

Голованов Игорь Григорьевич,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: golovanov_ig@mail.ru

Ершов Егор Витальевич,

обучающийся гр. ЭЭ-20-1, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: egormp3@mail.ru

Зайцев Денис Артёмович,

обучающийся гр. ЭЭ-20-1, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: Z4YCEV@mail.ru

Шалашова Юлия Вадимовна,

обучающаяся гр. ЭЭ-20-1, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: Yuliya.Shalashova234@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭРОДРОМОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АЭРОПОРТОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Golovanov I.G., Ershov E.V., Zaitsev D.A., Shalashova Y.V.

FEATURES OF MODERNIZATION OF LIGHTING EQUIPMENT OF AERODROMES OF THE POWER SUPPLY SYSTEM OF AIRPORTS IN EASTERN SIBERIA

Аннотация. Рассмотрен вопрос о модернизации комплексного светотехнического оборудования взлёта и посадки системы электроснабжения аэропортов Восточной Сибири для повышения безопасности полётов воздушных судов.

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

Abstract. The issue of modernization of the integrated lighting equipment for take-off and landing of the power supply system of airports in Eastern Siberia to improve the safety of aircraft flights was considered.

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

С начала 90-х годов в Восточной Сибири (Иркутская область, республика Бурятия, Забайкальский край) было закрыто 56 аэропортов. В Иркутской области из 49 аэропортов действует только 9. С 1993 года объём перевозок малой авиацией в Приангарье сократился в 50 раз [1]. Таковы итоги распада СССР. Восточная Сибирь является одним из центров энергетических ресурсов, добычи и переработки полезных ископаемых Российской Федерации. Авиация является основным видом транспорта по доставке грузов, пассажиров в труднодоступные районы Восточной Сибири.

Основная задача развития воздушного транспорта регионального значения – это восстановление утраченных, модернизация действующих аэродромов и аэропортов. Основным направлением решения задачи по комплексному развитию аэропортов Восточной Сибири является осуществление государственного и частного финансирования на восстановление, реконструкцию аэродромной

сети в рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы». Самолётовождение в районе посадки воздушного судна (ВС) на аэродром самый сложный и самый аварийный этап полёта. Более 60 % всех аварий происходит на этапе захода и посадки ВС. К этому этапу полёта ВС относятся достаточно серьёзно, обеспечивается кратное резервирование технического оснащения бортового и наземного оборудования.

При заходе ВС в район посадки на расстоянии от взлётно-посадочной полосы (ВПП) от 23 до 25 км автоматически включается бортовая радиотехническая система посадки ВС. Бортовая радиотехническая система посадки входит в состав пилотажно-навигационного комплекса (ПНК) ВС. ПНК обеспечивает следующие режимы управления ВС:

- ручное управление;
- директорное (полуавтоматическое управление);
- автоматическое управление.

При ручном управлении ВС весь расчёт и управление заходом и посадкой ВС обеспечивает экипаж. Управление ВС экипаж выполняет по приборам ПНК и ориентирам на земле.

В директорном режиме управления весь расчёт захода и посадки ВС ведёт бортовой компьютер, который выдаёт команды управления экипажу на приборы ПНК. Экипаж в ручном режиме по командным стрелкам управляет полётом ВС.

Автоматический режим захода и посадки ВС обеспечивается:

- для систем автоматического управления (САУ) 1 класса до высоты 60 метров, далее ВС управляется в ручном режиме;
- для САУ 2 класса до высоты 30 метров, далее ВС управляется в ручном режиме;
- при автоматическом управлении ВС, это САУ 3 класса, которые обеспечивают посадку ВС до касания шасси ВПП.

Полностью автоматическая посадка ВС в нашей стране была успешно решена по программе «Буря» в 1989 году.

Поэтому на современных ВС режим захода и посадки ВС обеспечивается двумя первыми режимами пилотирования, которые заканчиваются ручным управлением ВС. Этот этап самый ответственный, его обеспечивает комплекс светотехнического оборудования (КССО). КССО аэродромов обеспечивает:

- конечный этап захода на посадку, посадку и взлёт ВС ночью и днём при установленных для данного аэродрома минимумах погоды;
- руление и регулирование движения ВС по аэродрому днём и ночью;
- световое ограждение высотных препятствий в районе аэродрома.

При помощи аэродромных светотехнических средств пилот может определять направление на ось ВПП, расстояние до ВПП, крен ВС, ширину и на-

правление ВПП, место приземления, направление взлёта, направление движения после посадки.

При помощи радиотехнических средств посадки выполняется заход на посадку воздушного судна до высоты 50 метров. Дальнейший этап снижения и приземления ВС в условиях плохой видимости производится по светотехническим средствам.

Светотехнические средства в зоне воздушных подходов устанавливаются, начиная от ближнего приводного радиомаркера (БПРМ) до торца взлётно-посадочной полосы (ВПП). Огни устанавливаются по направлению движения снижающегося ВС и тем самым позволяют выполнить безопасное снижение и посадку.

На рисунке 1 представлено изображение светового оборудования на аэродроме [2].



