

Г. Устюгов

**Светотехника на воздушном
транспорте
(аэросветотехника)**

Теория и практика

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
Г11

Г. Устюгов
Г11 Светотехника на воздушном транспорте (аэросветотехника): Теория и практика / Г. Устюгов – М.: Книга по Требованию, 2016. – 534 с.

ISBN 978-5-458-37563-4

Книга является первой работой, систематично излагающей основные вопросы светотехники на воздушном транспорте для искусственного света. Книга содержит следующие отделы: источники света и оптические системы, осветительная техника земного оборудования, световая сигнализация белым и цветным светом, светооборудование и эксплуатация воздушных трасс и аэропортов, светооборудования воздушных судов, вопросы светотехники в гидроавиации и воздухоплавании.

Из содержания книги видно, что она содержит теорию и практику данной области техники. Материалом для книги послужили: русская и иностранная литература, личная практика, опыт и научно-исследовательская работа авторов в этой области.

Книга в основном является пособием для студентов вузов и техникумов, специализирующихся по аэросветотехнике и для инженеров и научных работников, работающих в этой области. Главы прикладного характера являются пособием и для инженерно-технических работников аэрофлота.

Кроме того эта книга может быть полезна вообще для лиц, занимающихся светотехникой, а особенно для работающих в области световой сигнализации на морском, речном, железнодорожном транспорте и т. п.

Для понимания специальных глав теоретического характера требуется знание общего курса светотехники.

ISBN 978-5-458-37563-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2016

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2016

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

№ по пор.	Наименование величин	Наименование единиц	Обозначение единиц	Примечание
10	Работа электрического тока	Междунар. ватт-секунда Международный джоуль Ватт-час Киловатт-час	Ws J Wh kWh	3600 Ws 1000 Wh
11	Электрическая емкость	Международная фарада Микрофарада	F μ F	0,000001 F
12	Самоиנדукция и взаимная индукция	Междунар. генри Миллигенри Микрогенри	H mH μ H	0,001 H 0,000001 H
Абсолютная система механических единиц (МТС).				
13	Сила	Стен Килостен Сантистен Миллистен	сп kсп cсп mсп	Сила, сообщаемая телу, имеющему массу в m , ускорение 1 м/сек^2 1000 сп 0,01 сп 0,001 сп
14	Работа и энергия	Килоджоуль Джоуль	kJ J	0,001 kJ
15	Мощность	Киловатт Ватт	kW W	0,001 kW
16	Механические напряжения (давление, растяжение, касательное напряжение)	Пьеза Гектопьеза Сантпьеза	pz hpz cpz	Давление, которое равномерно распределено по площади в 1 м^2 , производит полное усилие в 1 стен 100 pz 0,01 pz
Метрические меры.				
17	Меры массы	Килограмм Тонна Грамм Миллиграмм	kg t g mg	1000 kg 0,001 kg 0,000001 kg

№ по пор.	Наименование величин	Наименование единиц	Обозначение единиц	Примечание
18	Меры длины	Метр	<i>м</i>	
		Километр	<i>км</i>	1000 <i>м</i>
19	Меры поверхности	Дециметр	<i>дм</i>	0,1 <i>м</i>
		Сантиметр	<i>см</i>	0,01 <i>м</i>
		Миллиметр	<i>мм</i>	0,001 <i>м</i>
		Микрон	<i>μ</i>	0,000001 <i>м</i>
		Миллимикрон	<i>мл</i>	0,00000001 <i>м</i>
		Ангстрем	Å	0,000000001 <i>м</i>
		Квадратный метр	<i>м²</i>	
		Квадратный километр	<i>км²</i>	1 000 000 <i>м²</i>
		Гектар	<i>га²</i>	10000 <i>м²</i>
		Ар	<i>а²</i>	100 <i>м²</i>
20	Меры объема	Квадратный сантиметр	<i>см²</i>	0,0001 <i>м²</i>
		Квадратный миллиметр	<i>мм²</i>	0,000001 <i>м²</i>
		Кубический метр	<i>м³</i>	
		Кубический дециметр	<i>дм³</i>	0,001 <i>м³</i>
		Кубический сантиметр	<i>см³</i>	0,000001 <i>м³</i>
21	Меры вместимости	Кубический миллиметр	<i>мм³</i>	0,000000001 <i>м³</i>
		Литр	<i>л</i>	
		Килолитр	<i>кл</i>	1000 <i>л</i>
		Гектолитр	<i>гл</i>	100 <i>л</i>
		Сантилитр	<i>сл</i>	0,01 <i>л</i>
Другие принятые условные обозначения.				
22	Меры количества тепла	Большая калория	Cal	0,001 Cal
		Малая калория	cal	
23	Единицы времени	Секунда	сек.	
		Минута	мин.	
		Час	час	
24	Обозначение температуры	Стоградусной шкалы	<i>t°</i>	
		Абсолютной температуры	<i>T°</i>	

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВЕТОТЕХНИКЕ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ.

