



Формирование транспортно-пересадочного узла с аэровокзалом международных и общественных авиалиний в неблагоприятных условиях города Иркутска

А.С. Ромыш¹✉, Ц.Б. Дагданова², М.Б. Хадеев³

¹ООО «Тентовые конструкции», г. Иркутск, Россия

^{2,3}Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Целью данной работы является исследование возможности строительства нового аэропорта в г. Иркутске в составе крупного транспортно-пересадочного узла на территории, равноудаленной от городов Иркутск, Ангарск и Шелехов, близко примыкающей к Восточно-Сибирской железнодорожной магистрали, федеральной автомобильной трассе Р-255 «Сибирь» и объездной дороге г. Иркутска. Для решения проблем необходимо оценить преимущества размещения нового аэропорта на предлагаемом участке по сравнению с расположением действующего аэропорта в черте города. Проведенный анализ и теоретические исследования транспортно-пересадочного узла и типов аэровокзалов показали, что формирование аэропорта как части транспортно-пересадочного узла с железнодорожным вокзалом и автовокзалом является наиболее правильным выходом для развития города. В работе использовался метод сравнительного анализа затрат времени пассажиров на проезд до нового аэровокзала и старого, который показал экономию времени пассажиров при переездах и пересадках при размещении аэропорта за пределами города, удобной доступности для жителей трех городов. Проведен анализ современных тенденций в развитии транспортно-пересадочного узла с рекомендациями по выбору определенного типа для условий города. Результатом предложения является увеличение пассажиропотока, площадей для обслуживания пассажиров и самолетов, увеличение длины взлетно-посадочных полос. Размещение аэропорта как части транспортно-пересадочного узла на свободной территории между тремя большими городами и модернизация обеспечат высокий уровень качества полетов и обслуживания пассажиров, повышение качества жизни горожан, значительное улучшение экологии города.

Ключевые слова: аэропорт, аэровокзал, пассажиропоток, транспортно-пересадочный узел, экология города

Для цитирования: Ромыш А.С., Дагданова Ц.Б., Хадеев М.Б. Формирование транспортно-пересадочного узла с аэровокзалом международных и общественных авиалиний в неблагоприятных условиях города Иркутска // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 3. С. 646–659. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-3-646-659>. EDN: OKVXOC.

Original article

Formation of a transport hub with an air terminal of international and public airlines under adverse conditions of Irkutsk

Alexey S. Romysh¹✉, Tsyredar B. Dagdanova², Mihail B. Khadeev³

¹ООО Tentovie Konstruktsii, Irkutsk, Russia

^{2,3}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The study is aimed at exploring the possibility of building a new airport in Irkutsk as part of a major transport hub on the territory equidistant from the cities of Irkutsk, Angarsk and Shelekhov, close to the East Siberian Railway, R255 Siberia Federal Highway and the bypass road of Irkutsk. This problem requires evaluating the advantages of locating a new airport on the proposed site compared to the

© Ромыш. А.С., Дагданова Ц.Б., Хадеев М.Б., 2024

location of the existing airport within the city. The analytical and theoretical studies of the transport hub and types of air terminals proved the formation of the airport as part of a transport hub with a railway station and a bus station to be the most appropriate solution for the development of the city. A comparative analysis of time necessary to get to the new air terminal and to the old one showed that passengers would save time if the airport is placed the outside the city due to its easy access for residents of three cities. The conducted analysis of current trends in the development of the transport interchange hub formed the basis for recommendations on the choice of a hub type appropriate for the conditions of the city. The proposed hub will increase passenger traffic, areas for servicing passengers and aircraft, and the length of runways. Placing the airport as part of a transport hub on a free territory between three large cities and modernization will ensure a high level of quality of flights and passenger service, increase the quality of life of citizens, and significantly improve the ecology of the city.

Keywords: airport, transport hub, airport terminal, passenger traffic, city ecology

For citation: Romysh A.S., Dagdanova T.B., Khadeev M.B. Formation of a transport hub with an air terminal of international and public airlines under adverse conditions of Irkutsk. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(3):646-659. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-3-646-659>. EDN: OKVXOC.

ВВЕДЕНИЕ

Город Иркутск – крупный административный, научный, культурный и промышленный центр Восточной Сибири, с численностью населения около 580 тыс. жителей, расположен на обоих берегах р. Ангары. Действующий аэропорт Иркутска был построен в 1933 г. на правом берегу реки, в непосредственной близости от общегородского центра с жилой застройкой. Взлетно-посадочная полоса была построена в 1953 г., в последующем проводилась ее реконструкция. Недостаточные размеры искусственной взлетно-посадочной полосы (ИВП) летной полосы ограничивают возможности аэропорта г. Иркутска для промежуточной посадки большегрузных самолетов на грузовых авиалиниях, соединяющих Юго-Восточную и Восточную Азию с Европой и по трансполярной магистрали через Северный полюс с Америкой. Поэтому повышение экономической эффективности аэропорта г. Иркутск невозможно без увеличения авиаперевозок, для чего необходимо обеспечить прием дальних магистральных самолетов (ДМС) пассажирского и грузового потоков [1–3].

Взлет и посадка самолетов в основном производится над центральной частью города и требует ограничения строительства жилой застройки на территории более 9,5 км², т. к. при полетах создается недопустимое шумовое воздействие на жилые кварталы и не обеспечивается безопасность жителей прилегающих районов. Город развивается, численность населения растет, но аэропорт и здание аэровокзала остаются без существенных изменений, в черте города. По объему пассажирских перевозок аэропорт относится ко II

классу. На сегодняшний день он работает на пределе возможностей и нуждается в расширении и модернизации.

Новый тип аэровокзалов начал формироваться в 60–70-е гг. XX века, и за это время он постоянно совершенствовался [4–7]. Помимо аэровокзала в городе есть другие транспортные сооружения: автовокзал, связывающий город с областью и соседними регионами, расположен в центре города, железнодорожный вокзал, который был построен на левом берегу р. Ангары в 1897–1898 гг. Время на пересадку с одного вида транспорта на другой растет и в крупных городах достигает 40–60 мин. Как следствие, появляется потребность в объединении нескольких видов транспорта в одном сооружении. Таким образом происходит формирование транспортно-пересадочных узлов (ТПУ).

Исследование проблем с транспортными связями в г. Иркутске, анализ доступности и местонахождения пассажирских вокзалов, и особенно проблем, связанных с авиаперевозками, не отвечающих современным требованиям, подвели к решению переноса аэропорта на новую площадку. Главной задачей выступает организация понятных и логичных путей пассажиропотоков, легкой транспортной доступности, комплексное формирование среды, соответствующей требованиям комфорта и удобства для пассажиров при всех видах передвижения [8].

