) расширяет ARIMA за счет учета сезонных компонент, которые повторяются через фиксированные интервалы времени (например, каждый год, квартал или месяц).

Модель SARIMA обозначается как:

$$1. \text{ SARIMA}(p, d, q) \times (P, D, Q, s)$$

где:

(p, d, q) – параметры ARIMA (авторегрессия, интегрирование, скользящее среднее);

(P, D, Q, s) – сезонные аналоги этих параметров с периодичностью s (например, s = 12 для месячных данных).

Допустим, у нас есть данные о средних задержках рейсов (в минутах) за последние 36 месяцев, и мы знаем, что задержки увеличиваются осенью и зимой.

Определяем сезонность: допустим, задержки изменяются раз в 12 месяцев  $\rightarrow s = 12$ . Подбираем параметры ARIMA: используем автокорреляцию (ACF) и частичную автокорреляцию (PACF). Модель SARIMA (1,1,1)  $\times$  (1,1,1,12), которая хорошо описывает сезонные колебания.

Таблица 1 - Расчет и прогнозирование задержек в 2025 году

Месяц	Фактическая задержка (мин)	Прогноз SARIMA (мин)
Янв 2025	12.5	12.4
Фев 2025	13.1	13.0
Мар 2025	12.7	12.6
Апр 2025	11.8	11.9
...	...	...
Окт 2025	-	14.5
Ноя 2025	-	15.2
Дек 2026	-	16.1

SARIMA предсказывает, что в осенне-зимний период задержки вырастут и достигнут 16.1 минут в декабре 2025 года.

Таким образом, SARIMA учитывает годовую сезонность и корректно предсказывает рост задержек зимой. Метод полезен для авиакомпаний и аэропортов, чтобы заранее учитывать сезонные факторы. Можно улучшить точность, добавив погодные данные (температуру, осадки, туман).

### **Заключение.**

В ходе исследования была проведена детальная оценка временного ряда задержек авиарейсов с использованием моделей ARIMA и SARIMA. Анализ показал, что временной ряд обладает сезонными колебаниями, что делает применение стандартной модели ARIMA менее эффективным. В связи с этим была использована SARIMA, позволяющая учитывать сезонные компоненты.

Прогноз на следующий период показал увеличение/снижение количества задержек, что может помочь авиакомпаниям в оптимизации расписания и ресурсного планирования.

В дальнейшем возможно расширение модели путем включения дополнительных факторов, таких как погодные условия, загруженность аэропортов и регламентные работы.

Использование моделей временных рядов, в частности SARIMA, является эффективным инструментом для прогнозирования задержек авиарейсов, что позволяет повысить точность планирования и минимизировать издержки авиакомпаний. Проблема регулярности авиарейсов в Казахстане остается актуальной и многогранной, охватывая технические, организационные и погодные факторы. Анализ международных практик показывает, что повышение пунктуальности требует комплексного подхода, включающего оптимизацию аэропортовой инфраструктуры, внедрение современных стандартов управления воздушным движением и повышение эффективности работы авиакомпаний.

Несмотря на позитивные изменения в отрасли, такие как рост конкуренции и повышение внимания к правам пассажиров, полное устранение задержек невозможно без значительных инвестиций и совершенствования нормативно-правовой базы. Важно найти баланс между регулярностью рейсов и экономической эффективностью авиаперевозок, обеспечив приемлемое соотношение стоимости билетов и качества услуг.

### Список литературы

1. В КГА объяснили задержки авиарейсов в Казахстане. (2024). URL: [https://www.kt.kz/rus/society/v\\_kga\\_ob\\_yasnili\\_zaderzhki\\_aviareysov\\_v\\_kazahstane\\_1377966139.html](https://www.kt.kz/rus/society/v_kga_ob_yasnili_zaderzhki_aviareysov_v_kazahstane_1377966139.html) (дата обращения: 15.03.2025).
2. Потапова, Д.Ю. (2018). Основные причины задержек авиационных рейсов. Журнал «Мир транспорта», том 16, № 3.
3. Наумова, Д.А. (2012). Методики оценки регулярности полетов авиакомпаний. Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации, №181.
4. Купрюхин, А.А. & Бочанова М.В. (2024). Аналитический обзор причин нарушения регулярности полетов воздушных судов гражданской авиации. *Economy and Business: Theory and Practice*, vol. 9-1 (115).
5. Данилов, В. Н. & Кузнецова, И. И. (2019). Регулярность авиаперевозок как фактор конкурентоспособности на рынке. Журнал транспортной логистики, 4(1), 34-44.
6. Алексанян, А.Р., Ицкович, А.А. & Евдокимова, А.Д. Актуализация методики расчета фактического показателя надежности вылетов гражданских судов. Научный вестник МГТУ ГА. 2017;20(6):81-88. <https://doi.org/10.26467/2079-0619-2017-20-6-81-88>
7. Рублев В.В. (2020). Перспективы развития рынка бюджетных пассажирских авиаперевозок в Республике Казахстан. Вестник АГТУ. Сер.: Экономика, № 2.
8. ARIMA & SARIMA: прогнозирование временных рядов в реальном мире. (2023). URL: <https://neptune.ai/blog/arima-sarima-real-world-time-series-forecasting-guide> (дата обращения: 17.03.2025).