В Союзе ССР гражданскому воздушному флоту уделяется исключительное внимание. Это и понятно, если иметь в виду обширность и протяженность территории Союза, бездорожье и пока еще малую освоенность многих его окраин.

Воздушный флот с развитой сетью воздушных линий является в СССР мощным проводником культуры, хозяйственного развития удаленных районов, самым быстрым средством сообщения, могучим орудием связи и т. п.

Правительством Союза, в целях обеспечения быстрых темпов развития и высокого положения гражданского воздушного флота, предусмотрено как соответствующее капиталовложение, так и необходимое организационное оформление, путем создания Главного управления гражданского воздушного флота (аэрофлота), в функции которого входит самостоятельное разрешение всех вопросов авиации и воздухоплавания.

Исключительно большую и ответственную роль в деле развития воздушного флота суждено сыграть светотехнике.

Совершенно бесспорны преимущества воздушной линии, оборудованной на всем своем протяжении для ночных полетов, особенно при большой ее протяженности и при интенсивном росте количества воздушных судов, вылетающих с пункта отправления и прибывающих периодически днем и ночью.

Несомненно, что только ночное светотехническое оборудование линии обеспечивает непрерывность движения по ней в течение круглых суток: только в этом случае сохраняется за воздушными сообщениями их превосходство в скорости передвижения. На эту же точку зрения встала и Америка.

Пятилетний план гражданской авиации СССР намечает довести сеть воздушных линий до протяжения 85 тыс. км с большим процентом светороборудованных участков, приспособленных для ночных полетов.

Наряду с этим должно быть развернуто широкое строительство местных воздушных линий с доведением их эксплуатационной длины в 1937 г. до 35 тыс. км.

Земное светооборудование воздушных трасс и аэропортов естественно выдвигает требование, чтобы все воздушные суда (самолеты и дирижабли) в свою очередь также были светооборудованы, так как только в этом

случае в полной мере обеспечивается непрерывность полета во всякое время суток и надежность эксплуатации.

За последнее десятилетие светотехника получила большое развитие в области освещения воздушных линий и воздушных судов. Начало ее применения относится к периоду империалистической войны, когда противники вынуждены были прибегать к ночным полетам с целью бомбардирования стратегических пунктов и т. п. Для указания маршрута таких полетов выявилась необходимость установки на земле прожекторов (в качестве аэромаяков) и других световых сигналов, а для беспрепятственной посадки потребовалось соответствующее светооборудование аэропортов и воздушных судов.

По окончании империалистической войны постепенно начала развиваться гражданская авиация, и круглосуточное движение по некоторым участкам воздушных линий сделалось крайней необходимостью.

Первая воздушная линия была приспособлена для ночных полетов в Америке, на участке Чикаго — Чейн, протяжением 1670 км (900 миль), составляющем часть воздушной линии Нью-Йорк — Сан-Франциско. С 1 июня 1924 г. на этом участке начались регулярные ночные полеты. Затем в Германии, в сентябре 1924 г., были начаты ночные полеты на линии Берлин — Штетин и Штетин — Копенгаген.

Участок линии Бухарест — Белград был открыт для ночного движения приблизительно в то же время. В 1921 г. во Франции, близ Дижона, где разветвляются воздушные пути из Парижа, был построен специальный аэромаяк с силой света, по каталожным данным, около 1 000 000 000 международных свечей.

В нашем Союзе Московский аэропорт был светооборудован в 1923 г., а открытие первого ночного участка для регулярных полетов относится к 1929 г.

Эта историческая справка показывает, что светотехническое обслуживание воздушного транспорта (аэросветотехника) насчитывает около 10 лет своего существования и, следовательно, должно быть отнесено к самым молодым отраслям техники, возникшим в течение послевоенного времени. И естественно поэтому, что некоторые задачи, стоящие перед аэросветотехникой, еще далеки от своего окончательного разрешения.