Целью данной работы является исследование возможности формирования транспортно-пересадочного узла и строительства нового аэропорта с аэровокзалом международных и общественных авиалиний в г. Иркутске в составе крупного транспортно-пересадочного

узла на свободной, удаленной от города территории.

Соглашение между Администрацией Иркутской области и Федеральным агентством воздушного транспорта Министерства транспорта РФ от 12.07.06 г. предполагало строительство нового аэропорта для возможности приема и обслуживания тяжелых широкофюзеляжных воздушных судов типа Ан-124, Ил-86, Ил-96, Боинг 747 и увеличение размеров ИВПП летной полосы. Аэропорт за пределами города обеспечивал бы безопасность жителей и убирал шумовое воздействие на жилую территорию.

МЕТОДЫ

Анализ площадок для строительства

Проводилось изучение потенциальных площадок для строительства нового комплекса аэропорта, в том числе участка в 40 км к северо-востоку от центра г. Иркутска и в 15 км к востоку от с. Поздняково [9]. После анализа плюсов и минусов была выбрана площадка вблизи ущелья Глухая падь, как наиболее удобная, также учитывалось постановление мэра Ангарского муниципального образования о резервировании земельного участка для строительства авиатранспортного узла Иркутск-Новый от 10.10.06 г.

Данной работой предлагается формирование крупного ТПУ для авиапассажиров на территории Иркутского муниципального района, с удобными связями с железнодорожным

вокзалом и автовокзалом. Предлагаемый участок находится в непосредственной близости от Федеральной автомобильной трассы Р-255 «Сибирь», объездной дороги, объединяющей в единое транспортное кольцо города Иркутск, Ангарск и Шелехов, и Восточно-Сибирской железнодорожной магистрали [10]. Кроме того, территория равноудалена от трех больших городов: в 18 км западнее русла р. Ангары и г. Иркутск, в 26 км южнее г. Ангарска, в 13 км северо-западнее г. Шелехова и в 2 км западнее объездной дороги Ангарск–Шелехов [11, 12]. Сравнительный анализ радиусов доступности от трех городов до нового участка, технико-экономическое обоснование подтверждают преимущества размещения ТПУ на данной территории. Ограничение скоростного режима дорог составляет 90 км/ч, что позволит сократить время проезда до аэропорта.

Выявление основных тенденций в архитектуре аэровокзалов и их особенностей

Мировой опыт демонстрирует создание запоминающегося выразительного архитектурного облика зданий аэровокзалов как «ворот города» [13–21]. Современный аэровокзал формирует у человека образ города и включает в себя новые функции: досуг, развлечения, культурные мероприятия, торговлю, бытовые услуги, трансформируясь в социально активное пространство. В табл. 1 приведены примеры международных аэропортов с оригинальным архитектурным замыслом.

Таблица 1. Архитектура международных аэропортов
Table 1. Architecture of international airports

Год	Аэропорт, архитектор	Пример	Концепция формирования образа
1962	Аэропорт им. Джона Кеннеди, США. Архитектор: Ээро Сааринен		Архитектура аэровокзала воплощена в образе парящей птицы
2008	Международный аэропорт Шоуду, Китай. Архитектор: Рафаэль Виньоли		Общий силуэт, схожий с силуэтом дракона, придает сооружению восточные черты

Окончание таблицы 1

<p>2015</p>	<p>Международный аэропорт Курумоч. Архитектор: Дмитрий Овчаров</p>		<p>В интерьере использовалась тема космоса: Самара – один из центров космической промышленности страны</p>
<p>2017</p>	<p>Терминал аэропорта в Перми. Архитектурное бюро Асадова</p>		<p>Образное «деревянное крыло»</p>
<p>2018</p>	<p>Международный аэропорт Симферополь, Крым. Архитектурное бюро SAMOO Architects & Engineer s. Разработка архитектурной концепции.</p>		<p>Идея морской волны, которая раскрывается в движении, в материалах интерьера, в форме фасада, и связывает аэропорт с морем и крымским пейзажем</p>

Сравнительный анализ типов концепций современных пассажирских аэровокзалов и обоснование выбора перспективного варианта для г. Иркутска [22–26]

Простая концепция.

Самолеты на стоянках носовой частью обращены к аэровокзалу или от аэровокзала, для выруливания используют собственную тягу. Перрон располагают в стороне от аэровокзала для уменьшения шумов и выброса вредных газов (рис. 1а).

Линейная концепция

Удобное использование стоянки: самолеты размещаются под углом или параллельно аэровокзалу, носовой частью к зданию, обеспечивая простое маневрирование воздушного судна. Пространство между краем перрона и зданием используется для обслуживающего транспорта, пространство при носовой части самолета – для наземного обслуживания. Для

длинного фюзеляжа планируется соответствующая глубина перрона. Линейная и простая концепция открытого перрона дают возможность расширения (рис. 1б).

Полуостровная концепция

Этот вариант концепции – с длинными зонами ожидания, повторяя форму посадочной галереи, недостаточно комфортен для пассажиров. Самолеты размещаются у посадочных выходов с обеих сторон галереи под углом, параллельно или перпендикулярно (носовой частью к аэровокзалу) (рис. 2а).

Островная концепция

Островная концепция предполагает отдельно стоящее сооружение, с местами стоянки самолетов по кругу радиально, параллельно или иначе вокруг этого сооружения. Доступ пассажиров из аэровокзала в островное сооружение – по подземному или надземному переходу (рис. 2б).