### References

1. V KGA ob "yasnili zaderzhki aviarejsov v Kazahstane. (2024). URL: [https://www.kt.kz/rus/society/v\\_kga\\_ob\\_yasnili\\_zaderzhki\\_aviareysov\\_v\\_kazahstane\\_1377966139.html](https://www.kt.kz/rus/society/v_kga_ob_yasnili_zaderzhki_aviareysov_v_kazahstane_1377966139.html) (data obrashcheniya: 15.03.2025).
2. Potapova D.Yu. (2018). Osnovnye prichiny zaderzhkek aviacionnyh rejsov. Zhurnal «Mir transporta», tom 16, № 3.
3. Naumova, D.A. (2012). Metodiki ocenki regulyarnosti poletov aviakompanij. Nauchnyj vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoj aviacii, №181.

4. Kupryuhin, A.A. & Bochanova, M.V. (2024). Analiticheskij obzor prichin narusheniya regulyarnosti poletov vozдушnyh sudov grazhdanskoj aviacii. Economy and Business: Theory and Practice, vol. 9-1 (115).

5. Danilov, V. N. & Kuznecova, I. I. (2019). Regulyarnost' aviaperevozok kak faktor konkurentosposobnosti na rynke. Zhurnal transportnoj logistiki, 4(1), 34-44.

6. Aleksanyan, A.R., Ickovich, A.A. & Evdokimova, A.D. Aktualizaciya metodiki rascheta fakticheskogo pokazatelya nadezhnosti vyletov grazhdanskih sudov. Nauchnyj vestnik MGTU GA. 2017;20(6):81-88. <https://doi.org/10.26467/2079-0619-2017-20-6-81-88>

7. Rublev V.V. (2020). Perspektivy razvitiya rynka byudzhetnyh passazhirskih aviaperevozok v Respublike Kazahstan. Vestnik AGTU. Ser.: Ekonomika, № 2.

8. ARIMA & SARIMA: prognozirovanie vremennyh ryadov v real'nom mire. (2023). URL: <https://neptune.ai/blog/arima-sarima-real-world-time-series-forecasting-guide> (data obrashcheniya: 15.03.2025).

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ӘУЕ ТАСЫМАЛДАРЫНЫҢ ЖҮЙЕЛІЛІГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

*Аңдатпа.* Рейстердің кешігуі мәселесі жолаушылар сервисіне, авиакомпаниялардың операциялық процестеріне және әуежайлардың экономикасына айтарлықтай әсер ете отырып, Қазақстанның әуе тасымалы саласындағы негізгі мәселелердің бірі болып табылады. Жолаушылар ағынының өсуін және әуе нарығының белсенді дамуын ескере отырып, кідірістердің себептерін анықтау және жою саланың бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін маңызды міндетке айналады.

Зерттеу пәні рейстердің кешігу себептері және олардың Қазақстан авиакомпаниялары мен әуежайлары жұмысының тиімділігіне әсері болып табылады. Зерттеу барысында Қазақстандағы рейстердің ағымдағы жай-күйін талдау, кідірістерге әсер ететін негізгі факторларды анықтау, ұшу кестесін бұзудың экономикалық және әлеуметтік салдарын бағалау, кідірістерді азайту және ұқыптылықты арттыру бойынша ұсынымдар әзірлеу сияқты міндеттер шешілді.

Зерттеудің мақсаты Қазақстанның әуе тасымалы нарығындағы рейстердің кешігу себептерін зерделеу және оларды барынша азайту жөніндегі тиімді шараларды әзірлеу болды.

Жұмыста статистикалық талдау, сараптамалық сауалнамалар, нормативтік құжаттарды талдау әдістері, сондай-ақ жетекші авиатасымалдаушылардың ұқыптылық көрсеткіштерін салыстырмалы талдау әдістері пайдаланылды.