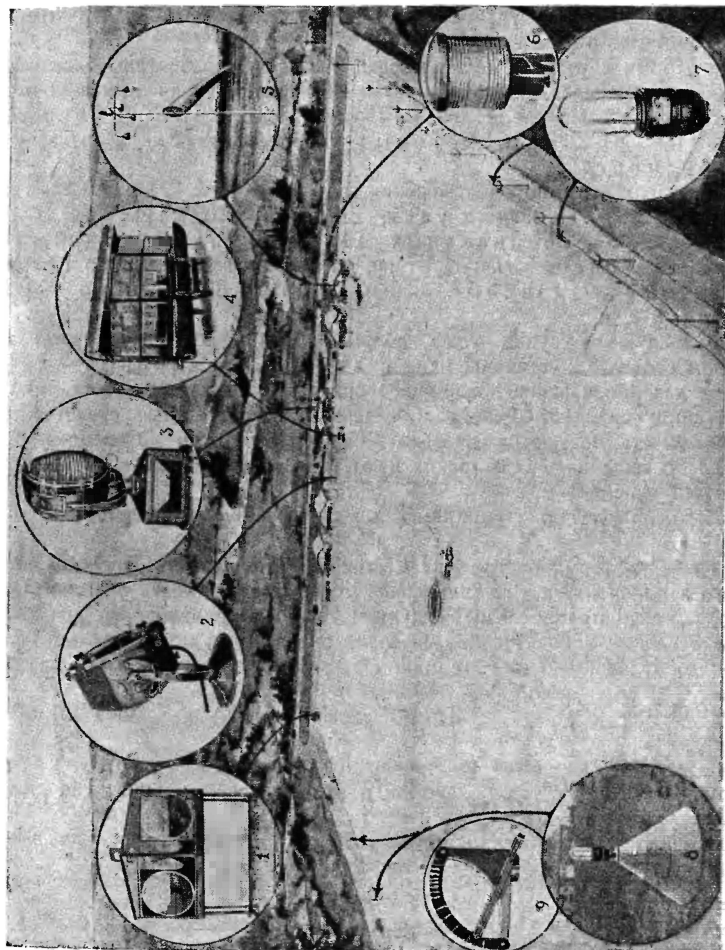
Главным препятствием к надлежащему освещению воздушного пути, а следовательно, и к регулярности воздушного сообщения является туман, который затрудняет вождение воздушных судов в дневное и ночное время.

При определенной густоте тумана светотехника в настоящее время не в состоянии обеспечить надлежащую видимость световых сигналов и осветить нужные объекты.

Кроме светотехники вопрос полета в тумане разрабатывается также в аэронавигации, радиотехнике и в технике сигнализации инфракрасными и ультрафиолетовыми лучами. Поэтому можно надеяться, что совместными усилиями этот вопрос будет разрешен. Особенно большие успехи достигнуты в этой области радиотехникой.

Применение светотехники в воздушном транспорте распадается на две основных области, а именно: на обслуживание авиации и обслуживание воздухоплавания.

В каждой из этих областей светотехника используется на воздушных трассах, воздушных базах и воздушных судах; следовательно, может быть



- 1 — посадочный прожектор с рассеивателем для освещения летного поля;
- 2 — потолочный прожектор для освещения облаков с целью определения высоты облачности;
- 3 — вращающийся аэромаяк, указывающий местоположение аэропорта;
- 4 — посадочный прожектор с параболо - цилиндрическим отражателем;
- 5 — ветровой конус, показывающий направление ветра;
- 6 — линзовый прожектор для освещения крыш и фасадов;
- 7 — заградительные огни, устанавливаемые на различных препятствиях;
- 8 — пограничные огни, указывающие границу летного поля;
- 9 — индикатор для определения высоты облачности.

Рис. 1. Осветительные и сигнационные приборы, применяемые в аэропорту.

проведено и дальнейшее подразделение аэростротехники на отделы: сигнализация и освещение.

Воздушная трасса должна быть светооборудована так, чтобы пилоту была обеспечена возможность ведения воздушного судна по заданному направлению. Пилот должен также иметь отчетливое представление о своем местонахождении на всем протяжении трассы. Кроме того должна быть обеспечена возможность вынужденной посадки в ночное время.

Светооборудование аэропорта¹ должно быть таково, чтобы пилот мог еще издали заметить место летного поля и при приближении к нему обнаружить все препятствия, возвышающиеся над землей. При подходе к аэропорту пилот должен видеть общее очертание летного поля и определить направление ветра, необходимое для совершения правильной посадки (против ветра). Ночная посадка требует освещения летного поля или, в крайнем случае, световых ориентиров.

В некоторых случаях с целью создания общей перспективы освещается не только летное поле, но даже крыши и стены впереди лежащих аэродромных построек. На рис. 1 показаны осветительные и сигнализационные приборы, которые применяются в воздушном транспорте.

