

Голованов Игорь Григорьевич,
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: golovanov_ig@mail.ru

Дюндик Сергей Евгеньевич,
студент гр. ЭЭз-24-1, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: neo__@list.ru

Дюндик Валентина Николаевна,
студентка гр. ЭЭ-25-1, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: dykovav@mail.ru

Смышляев Всеволод Викторович,
студент гр. ЭЭ-23-1, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: romanovvsevolod304@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ НОВОГО АЭРОПОРТА ИРКУТСКА (ПАДЬ «КЛЮЧЕВАЯ»)

Golovanov I.G Dyundik S.E., Dyundik V.N., Smyshlyaev V.V.

IMPROVING THE RELIABILITY OF POWER SUPPLY AND FLIGHT SAFETY AT THE NEW IRKUTSK AIRPORT (KLYUCHEVAYA VALLEY)

Аннотация. Рассмотрен вопрос о внедрении современных технологий в системы электроснабжения нового аэропорта Иркутска (падь Ключевая) с целью обеспечения надёжности электроснабжения и повышения безопасности полётов.

Ключевые слова: электроснабжение аэродромов, безопасность полётов, светотехническое оборудование аэродромов, энергоэффективность.

Abstract. The issue of introducing new technologies into the power supply systems of the new airport of Irkutsk Klyuchevaya valley was considered. To ensure the reliability of power supply and improve flight safety

Keywords: power supply of aerodromes, flight safety, lighting equipment of aerodromes, energy efficiency.

24 июня 1925 года в Иркутске совершили посадку 6 самолётов, которые совершали исторический перелёт по маршруту Москва – Иркутск – Улан-Батор – Пекин. Перелётом руководил И.П. Шмидт. На рисунке 1 представлены заголовки газет того времени о перелёте из Москвы в Китай [1]. Это событие дало старт началу авиационного освоения Сибири. 24 июня 1925 года объявлено днём основания аэропорта Иркутска. 30 декабря 1954 года постановлением Совета министров СССР аэропорт Иркутска получил статус международного. Первый рейс был выполнен в Пекин. 15 сентября 1956 года – открыта первая в СССР пассажирская авиалиния Москва – Иркутск на реактивном самолете ТУ-104 (рисунок 2) [1]. Рейс выполнил московский экипаж под руководством командира Е.П. Барабаша. Минуло более 100 лет с того времени, как аэропорт города Иркутска стал одним из ведущих аэропортов в Сибири. В далёком 1925 году аэропорт Иркутска находился в нескольких километрах от центра города Иркутск. Сейчас аэропорт Иркутск входит в черту города. Воздушные суда (ВС) выполняют взлёт и посадку над жилыми районами города Иркутска и близлежащими населёнными

пунктами, что является небезопасным для города и окружающей инфраструктуры. История аэропорта Иркутск имеет такой негативный опыт, как падение ВС на территории города или выкатка ВС за территорию аэродрома. Количество пассажиров и груза, который проходит через аэропорт, растёт.



Рисунок 1 – Заголовки газет о перелёте самолётов по маршруту Москва – Пекин



Рисунок 2 – Первые реактивные пассажирские самолёты Ту-104 в аэропорту Иркутск

За 2025 год пассажиропоток вырос на 2,7% – в аэропорту обслужили 4048738 пассажиров, (годом ранее, в 2024 – 3942092 пассажира) [2]. В 2025 году из Иркутска открыли новые направления: Самара, Томск, Горно-Алтайск, Абакан, Боракай, Андижан. Авиакомпания Air China открыла рейсы в Пекин. В феврале 2025 года президент Владимир Путин одобрил строительство нового аэропорта для Иркутска. Росавиация и «Ростех» согласовали место размещения авиаузла

в пади Ключевая. Строительство аэропорта предполагается в 36 км от Иркутска и 24 км от Ангарска. Выделяются инвестиции в новый аэропорт Иркутска – около 100 млрд рублей.

Современный аэропорт Иркутск – крупное производственное предприятие, на котором трудится около двух тысяч человек. Основная задача обслуживающего персонала аэропорта – обеспечение безопасности полётов. Безопасность полетов (БП) – комплексная характеристика, которая соединяет в себе соблюдение правил эксплуатации ВС на земле и в воздухе без угрозы для жизни и здоровья людей. Эксплуатация воздушных судов на земле включает комплекс мероприятий, связанных с обеспечением безопасности полётов, обслуживанием воздушных судов и другими аспектами, необходимыми для бесперебойной работы аэропорта. Надёжность электроснабжения аэропортов остается одним из ключевых факторов безопасности воздушного движения и его обслуживания.