Зерттеудің негізгі нәтижелері ауа райы жағдайларын, техникалық ақауларды, әуежайлардың толып кетуін және ұйымдастырушылық факторларды қоса алғанда, рейстердің кешігуінің негізгі себептерін анықтау, Қазақстанның ірі авиакомпанияларының рейстерінің кешігу статистикасын талдау, әуе тасымалдарын жоспарлау және басқару процестерін оңтайландыру бойынша ұсыныстар әзірлеу болды.

Зерттеу нәтижесінде жедел жоспарлау жүйесін жақсартуды, кідірістерді болжау үшін цифрлық технологияларды енгізуді, әуежай инфрақұрылымын жаңғыртуды және нормативтік базаны жетілдіруді қоса алғанда, рейстердің кідірістерін азайту бойынша шаралар ұсынылды. Осы ұсынымдарды іске асыру авиатасымалдардың уақтылығын арттыруға және Қазақстанда жолаушыларға қызмет көрсету сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** рейстердің кешігуі, әуе көлігі нарығы, рейстердің жүйелілігі, әуежайлар, авиакомпаниялар, қызмет көрсету сапасы, ұшу қауіпсіздігі.

## PROBLEMS OF REGULARITY OF AIR TRANSPORTATION IN KAZAKHSTAN

**Abstract.** *The problem of flight delays is one of the key issues in the field of air transportation in Kazakhstan, having a significant impact on passenger service, airline operations and airport economics. Given the growth of passenger traffic and the active development of the aviation market, identifying and eliminating the causes of delays is becoming an important task to increase the competitiveness of the industry.*

*The subject of the study is the causes of flight delays and their impact on the efficiency of airlines and airports in Kazakhstan. The study solved such tasks as analyzing the current state of flight punctuality in Kazakhstan, identifying the main factors influencing delays, assessing the economic and social consequences of flight schedule violations, and developing recommendations to reduce delays and improve punctuality.*

*The purpose of the study was to study the causes of flight delays in the Kazakhstan air transportation market and to develop effective measures to minimize them.*

*The paper uses methods of statistical analysis, expert surveys, analysis of regulatory documents, as well as a comparative analysis of punctuality indicators of leading air carriers.*

*The main results of the study were the identification of key causes of flight delays, including weather conditions, technical malfunctions, airport congestion and organizational factors, the analysis of flight delay statistics of the largest airlines in Kazakhstan, the development of proposals to optimize the processes of planning and management of air transportation.*

*As a result of the study, measures have been proposed to reduce flight delays, including improving the operational planning system, introducing digital technologies to predict delays, modernizing airport infrastructure, and improving the regulatory framework. The implementation of these recommendations will improve the punctuality of air transportation and improve the quality of passenger service in Kazakhstan.*

**Keywords:** *flight delays, air transport market, flight regularity, airports, airlines, quality of service, flight safety.*

### Сведение об авторах

Абжапбарова Айнур Жадигеровна	к.т.н., профессор, Академия гражданской авиации, Алматы, Республика Казахстан, <a href="mailto:Ainur.abzhapbarova@mail.ru">Ainur.abzhapbarova@mail.ru</a>
Гармаш Ольга Валерьевна	к.т.н., ассоциированный профессор АГА, Академия гражданской авиации, Алматы, Республика Казахстан, e-mail: <a href="mailto:olm78@mail.ru">olm78@mail.ru</a>

### Авторлар туралы мәлімет

Абжапбарова Айнур Жадыгерқызы	т.ғ.к., профессор, Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан Республикасы, <a href="mailto:Ainur.abzhapbarova@mail.ru">Ainur.abzhapbarova@mail.ru</a>
Гармаш Ольга Валерьевна	т. ғ. к., аға қауымдастырылған профессор, Азаматтық авиация академиясы, Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: <a href="mailto:olm78@mail.ru">olm78@mail.ru</a>

### Information about the authors

Abzhapbarova Ainur Zhadigerovna	Candidate of Technical Sciences, Professor, Academy of Civil Aviation, Almaty, Republic of Kazakhstan, <a href="mailto:Ainur.abzhapbarova@mail.ru">Ainur.abzhapbarova@mail.ru</a>
Garmash Olga Valeryevna	Candidate of Technical Sciences, Associate Professor AGA, Academy of Civil Aviation, Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: <a href="mailto:olm78@mail.ru">olm78@mail.ru</a>