Помимо перечисленного освещения на аэродромах устраивается еще освещение аэродромных улиц, охранное освещение, освещение ангаров, специальных построек и т. п. Кроме того устанавливаются специальные огни, указывающие место старта, специальные командные огни связи воздушного судна с землей и т. п.

Само воздушное судно тоже должно быть светооборудовано, что в основном сводится к установке на нем аэронавигационных огней, служащих для опознавания воздушного судна во время его полета. Затем на воздушном судне требуются специальные осветительные средства для освещения места посадки и впереди лежащей местности во время полета, затем—для освещения пассажирских кают, приборной доски, вплоть до специальных помещений.

Таковы основные моменты применения светотехники в воздушном транспорте.

Комиссия по терминологии при Секции светотехники Научно-исследовательского аэроинститута в г. Ленинграде предлагает называть область светотехники, понимая под последней науку и технику производства, распределения, передачи и использования световой энергии для практических целей воздушного флота,—одним термином а именно: аэростротехникой.

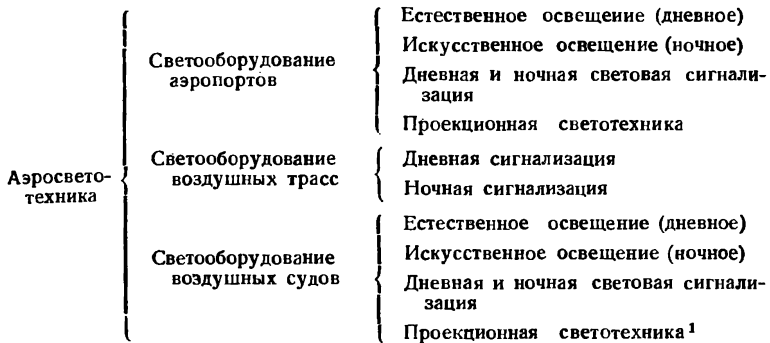
Этот термин состоит из одного слова (краток) и вполне выражает существо дела.

Более выразительно было бы предложить термин светотехника на воздушном транспорте, но он образован из нескольких слов и поэтому менее удобен.

Применение аэростротехники, как это отчасти уже вытекает из вышеизложенного, можно разбить по нижеследующим двум схемам.

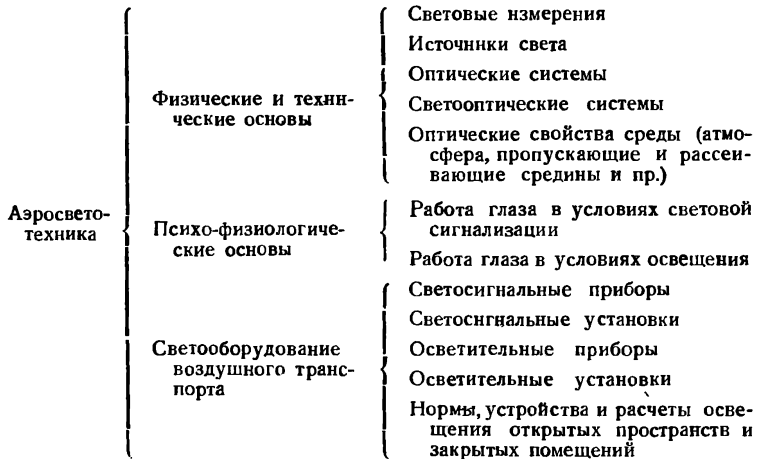
¹ Под наименованием аэропорт правильнее понимать как общий термин для баз воздушного транспорта, т. е. для аэропортов (аэродромов и гидродромов) и воздухоплавательных баз.

С х е м а I.



В свою очередь эти области разобьются на те объекты, для которых осуществляются освещение и световая сигнализация, и на те приборы и установки, посредством которых создается в этих случаях требуемый световой эффект.

С х е м а II.



При изложении вопросов, относящихся к аэросветотехнике, мы полагаем, что читатель знаком с основами светотехники и со световыми измерениями как для белого, так и цветного света.

¹ Проекционная светотехника представляет собой новую зарождающуюся область применения светотехники на воздушном транспорте, как например световая проекция на облака, на крыши сооружений и т. п.

ИСТОЧНИКИ СВЕТА И ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ.

Глава I.

ИСТОЧНИКИ СВЕТА.

1. Классификация источников света.