Требования по обеспечению безопасности полётов определяются следующими руководствами: международной организации гражданской авиации – ICAO Doc 9137-AN/898 «Руководство по аэропортовым службам» и Руководством по электросветотехническому обеспечению полётов в ГА РФ (РУЭСТОП ГА-95) [3, 4]. Электроснабжением всех служб аэропорта занимается служба ЭС-ТОП (Электросветотехническое обеспечение полётов). ЭСТОП предназначена для светотехнического обеспечения полётов ВС и централизованного электроснабжения аэропорта и его объектов.

Аэропорт Иркутск относится к потребителям первой категории, который обеспечивается электроснабжением от двух независимых источников и имеет третий источник – особую группу, которая обеспечивает аварийное электроснабжение потребителя при выходе из строя двух независимых источников электроснабжения. Для обеспечения аварийного электроснабжения большинство аэропортов используют дизель-генераторные установки (ДГУ), которые должны вводиться в работу не позднее 15 секунд после исчезновения основного питания [5]. На рисунке 3 представлена схема включения ДГУ в систему электроснабжения аэропорта.

Работа схемы (рисунок 3) выполняется следующим образом. При отключении основных источников электроснабжения включается автоматическое включение резерва (АВР) ДГУ, которая переводит переключение электропитания потребителей на шины ДГУ и обеспечивает запуск ДГУ. На время запуска бестоковую паузу компенсируют аккумуляторные батареи источника бесперебойного питания (ИБП).

ДГУ имеет следующие недостатки:

- инерционность при запуске;
- повышенная экологическая нагрузка на окружающую среду.