Рисунок 1– Огни светотехнического оборудования аэродрома

На рисунке 2 представлена схема расположения огней в зоне воздушных подходов ВС к ВПП [2].



Рисунок 2 – Схема расположения огней в зоне воздушных подходов ВС к ВПП

Между дальним приводным радиомаркером (ДПРМ) и БПРМ (рисунок 2) экипаж должен видеть направление на ВПП. Экипаж ВС с турбореактивным двигателем (ТРД) и турбовинтовым двигателем (ТВД) на середине между приводными маркерами должен перейти к визуальной посадке, поэтому на данном участке устанавливают огни приближения проблескового типа, а в некоторых системах посадки и постоянного излучения.

От БПРМ до торца ВПП экипаж по огням светотехнической системы (СС) уточняет направление посадки, исправляет крен, определяет расстояние до ВПП. Огни СС указывают место приземления, продольные стороны и конец ВПП.

Огни СС должны иметь определенную силу света и соответствующие кривые светораспределения, чтобы при посадке экипаж мог видеть определенное количество огней, которые обеспечили бы уверенную и безопасную посадку. Каждая группа огней СС должна излучать свет такой интенсивности, чтобы при минимальной дальности видимости (МДВ), принятой для данного аэродрома, экипаж при приближении к БПРМ мог бы различить первые огни СС. Это необходимо для поправок в пилотировании ВС. Каждый огонь должен быть виден в пределах дальности, допускаемых точностью вывода ВС на посадку по радиосредствам. Каждая группа огней СС должна излучать свет определенного цвета или отличаться друг от друга своим расположением. Огни СС должны располагаться так, чтобы их нельзя было спутать с какими-либо случайными огнями. Огни большой силы света имеют регулировку яркости, чтобы избежать ослепления в хорошую погоду. Таковы требования к КССО для обеспечения безопасности полёта при выполнении захода и посадки ВС на аэродром.

Повышение требований к надёжности светосигнального оборудования и повсеместное внедрение энергосберегающих технологий обуславливают необходимость замены используемых источников света на более эффективные. Выполним анализ характеристик ламп, взятых из [3], которые сведены в таблицу 1 и сравним их.

Из анализа характеристик существующих источников света, представленных в таблице 1, видно, что их энергетическая эффективность и срок службы различаются. Самыми высокими характеристиками обладают светоизлучающие диоды (СИД), которые приобретают все большую распространённость и доступность, обусловленную их достоинствами.

При проектировании ССО аэропорта вместе с энергетическими характеристиками источника света необходимо учитывать и спектральные характеристики, сопоставляя их со спектральной чувствительностью человеческого глаза. Свет, генерируемый источником, должен иметь такое спектральное распределение плотности энергетической яркости, которое обеспечивало бы ему однозначное присвоение того или иного цвета. Выбор цветности важен с точки зрения наибольшей надёжности его различения и сохранения постоянства в течение

ние всего времени наблюдения. Важно, чтобы отдельные цвета при восприятии наблюдателем не смешивались. Рекомендуемые координаты цветности обычно определяются не только спектральными характеристиками источника света и применяемых светофильтров, но спектральными свойствами атмосферы, а также углом наблюдения. При малых углах наблюдения красная поверхность может выглядеть жёлтой, жёлтая – белой, зелёная – сине-зелёной [5]. Требования для сигнальных огней, применяемых в авиации, определяются большими скоростями и плотностью движения, требованиями безопасности. Неверное определение цвета огней может привести к ошибкам в установлении воздушного судна в пространстве, что, в свою очередь, может повлиять на безопасность полёта. Оптимальное восприятие глазом возможно при облучении сетчатки глаза узкополосным источником света, основная плотность излучения которого сосредоточена в узком диапазоне волн. Рассмотрим в качестве примера такого источника света рисунок 3 [4].

Таблица 1

Сравнение характеристик ламп, используемых в светосигнальном оборудовании и освещении аэропортов

Тип источника света	Средний срок службы, час	Световая отдача, лм/Вт
ЛН общего назначения	1000	8 – 17
Люминесцентные лампы	10000 – 20000	48 – 104
Компактные люминесцентные лампы	5500 – 15000	65 – 87
Дуговые ртутные лампы	12000 – 24000	19 – 63
Натриевые лампы высокого давления	10000 – 28000	66 – 150
Металлогалогенные лампы	3500 – 20000	68 – 105
Светодиоды	До 100000	До 170

На графике (рисунок 3) представлены характеристики относительной чувствительности различных типов колбочек человеческого глаза разных спектров излучающего цвета и спектра светодиода. Однозначность определения цвета зависит от ширины спектра, воспринимаемого колбочками цвета. Красный и зелёный спектр восприятия колбочек имеет близко расположенные характеристики и при определённых условиях может произойти смешанная работа колбочек и неправильное определение цвета излучателя. Это можно сказать и про жёлтый цвет излучаемого источником с доминирующей длиной волны 590 нм. Светодиод имеет узкий спектр излучения в

диапазоне 650 нм. Действие узкополосного источника света направлено в узкую область спектральной чувствительности глаза, что и формирует отклик об однозначности цвета. Поэтому можно сделать вывод, что пороговая освещённость и требуемая сила источника света должны быть больше, чем у других цветов, при условии сохранения одинаковой вероятности правильного восприятия цвета.