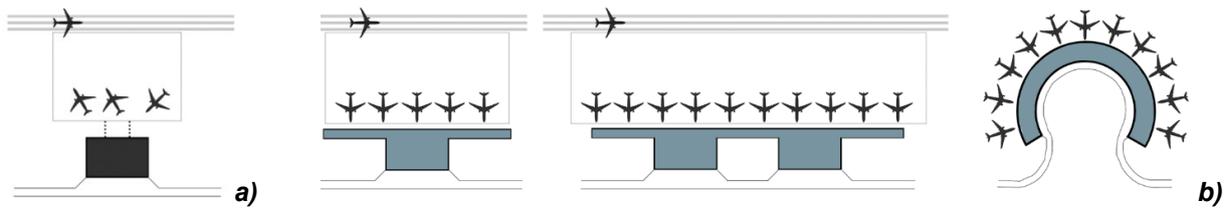


Рис. 1. а) Простая концепция; б) Линейная концепция
 Fig. 1. a) Simple concept; b) Linear concept

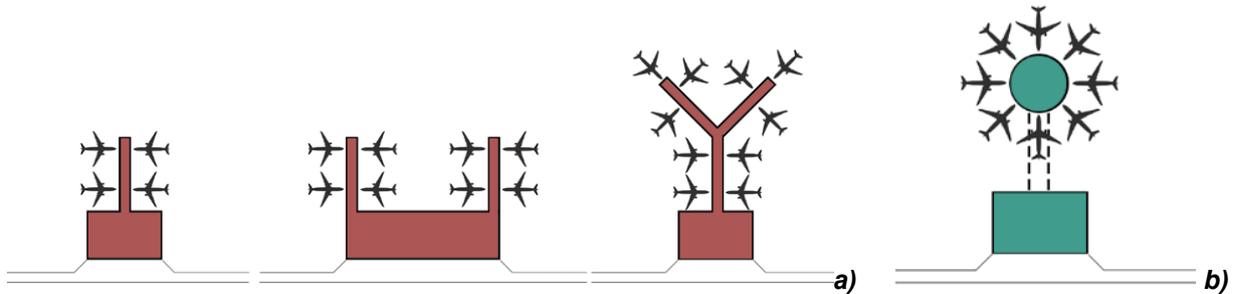


Рис. 2. а) Полуостровная концепция; б) островная концепция
 Fig. 2. a) Peninsular concept; b) island concept

Вывод: предпочтительна линейная концепция, со входом в самолет из здания аэропорта, дающая возможность для дальнейшего его развития.

Варианты размещения воздушных судов относительно здания аэровокзала (рис. 3):

- носовой частью к зданию аэровокзала, с использованием телескопических трапов при сокращении времени обслуживания самолета.

- носовой частью к зданию аэровокзала под углом, самолет выруливает самостоятельно, без тягача.

- носовой частью в сторону от здания аэровокзала под углом, подходит для небольших аэропортов.

- параллельно зданию аэровокзала. При островной концепции дает простоту в маневрировании для самолета.



Рис. 3. Схемы расположения воздушных судов относительно здания аэровокзала
 Fig. 3. Aircraft location diagrams relative to the terminal building

Наиболее оптимальным и распространенным считается расположение самолета носовой частью к аэровокзалу, т. к. посадочный телескопический трап удобнее использовать именно при таком расположении.

В остальных случаях шум от реактивной тяги самолета будет оставлять неприятные ощущения в здании аэровокзала.

Вывод: для г. Иркутска предлагается вариант с расположением носовой части самолета

к зданию аэровокзала, как наиболее безопасный и бесшумный.

Анализ планировочных вариантов при перемещении пассажиров внутри здания

Одной из основных задач при разработке здания аэровокзала является разделение потоков прибывающих и убывающих пассажиров [27].

При исключении встречных потоков пассажиров достигается экономия времени, легкая

ориентация в здании аэровокзала и комфорт обслуживания [28].

Подъездные пути / здание аэровокзала на одном уровне (рис. 4).

Схема встречается в небольших аэропортах. Небольшие встречные потоки пассажиров на одном уровне не конфликтуют из-за малого количества людей.



Рис. 4. Подъездные пути на одном уровне / здание аэровокзала на одном уровне
Fig. 4. Access roads on one level / terminal building on one level

Подъездной путь на одном уровне / здание аэровокзала на двух уровнях. Пассажиропотоки пересекаются лишь у входа/выхода здания. Второй уровень используют для посадки пассажиров с использованием телескопических трапов (рис. 5). Подъездные пути / здание аэровокзала на двух уровнях.

Удобная для пассажиров схема. Первый уровень предназначен для прибывающих пассажиров, второй уровень для убывающих (рис. 6). Подъездные пути на одном уровне / здание аэровокзала на двух уровнях. Необычная схема для аэровокзала. Здание можно разместить над дорогой (рис. 7)¹.

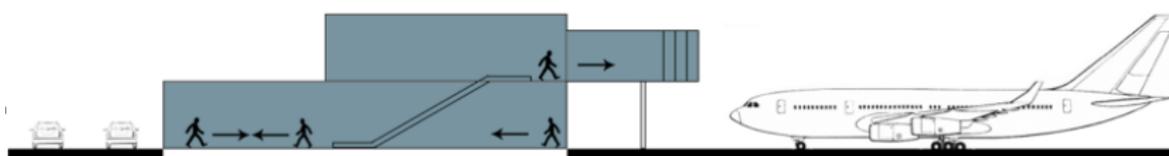


Рис. 5. Подъездной путь на одном уровне / здание аэровокзала на двух уровнях
Fig. 5. Access roads on one level / terminal building two levels

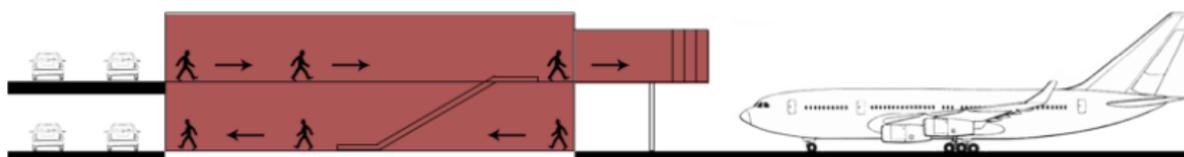


Рис. 6. Подъездные пути на двух уровнях / здание аэровокзала на двух уровнях
Fig. 6. Access roads on two levels / terminal building on two levels

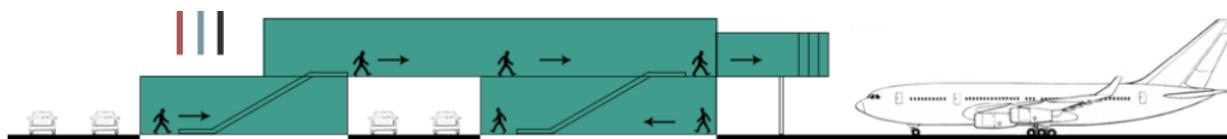


Рис. 7. Подъездные пути на одном уровне / здание аэровокзала на двух уровнях
Fig. 7. Access roads on two levels / terminal building on two levels

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обоснование выбора участка для строительства нового аэровокзала как части транспортно-пересадочного узла [29]

В пользу данного участка для размещения

на нём аэропорта можно привести следующие пункты:

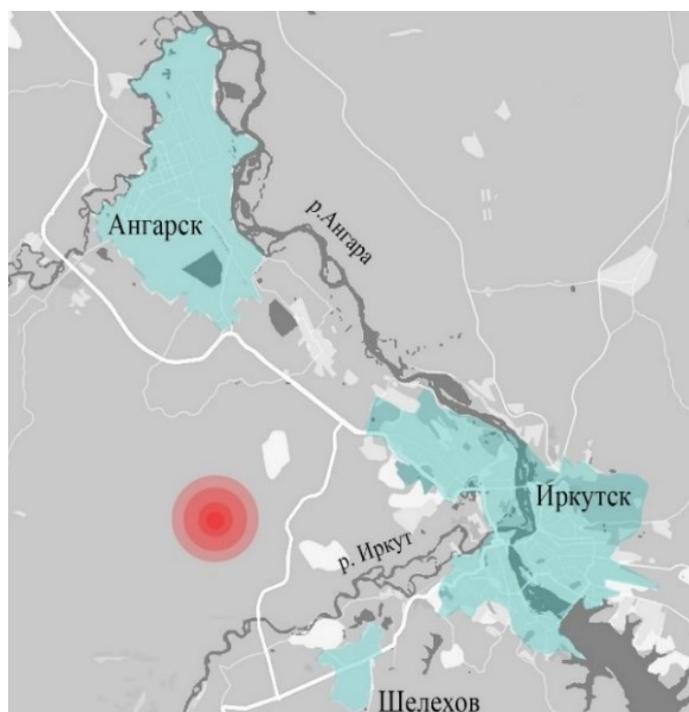
1. Равноудаленность предлагаемого участка для нового аэропорта (рис. 8).
2. Удобная доступность для жителей

¹Бажов Л.Б. Аэропорты и их эксплуатация: учебное пособие. Ульяновск: УВАУ ГА, 2008. 66 с.

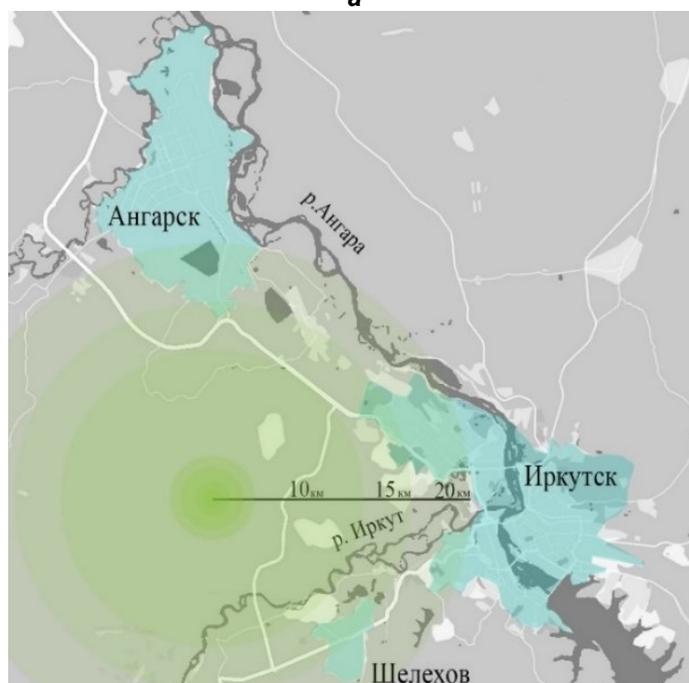
г. Иркутска, Ангарска и Шелехова без излишних затрат времени, ресурсов на передвижение по центру города в условиях перегруженности улиц и транспортных пробок. На рассматриваемой территории по левую сторону от р. Ангары проходят Восточно-Сибирская железнодорожная магистраль, федеральная автомобильная трасса Р-255 «Сибирь» и объ-

ездная дорога г. Иркутска, что дает явные преимущества предлагаемого участка для строительства нового ТПУ с аэровокзалом в Иркутском регионе (рис. 9) [30, 31].

Это предложение предпочтительнее в сравнении с другими вариантами размещения крупного ТПУ в плане экономии ресурсов, средств и времени.



а



б

Рис. 8. а) Расположение нового транспортно-пересадочного узла (обозначено красным); б) радиусы доступности
Fig. 8. a) Location of the new transport hub (indicated in red); b) availability radii

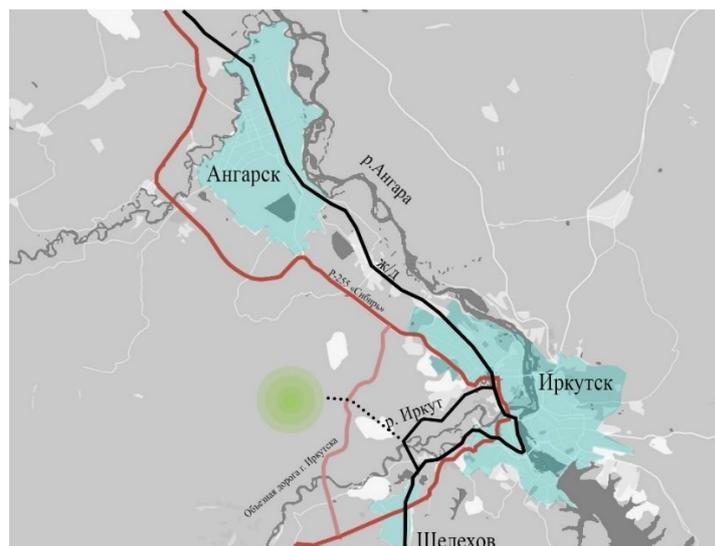


Рис. 9. Схема транспортной доступности предлагаемой территории аэропорта (Зеленый круг – участок аэропорта; черная сплошная линия – Восточно - Сибирская железнодорожная магистраль, черная пунктирная линия – железная дорога для электрички и автотрасса; красная линия - федеральная автотрасса Р-255 «Сибирь»; розовая линия - объездная дорога Ангарск – Шелехов)

Fig. 9. The scheme of transport accessibility of the proposed airport territory (Green circle - airport section; black solid line - East Siberian Railway, black dotted line - railway for electric trains and highway; red line - federal highway R-255 "Siberia"; pink line - bypass road Angarsk - Shelekhov)

3. Одним из важных критериев размещения аэропорта является рельеф местности. Территория проектируемого международного аэропорта в составе ТПУ попадает в неблагоприятные условия рельефа. Рельеф представлен рядом холмов, вытянутых с юго-востока на северо-запад, разделенных глубокими падами. Перепад высот рельефа составляет около 50 м (рис. 10). Хотя чаще для снижения объема земляных работ при строительстве аэропортов выбирают участок со спокойным рельефом, но, поскольку другие

варианты размещения нового аэропорта в г. Иркутске или застроены, или имеют схожий рельеф, или находятся близко к городской застройке, результатом исследования предлагается территория к западу от города в районе Глухой пади на левом берегу р. Ангары. В соответствии с Федеральными Авиационными правилами полетов в воздушном пространстве в Российской Федерации аэродром на пересеченном рельефе местности с абсолютными отметками, превышающими значения 500 метров, может считаться горным (рис. 11).