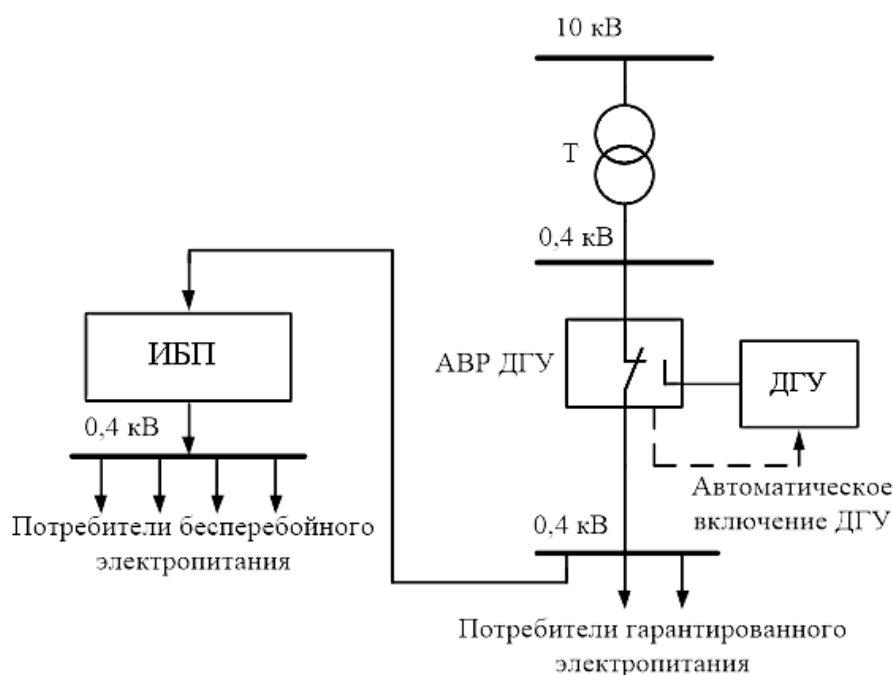


Рисунок 3 – Схема включения ДГУ в систему электроснабжения аэропорта

Современные ДГУ с электронным управлением при запуске обеспечивают бестоковую паузу от 8 до 15 секунд. Но оборудование, обеспечивающее управление воздушным движением в районе аэропорта и обеспечение взлёта и посадки, а также связь, навигация ставят жёсткие требования по бестоковой паузе системы электроснабжения: перерыв в электропитании должен быть не более полпериода тока питающей сети, т.е. при частоте 50 Гц, это – 10 миллисекунд. Поэтому параллельно с ДГУ включаются аккумуляторные батареи, которые через инвертор подают соответствующий уровень напряжения в систему электропитания ответственных потребителей и тем самым компенсируют эту бестоковую паузу. В целом получается сложная структура аварийного электроснабжения, которая требует дополнительных расходов на размещение и эксплуатацию. Размещение ДГУ и аккумуляторных батарей требуют дополнительные помещения с принудительной вентиляцией, обеспечивая выброс отработанных газов ДГУ на высоту не менее 2 метров над кровлей здания и акустическую защиту, что увеличивает экологическую нагрузку на окружающую среду. Дизельные двигатели требуют систематическое обслуживание, хранение дизельного топлива, замену масел, фильтров и т.д. Учитывая эти недостатки разработчики аварийных систем электроснабжения обратили внимание на электрохимические генераторы (ЭХГ), работающие на водороде [6, 7]. ЭХГ преобразует химическую энергию окисления водорода в электрическую энергию:



Для системы электроснабжения аэропортов используют протонно-обменные мембранные топливные элементы, которые обладают большой плотностью

мощности до 2 кВт/кг, и практически мгновенно реагируют на изменение нагрузки и упрощают схему электроснабжения аэропорта. За рубежом уже используются в ряде аэропортов ЭХГ мощностью до 100 кВт [6, 7]. В стоимости ЭХГ проигрывают ДГУ [6]. В 2023 году аэропорт Роттердам-Гаага (Нидерланды) запустил проект по замене двух ДГУ мощностью 150 кВт каждый на водородные установки, которые позволили сократить время включения резерва с 12 до 0,5 секунды и исключить выбросы 180 тонн CO₂ в год [8]. Массовое применение ЭХГ в системе электроснабжения в аэропортах РФ имеет ряд проблем. На современном этапе развития ЭХГ стоимость киловатта установленной мощности от 3 до 4 раз выше, чем у ДГУ аналогичной мощности. При этом следует отметить, что за последние пять лет стоимость ЭХГ на 40% снизилась, ввиду развития их массового производства в Китае и США [8]. Для обеспечения суточной работы ЭХГ мощностью 100 кВт требуется около 240 кг водорода [7].

В России отсутствует разветвленная сеть производства «зелёного» водорода, получаемого методом электролиза с использованием возобновляемых источников энергии. Большинство существующих установок работает на «сером» водороде, получаемом из природного газа, что снижает экологическое преимущество. Однако концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации предполагает создание к 2035 году мощностей по производству водорода до 3,5 млн. тонн в год [9-12], что способствует изменению ситуации. Новый аэропорт Иркутска будет находиться в 100 км от Байкала и в 20 км от реки Иркут практически на краю Сибирской платформы. За ней рифтовая зона котловины озера Байкал, берега которого расходятся от 4 до 6 см в год. По геологическим меркам очень быстро. Землетрясения бывают довольно часто до 3 баллов (по 12-бальной шкале) - до двух тысяч в год. Примерно раз в 10-12 лет бывают землетрясения от 5 до 6 баллов. Один раз в 20-23 года происходят разрушительные землетрясения от 7 до 9 баллов. В 1862 году в северной части реки Селенга произошло землетрясение 9,5 баллов - ушёл под воду участок суши площадью 200 км² [13].

Другой пример о влиянии природных стихий на инфраструктуру системы электроснабжения аэропортов - коллапс в московских аэропортах в декабре 2010 года – события 26 и 27 декабря 2010 года в аэропортах Домодедово и Шереметьево, вызванные неблагоприятными метеорологическими условиями. Накануне 25 декабря в течение суток выпадал ледяной дождь, что привело к образованию гололёда на ЛЭП, и, в конечном счёте, осложнило работу аэропортов Домодедово и Шереметьево. В первом были повреждены линии электропередачи (обрыв), вышли из строя две подстанции – в Подольске и посёлке Володарского, аэропорт фактически был лишен электроснабжения. Во втором частично прерывалось электропитание, закончилась жидкость для антиобледенительной обработки самолётов. Самолёты не могли вылететь из аэропорта, и аэропорт не мог принять на посадку ВС. Блокированными в аэропортах оказались до 20 тыс. человек [14]. Собственная аварийная система электроснабжения аэропортов не

смогла решить проблему дефицита электрической энергии. Пришлось подключать МЧС, но в полной мере проблема не была решена.