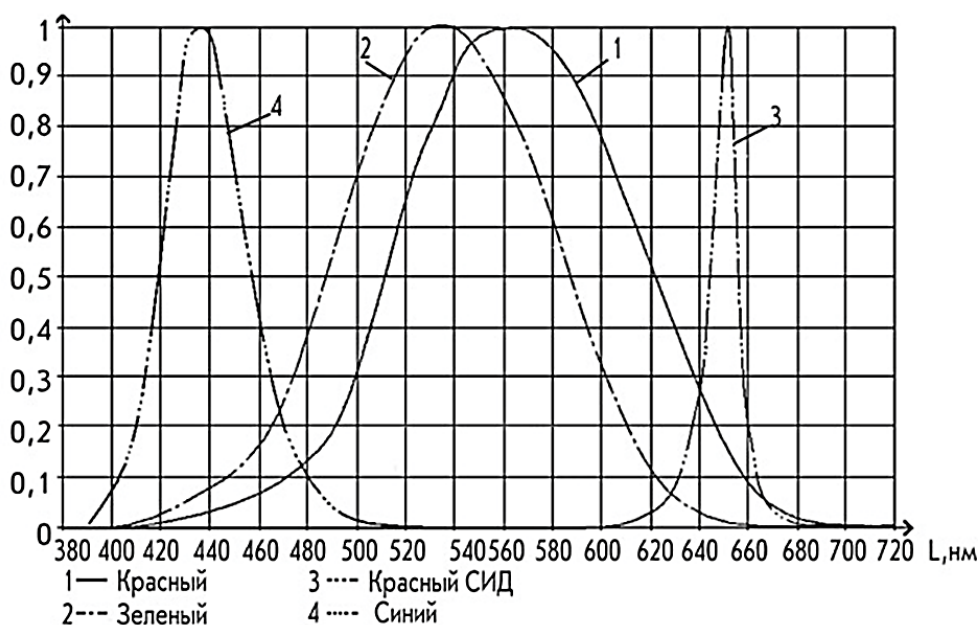


Рисунок 3 – Относительная спектральная чувствительность глаза и спектр красного светодиода.

Из таблицы 1 видно, что характеристика по параметру «Световая отдача» у светоизлучающих диодов самая высокая до 170 лм/Вт, что очень важно при снижении метеоминимумов аэродромов. Не маловажный параметр любой технической системы – это средний срок службы изделия. Из всех ламп, используемых в системе освещения аэропортов, светоизлучающие диоды имеют самый высокий ресурс до 100000 часов. СИД снижают эксплуатационные затраты. СИД заменяются один раз в 10 лет, остальные лампы меняются каждый год [6]. Показатель энергоэффективности ламп самый высокий у СИД по сравнению с другими лампами. Мощностью потребления лампы накаливания в 100 Вт соответствует 60 Вт для галогеновой лампы и 12 Вт СИД. Основным недостатком ламп на основе СИД является их высокая стоимость. По сравнению с галогеновыми лампами СИД дороже в 5 раз [6]. Но этот недостаток будет устранён с совершенствованием технологии производства и с увеличением выпуска изделий СИД.

ЛИТЕРАТУРА

1. История развития гражданской авиации в Иркутской области. – Текст. Электронный // История развития аэропорта Бодайбо. <https://irk.aif.ru/turizm/turizm/81213>, (дата обращения: 24.04.2023).
2. Калужские учёные усовершенствовали сигнальные огни аэродромов. – Текст. электронный // Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина. Снижение энергозатрат ламп КССО 21.08.2016; <https://regnum.ru/news/innovatio/2169498.html>, (дата обращения: 24.04.2023).
3. Светосигнальные системы посадки. – Текст. электронный // Требование к системам посадки воздушных судов. 11.06.2015. <https://mydocx.ru/2-4953.html> (дата обращения 26.04.2023.).
4. Энергосберегающие технологии в проектировании и эксплуатации комплексов светотехнического оборудования аэродромов. – Текст. электронный // Характеристики ламп излучения применяемых в светотехническом оборудовании аэродромов. 2003, <https://www.svetofor-zom.ru/energoberegayuschie-tehnologii-v-proektirovanii-i-ekspluatatsii-kompleksov-svetosignalnogo-oborudovaniya-aerodromov.html>, (дата обращения 26.04.2023).
5. Сравнение ламп накаливания и светодиодных ламп. – Текст. электронный // Характеристики ламп накаливания и светодиодных ламп. 2022. <https://www.asutpp.ru/sravnenie-lamp-nakalivaniya-i-svetodiodnyh.html>. (дата обращения 26.04.2023).
6. Что лучше: галогеновые лампы или светодиодные. – Текст. Электронный // Сравнение характеристик ламп. 2023; <https://strois-ka.ru/novosti/chem-otlichaetsya-galogennaya-lampa-ot-svetodiodnoj.html>, (дата обращения 26.04.2023)