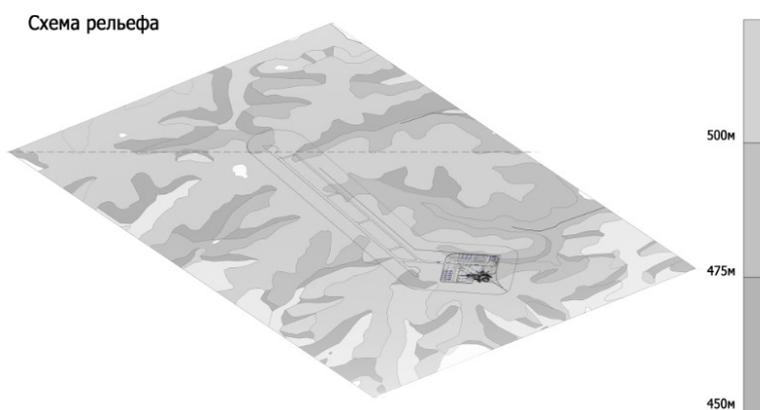


Рис. 10. Схема размещения аэропорта в зоне неблагоприятного рельефа
Fig. 10. Layout of the airport in an unfavorable terrain area

4. Летное поле предполагается разместить на вершине одной из гряд.

Господствующие ветры влияют на направление взлетно-посадочной полосы, в проектном решении они располагаются вдоль преобладающих С-З ветров, что необходимо для более прогнозируемого управления самолетом, во избежание боковых сносов судна вблизи земной поверхности (рис. 12).

Ось летной полосы будет ориентирована с МКдос" 150-330° по направлению господствующих ветров.

Ориентация новой ВПП и ее размещение на местности были приняты из следующих условий:

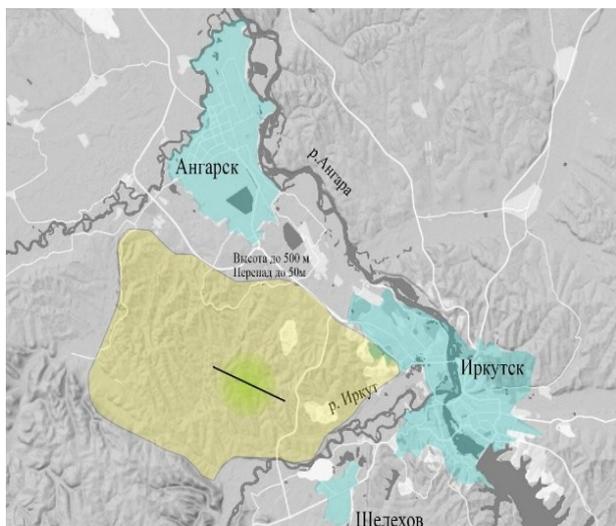


Рис 11. Рельеф и линия взлетно-посадочных полос аэропорта
Fig. 11. Terrain and line of airport runways

5. Задача организации понятных и коротких путей передвижения пассажиров с возможностью пересадок с одного вида транспорта на другой решена путем переноса части железнодорожной магистрали с обходом города севернее, от станции Иркутск-Сортировочный. Главный городской железнодорожный вокзал становится ТПУ-1 с пригородными электричками и городским автотранспортом, откуда иркутяне могут проследовать в новый аэропорт. Направление Иркутск – Аэропорт-Новый дублируется скоростной автотрассой. Пассажиры электричек из г. Ангарск и Шелехов достигают непосредственно аэровокзала, а пассажиры поездов дальних направлений делают пересадку на скоростной автобус до аэропорта в новом ТПУ-2 на пересечении железнодорожной линии и автотрассы.

– снижение шумового воздействия от посадок и взлетов воздушных судов на селитебную территорию в пределах границ городской застройки. Возможность эксплуатации аэродрома в более выгодных условиях с точки зрения ветровой загрузки и высотных препятствий в приаэродромной территории;

– при размещении ВПП полосы воздушных подходов с обоих направлений свободны от препятствий.

Высота местности (абсолютная отметка) также играет роль: чем выше участок, тем более разрежен воздух, и самолету потребуются взлетно-посадочная полоса длиннее и шире, чем при более низкой абсолютной отметке.

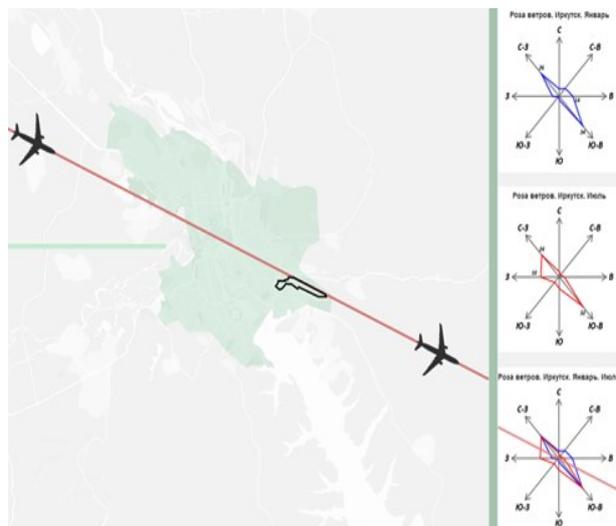


Рис. 12. Схемы преобладающих ветров С-З и Ю-В
Fig. 12. Schemes of prevailing winds N-W and S-E

Для ТПУ предлагается использовать четыре вида транспорта:

- индивидуальный автотранспорт и такси;
- общественный транспорт (трамваи и маршрутные автобусы);
- железнодорожный транспорт (электрички Ангарск–Иркутск–аэропорт–Шелехов);
- воздушный транспорт.

В табл. 2 приведены сравнительные данные средних затрат времени пассажиров для проезда в аэропорт по состоянию на 2023 г. и в новый аэропорт (по проекту). Внутри здания аэровокзала для удобства и экономии времени авиапассажиров предлагается вертикальное зонирование в двух уровнях разнонаправленных пассажиропотоков, с одноуровневыми подъездными путями. Как вариант, для прямой связи аэровокзала с железной дорогой используется подземный уровень (рис. 13, 14).