Конечно, Иркутская область не гололёдообразующий регион из-за низкой влажности воздуха в осенне-зимний период, но возможны разрушительные землетрясения. Поэтому новый аэропорт Иркутска должен иметь собственную электрическую станцию, которая будет генерировать электрическую, тепловую энергии. Это увеличивает капитальные расходы на строительство нового аэропорта, но обеспечение безопасности полётов – первостепенная задача. Естественно, для электрической станции нового аэропорта топливом должен служить природный газ. Кроме Ковыктинского месторождения в Иркутской области, есть ещё три месторождения газа, а также в проекте в районе Черемхово планируется поставить перекачивающую станцию «Сила Сибири 2». Есть примеры применения собственных ТЭЦ в аэропортах России. Уже используются мини ТЭЦ в Домодедово и газотурбинные установки ГТУ-ТЭЦ в аэропорту Пулково.

ЛИТЕРАТУРА

1. История развития аэропорта Иркутск. [Электронный ресурс] // Авиационные новости 24. Информационный портал. [сайт] [2023] https://vk.com/@avia_news_24-istoriya-irkutskogo-aeroporta (дата обращения 27.04.26).
2. Пассажиропоток в аэропорту Иркутск вырос на 2,7 %. [Электронный ресурс] // Информационный портал. [сайт] [2003 - 2026] URL: <http://www.irk.ru/news/20260124/airport/> (дата обращения 27.04.26).
3. ICAO Doc 9137-AN/898. Airport Services Manual. Part 9. Airport Maintenance Practices. – Montreal: ICAO, 2020.
4. Приказ Министерства транспорта РФ от 09.03.1995 № ДВ-20 «Об утверждении и введении в действие «Руководства по электросветотехническому обеспечению полетов в гражданской авиации РФ» (РУЭСТОП ГА-95)». [Электронный ресурс] // Информационный портал. [сайт] [2003 - 2026] URL: <https://base.garant.ru/70386652/> (дата обращения 27.04.26).
5. International Air Transport Association (IATA). Airport Handling Manual. – 42nd edition. – Montreal, 2023.
6. International Air Transport Association (IATA). Airport Handling Manual. – 42nd edition. – Montreal, 2023.
7. **Barbir F.** PEM Fuel Cells: Theory and Practice. – 2nd ed. – Academic Press, 2012. [Электронный ресурс].
8. Plug Power Inc. GenSure Fuel Cell Generators for Backup Power. – Technical White Paper, 2022.
9. Ballard Power Systems. FCgen-H2PM Product Specification. – Technical datasheet, 2023. [Электронный ресурс]. Информационный портал. [сайт] [2023] URL: <https://www.ballard.com/products> (дата обращения: 28.03.2026).

10. Росатом. Годовой отчет за 2023 год. Раздел «Водородная энергетика». [Электронный ресурс]. Информационный портал. [сайт] [2023]. URL: <https://www.rosatom.ru> (дата обращения 28.03.2026).

11. **Коновалов, Ю.В.** Тенденции развития мировой энергетики в современных условиях / Ю.В. Коновалов, Н.В. Буякова, Н.К. Малинин, А.А. Терехова, А.С. Хухрянская. Д.А. Марченко // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2024. № 21. – С. 302-308.

12. **Коновалов, Ю.В.** Обзор перспективных технологий электромеханических систем распределенной генерации в условиях Сибири / Ю.В. Коновалов, Е.В. Губий // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2022. – С. 50-54.

13. **Галазий Г.И.** Байкал в вопросах и ответах. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1987. – 384 с.

14. Коллапс в московских аэропортах в декабре 2010 года – события 26 и 27 декабря 2010 года в аэропортах Домодедово и Шереметьево, вызванные неблагоприятными метеорологическими условиями. [Электронный ресурс]. Информационный портал. [сайт] [2010] URL: <https://web.archive.org/web/20120306065009/http://ru.wikipedia.org/wiki/>. (дата обращения: 28.03.2026).

15. Собственная генерация для аэропортов. ВВП инжиниринг. Информационные технологии для промышленной инфраструктуры. [Электронный ресурс] // Информационный портал. [сайт] [2016] URL: <https://vvp-e.ru>. (дата обращения 28.04.2026).