Таблица 2. Сравнительные затраты времени на проезд
Table 2. Comparative travel time

Маршрут	2023 г.		По проекту	
	Ангарск–аэропорт	Электричка+автобус 1 ч 30 мин	Такси 1 ч 20 мин	Электричка 1 ч
Иркутск– левобережный- аэропорт	Автобус 30–40 мин	Такси 20–30 мин	Электричка 15–20 мин	Такси 30 мин
Шелехов– аэропорт	Электричка+автобус 1 ч	Такси 50 мин	Электричка 15 мин	Такси 15 мин

Примечание: время ориентировочное, без учета транспортных пробок

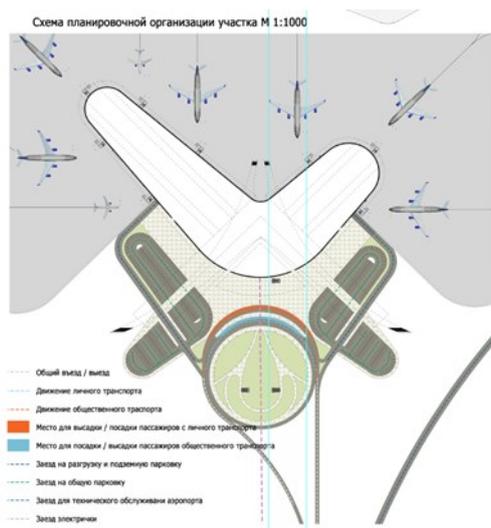


Рис. 13. Схема генерального плана проектируемого аэропорта
Fig. 13. Scheme of the master plan of the designed airport



Рис. 14. Общий вид аэропорта
Fig. 14. General view of the airport

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Современное техническое состояние существующего аэропорта г. Иркутск, его местоположение ограничивают возможности его расширения для приема и обслуживания тяжелых широкофюзеляжных воздушных судов типа Ан-124, Ил-86, Ил-96, Боинг 747.

2. Формирование транспортно-пересадочного узла в г. Иркутске на предлагаемой проектом территории в районе Глухой пади является оптимальным в плане:

- доступности аэропорта не только для жителей г. Иркутска, но еще и Ангарска и Шелехов;
- разгрузки улиц г. Иркутска от автомобильного транспорта и транзита авиапассажиров через перегруженную транспортом центральную часть города;
- уменьшения затрат времени для проезда в аэропорт и повышения уровня комфорта проезда;

– улучшения экологии города из-за значительного сокращения выбросов CO₂ в атмосферу;

– развития международного туризма и, как следствие, развития экономического, культурного потенциала и торговли Иркутского региона.

3. Рассматриваемая площадка дает возможность для строительства и расширения аэропорта для приема и обслуживания тяжелых широкофюзеляжных воздушных судов и планируемого увеличения объемов грузоперевозок и пассажиров.

4. С учетом рекомендаций, схем, особенностей проектирования аэропортов, местных условий предлагается линейная концепция пассажирского аэровокзала с носовым расположением самолетов к зданию аэровокзала со стороны выхода пассажиров на посадку.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лошаков П.И., Негода М.В. Значимость транспортно-пересадочных узлов в системе городской инфраструктуры // *Инновации и инвестиции*. 2022. № 7. С. 128–132. EDN: VUCMSX.
2. Медведев П.В. Формирование транспортно-пересадочных узлов в городах // *Вестник Университета*. 2014. № 11. С. 120–124. EDN: SXHJLB.
3. Lijun Chen, Haiping Zhang, Zhiqiang Wang Township Development and Transport Hub Level: Analysis by Remote Sensing of Nighttime Light // *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15. Iss. 4. P. 1–19. <https://doi.org/10.3390/rs15041056>.
4. Вакуленко С.П., Евреенова Н.Ю. Транспортно-пересадочные узлы – основа мультимодальных пассажирских перевозок // *Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2019)*. Материалы двенадцатой Междунар. Конф. (г. Москва, 01–03 октября 2019 г.). М., 2019. С. 590–598. <https://doi.org/10.25728/mlsd.2019.2.0590>. EDN: NGENMH.
5. Власов Д.Н. Транспортно-пересадочные узлы: монография. М.: Московский государственный строительный университет, 2017. 192 с.
6. Воронов В.А., Чистяков К.Ю. Транспортно-пересадочные узлы и интермодальные комплексы. Термины и определения // *Архитектура и современные информационные технологии*. 2020. № 3 (52). С. 252–264. <https://doi.org/10.24411/1998-4839-2020-15214>. EDN: PVFFBO.
7. Hachette M., L'Hostis A. Mobility Hubs, an Innovative Concept for Sustainable Urban Mobility? // *Smart Cities. Studies in Energy, Resource and Environmental Economics*. Springer: Cham, 2024. P. 245–278. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35664-3_14.
8. Бовэнь Ц., Чупарин Е.Н. Восемь принципов развития транспортно-пересадочных узлов (на примере станции Иркутск-Сортировочный) // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2017. Т. 7. № 4 С. 225–234. EDN: YLNXL.
9. Шаймарданова К.А., Прокофьев Е.И. Интеграция транспортно-пересадочных узлов в городскую среду // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2022. № 4 (62). С. 153–162. https://doi.org/10.52409/20731523_2022_4_153. EDN: XIXIKV.
10. Jaehyun (Jason) So, Munhyun Chae, Jiho Hong, Juhyoun Youm, Sang Hyun Kim, Jinhee Kim Integrated Mobility Hub Location Selection for Sustainable Urban Mobility // *Sustainable Cities and Society*. 2023. Vol. 99. P. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104950>.
11. Шаймарданова К.А., Прокофьев Е.И. Транспортно-пересадочный узел как градообразующий фактор развития периферийных территорий // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2019. № 4 (50). С. 175–182. EDN: QERDVI.
12. Сальникова А.Д., Баните А.В., Плотников Д.Г., Кашталинский А.С. Формирование системы транспортно-пересадочных узлов в городской агломерации // *Автоматика на транспорте*. 2023. Т. 9. № 1. С. 87–98. <https://doi.org/10.20295/2412-9186-2023-9-01-87-98>. EDN: NRZVZMG.
13. Боловинцев М.Ю. Зарубежный опыт функционирования транспортно-пересадочных узлов // *STUDNET*. 2022. Т. 5. № 1. С. 248–255. EDN: DENBSK.
14. Напреенко Л.С. ТПУ-дизайн: гамма цветов и материалов // *Человек и культура*. 2021. № 2. С. 28–37. <https://doi.org/10.25136/2409-8744.2021.2.35611>. EDN: UOFDPJ.
15. Zhuzhgova Yu.E., Savelieva V.V. On The Formation of Transport Interchange Hubs (TPU) In The City of Yekaterinburg // *International Scientific and Practical Conference "Railway Transport and Technologies" (RTT-2021)*. Collection of Conference Materials. 2023. Vol. 2624. Iss. 1. <https://doi.org/10.1063/5.0133312>. EDN: SYHWTU.
16. Terekhova A.I., Vlasov D.N. Classification of Transport-Transfer Hubs, Taking into Account the Interaction of Modes of Transport in Cities with Million-Strong Cities // *XII International Scientific and Practical Forum "Environmentally Sustainable Cities and Settlements: Problems and Solutions" (ESCP-2023)*. E3S Web Conf. 2023. Vol. 403. P. 1–11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340307021>.
17. Kalyuzhnyi N.A., Losin L.A. A Method of Mathematical Modeling for Transfer Hub Establishment in Saint Petersburg // *Transportation Research Procedia*. 2018. Vol. 36. P. 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.075>.
18. Patil D.R., Raj M.P. The Architecture of Airport Terminals: Gateway to A City // *Creative Space*. 2019. Vol. 7. Iss. 1. P. 11–18. <https://doi.org/10.15415/cs.2019.71002>.
19. Jones W. *New Transport Architecture: Travel Hubs in the 21st Century*. New York: Octopus Books, 2006. 272 p.
20. Elshater A.M., Ibraheem F. From Typology Concept to Smart Transportation Hub // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 153. P. 531–541. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.086>.
21. Jie Lv, Jianmin Guo, Jin Li From "Comprehensive Transportation Hub" to "City New Sitting Room" – Overall The Design about Jinan East District Comprehensive Transportation Hub // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017. Vol. 81. P. 1–9. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/81/1/012131>.

22. Азаренкова А.З. Планировочная организация транспортно-пересадочных узлов // *Academia. Архитектура и строительство*. 2011. № 1. С. 76–80. EDN: OOEUOX.
23. Хайруллина Ю.С. Общие положения функционально-пространственной организации современного транспортно-коммуникационного узла // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2011. № 4 (18). С. 155–165. EDN: OKGCQB.
24. Безверхая Е.П., Скопинцев А.В. Функционально-типологические модели в архитектуре интермодальных транспортно-пересадочных узлов // *Архитектура и современные информационные технологии*. 2019. № 3 (48). С. 135–147. EDN: YUPUWH.
25. Staniewska A., Sykta I., Ozimek A., Barnaś K., Dudek M., Marasik M. [et al.] Framework for the Design of a Small Transport Hub as an Interdisciplinary Challenge to Implement Sustainable Solutions // *Sustainability*. 2023. Vol. 15. Iss. 14. <https://doi.org/10.3390/su151410975>.
26. Дмитриев А.С., Евстигнеев В.Д. Транспортно-пересадочные узлы, проблемы организации движения людских потоков // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2018. № 3. С. 60–64. https://doi.org/10.12737/article_5abfc9ba7d4db8.70225889. EDN: YVAQHU.
27. Данилина Н.В., Привезенцева С.В. Маломобильные группы населения в транспортно-пересадочных узлах // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2018. Т. 20. № 3. С. 49–56. <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2018-20-3-49-56>. EDN: XQWPDV.
28. Бовэнь Ц., Чупарин Е.Н., Смолин Е.Е. Интеграция в транспортно-пересадочных узлах // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2018. Т. 8. № 1. С. 233–244. EDN: YUVVPJ.
29. Грефенштейн А.П. Анализ системы общественного транспорта при создании транспортно-пересадочных узлов // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие» (г. Санкт-Петербург, 29–31 мая 2019 г.). СПб., 2019. С. 247–251. EDN: ZWMTSP.
30. Escherle S., Sprung A., Bengler K. How Will Automated Trucks Change the Processes and Roles in Hub-to-Hub Transport? // *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems*. 2023. P. 51–69. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35678-0_4.

REFERENCES

1. Loshakov P.I., Negoda M.V. Importance of Transport Hubs in The System of Urban Infrastructure. *Innovation and Investment*. 2022;7:128-132. (In Russ.). EDN: VUCMSX.
2. Medvedev P.V. The Creation of Transport Hubs in Cities. *Vestnik universiteta*. 2014;11:120-124. (In Russ.). EDN: SXHJLB.
3. Lijun Chen, Haiping Zhang, Zhiqiang Wang Township Development and Transport Hub Level: Analysis by Remote Sensing of Nighttime Light. *Remote Sensing*. 2023;15(4):1-19. <https://doi.org/10.3390/rs15041056>.
4. Vakulenko S.P., Evreenova N.Yu. Transport Hubs Are the Basis of Multimodal Passenger Transportation. In: *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sistem (MLSD'2019). Materialy dvenadtsatoi mezhdunarodnoi konferentsii = Managing The Development of Large-Scale Systems (MLSD'2019). Proceedings of The Twelfth International Conference*. 01–03 October 2019, Moscow. Moscow; 2019. p. 590–598. (In Russ.). <https://doi.org/10.25728/mlsd.2019.2.0590>. EDN: NGENMH.
5. Vlasov D.N. *Transport Hubs: Monograph*. Moscow: Moscow State Construction University, 2017. 192 p.
6. Voronov V.A., Chsityakov K.Yu. Transport Interchange Hubs and Intermodal Complexes. Terms and Definitions. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2020;3(52):252-264. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/1998-4839-2020-15214>. EDN: PVFFBO.
7. Hachette M., L'Hostis A. *Mobility Hubs, an Innovative Concept for Sustainable Urban Mobility?* Smart Cities. *Studies in Energy, Resource and Environmental Economics*. Springer: Cham, 2024. p. 245–278. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35664-3_14.
8. Boven Z., Chuparin E.N. Eight Principles of Development of Transport-Transfer Hubs (At The Example of Station Irkutsk-Sortirovochnii). *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2017;7(4):225-234. (In Russ.). EDN: YLNXJL.
9. Shaimardanova C.A., Prokofiev E.I. Integration of Transport Hubs into The Urban Environment. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2022;4(62):153-162. (In Russ.). https://doi.org/10.52409/20731523_2022_4_153. EDN: XIXIKV.
10. Jaehyun (Jason) So, Munhyun Chae, Jiho Hong, Juhyoun Youm, Sang Hyun Kim, Jinhee Kim Integrated Mobility Hub Location Selection for Sustainable Urban Mobility. *Sustainable Cities and Society*. 2023;99:1-16. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104950>.
11. Shaimardanova K.A., Prokofiev E.I. Transport Interchange Hub as A City-Forming Factor in The Development of Peripheral Territories. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2019;4(50):175-182. (In Russ.). EDN: QERDVI.

12. Sal'nikova A.D., Banite A.V., Plotnikov D.G., Kashtalinskiy A.S. Formation of Transport Hub System in Urban Agglomeration. *Transport Automation Research*. 2023;9(1):87-98. <https://doi.org/10.20295/2412-9186-2023-9-01-87-98>. EDN: NRZVMG.
13. Bolovintsev M.Yu. Foreign Experience of Functioning Transport and Transfer Hubs. *STUDENT*. 2022;5(1):248-255. (In Russ.). EDN: DENBSK.
14. Napreenko L.S. TPU-Design: A Range of Colors and Materials. *Man and Culture*. 2021;2:28-37. (In Russ.). <https://doi.org/10.25136/2409-8744.2021.2.35611>. EDN: UOFDPJ.
15. Zhuzhgova Yu.E., Savelieva V.V. On The Formation of Transport Interchange Hubs (TPU) In The City of Yekaterinburg. *International Scientific and Practical Conference "Railway Transport and Technologies" (RTT-2021). Collection of Conference Materials*. 2023;2624(1) <https://doi.org/10.1063/5.0133312>. EDN: SYHWTU.
16. Terekhova A.I., Vlasov D.N. Classification of Transport-Transfer Hubs, Taking into Account the Interaction of Modes of Transport in Cities with Million-Strong Cities. *XII International Scientific and Practical Forum "Environmentally Sustainable Cities and Settlements: Problems and Solutions" (ESCP-2023). E3S Web Conf*. 2023;403:1-11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340307021>.
17. Kalyuzhnyi N.A., Losin L.A. A Method of Mathematical Modeling for Transfer Hub Establishment in Saint Petersburg. *Transportation Research Procedia*. 2018;36:245-251. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.075>.
18. Patil D.R., Raj M.P. The Architecture of Airport Terminals: Gateway to A City. *Creative Space*. 2019;7(1):11-18. <https://doi.org/10.15415/cs.2019.71002>.
19. Jones W. *New Transport Architecture: Travel Hubs in the 21st Century*. New York: Octopus Books, 2006. 272 p.
20. Elshater A.M., Ibraheem F. From Typology Concept to Smart Transportation Hub. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014;153:531-541. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.086>.
21. Jie Lv, Jianmin Guo, Jin Li From "Comprehensive Transportation Hub" to "City New Sitting Room" – Overall The Design about Jinan East District Comprehensive Transportation Hub. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017;81:1-9. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/81/1/012131>.
22. Azarenkova Z.V. Planning Organization of Transport Transferring Junction. *Academia. Architecture and Construction*. 2011;1:76-80. (In Russ.). EDN: OOEUX.
23. Khayrullina Y.S. General Focus Points of Modern Transport and Communication Node Model. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2011;4(18):155-165. (In Russ.). EDN: OKGCQB.
24. Bezverkhaya E.P., Scopintsev A.V. Functional-Typological Models in Architecture of Intermodal Transport Hub. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2019;3(48):135-147. (In Russ.). EDN: YUPUWH.
25. Staniewska A., Sykta I., Ozimek A., Barnas K., Dudek M., Marasik M. [et al.] Framework for the Design of a Small Transport Hub as an Interdisciplinary Challenge to Implement Sustainable Solutions. *Sustainability*. 2023;15(14) <https://doi.org/10.3390/su151410975>.
26. Dmitriev A.S., Evstigneev V.D. Transport Interchange Hubs and Problems of Human Flows Traffic Organization. *Bulletin of Belgorod State Technological University Named After. V.G. Shukhov*. 2018;3:60-64. (In Russ.). https://doi.org/10.12737/article_5abfc9ba7d4db8.70225889. EDN: YVAQHU.
27. Danilina N.V., Privezentseva S.V. Disabled People in Public Transport Transfer Hubs. *Journal of Construction and Architecture*. 2018;20(3):49-56. (In Russ.). <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2018-20-3-49-56>. EDN: XQWPDV.
28. Boven Z., Chuparin E.N., Smolin E.E. Integration in Vehicle and Transportation Hubs. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2018;8(1):233-244. (In Russ.). EDN: YUVVPJ.
29. Grefenshteyn A.P. Analysis of The Public Transport System When Creating Transport Transit Hubs. In: *Sbornik izbrannykh statei po materialam nauchnykh konferentsii GNII «Natsrazvitie» = Collection of selected articles based on scientific conferences of the State Research Institute "National Development"*. 29–31 May 2019, Saint Petersburg. Saint Petersburg; 2019. p. 247–251. (In Russ.). EDN: ZWMTSP.
30. Escherle S., Sprung A., Bengler K. How Will Automated Trucks Change the Processes and Roles in Hub-to-Hub Transport? *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems*. 2023:51-69. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35678-0_4.

Информация об авторах

Ромыш Алексей Сергеевич,
архитектор,
ООО «Тентовые конструкции»,
664056, г. Иркутск, ул. Безбокова, 30/6, Россия
✉ e-mail: asromysh@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-1781-1522>

Information about the authors

Alexey S. Romysh,
Architect,
ООО Tentovie Konstruktsii,
30/6, Bezbokov St., Irkutsk 664056, Russia
✉ e-mail: asromysh@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0006-1781-1522>

Дагданова Цыредарь Баторовна,
доцент, профессор кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: dagda40@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0003-1575-1739>
Author ID: 813609

Хадеев Михаил Борисович
доцент, доцент кафедры архитектурного проектирования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: m-1@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-6377-4623>
Author ID: 1207233

Tsyredar B. Dagdanova,
Associate Professor, Professor of the Department of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
e-mail: dagda40@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0003-1575-1739>
Author ID: 813609

Mihail B. Khadeev,
Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architectural Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
e-mail: m-1@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0001-6377-4623>
Author ID: 1207233

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 17.05.2024.
Одобрена после рецензирования 14.06.2024.
Принята к публикации 19.06.2024.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 17.05.2024.
Approved after reviewing 14.06.2024.
Accepted for publication 19.06.2024.