Все источники света в основном подразделяются на два класса по роду происхождения испускаемого ими излучения, а именно: на класс первичных излучателей, непосредственно производящих световой поток, и на класс вторичных излучателей, непосредственно светового потока не испускающих, а заимствующих его от первичных излучателей.

В свою очередь первичные излучатели подразделяются на температурные, основанные на температурном излучении, и на люминесцирующие, для которых высокая температура светящегося тела не является необходимым условием.

Температурные источники света далее могут быть разделены на источники с непосредственным сжиганием горючего, дающим светящееся пламя, и на источники с телами, нагреваемыми до светового лучеиспускания — так называемые источники света накаливания.

Затем намечается подразделение источников по роду питающей их энергии — на источники света электрические и неэлектрические. (Эти последние находят себе применение в неэлектрифицированных местностях).

В табл. 2 (стр. 14—15) перечисляются некоторые из существующих источников света. В ней приведены источники света, не только применявшиеся и применяемые для нужд воздушного транспорта, но и те, которые применялись для маяков морского транспорта, так как в основном связь между этими видами применения светотехники большая. Разбирая вопрос маячного освещения вообще, невольно приходится коснуться в основных чертах и его исторической стороны, что дает нам возможность проследить за последовательным усвоением техники маячного освещения и на основании этого сделать некоторые выводы относительно источников света аэромаячного освещения.

2. Источники света с твердым и жидким горючим.

а) Источники света с твердым горючим. Применение этого рода источников света относится к наиболее глубокой древности. В те времена обыкновенные костры (дрова) зажигались на возвышенных частях берега, а затем на верхних площадках специальных башен и имели большое распространение в качестве маячных огней. Затем позднее, в средние века, когда стал известен каменный уголь, дрова как топливо частично заменялись углем.

Подобного рода маячные огни, конечно, обладали существенными недостатками и весьма часто не только не предостерегали мореплавателей от опасности, но сплошь и рядом являлись причиной кораблекрушений. В дальнейшем, приблизительно в конце XIII столетия, для освещения маяков стали применяться сальные свечи, преимущество которых заключалось в возможности устраивать фонари со стеклами и с отводом дыма в трубу. Эффект от этого рода освещения получался меньше, чем при освещении кострами. Самым существенным недостатком освещения маяков свечами была необходимость часто снимать с них нагар.

Приблизительно в это же время было введено в качестве источника света сурепное масло, которое сжигалось на обыкновенных площадках.

При использовании свечей и плашек пределы видимости маячных огней в ясную погоду не превосходили 3—4 миль,¹ от костров же видимость доходила до 5—6 миль, а поэтому последний способ освещения имел преимущественное распространение и применялся повсеместно до начала XIX столетия.

В настоящее время свечное освещение имеет применение как временное освещение в местах огнебезопасных. В качестве материалов применяются стеарин, парафин или смесь обоих (композиционные свечи). Кроме того иногда применяются воск, спермацет и сало. Фитиль для них делается из хлопка и пропитывается бурой или борной кислотой. Табл. 1 может служить характеристикой свечного освещения.

Таблица 1.

Удельное потребление на среднюю сферическую свечу.

Горючее	Теплотворная способность		На 1 международную свечу		
	выш.	низш.	граммов горючего в час	больших калорий в час	ватт
Стеарин	9600	8900	8,8—13,2	78—112	93—138
Парафин	11000	9700	8,8	86	100
Композиция	10300	9300	10,2	95	110

б) Источники света с жидким горючим. Твердое горючее стало настоятельно вытесняться из маячного освещения после того, как была изобретена рациональная лампа для жидкого горючего. Это изобретение

¹ Одна миля равняется 1,853 км.

Таблица 2.
Классификация источников света.

№ по пор	Наименование источников света	Принцип излучения	Род излучателя	Род лампы	Сфера применения
1	I. Источники света, основанные на сжигании горючего. А. Твердого горючего.	Температурное излучение.	Пламя.	Решетки с колосниками. Свеча, плоски.	Применялись в морском маячном деле до начала XIX столетия. В маячном деле с XIV столетия. Как временное освещение в неогнеопасных помещениях.
2	Свечи сальвые, животные жиры.	"	"	"	"
3	Свечи стеариновые, восковые, парафиновые.	"	"	"	"
4	Б. Жидкого горючего. Различного рода лампы для растительного масла (конопляное, оливковое, колыза, сурепное масло).	"	"	Лампа Карлана (1550 г.). Арганда (1784 г.).	С лампы Арганда начинается применение источника света с оптическими системами. Лампа появилась в маяках 1784 г.
5	Различного рода лампы для минерального масла (пиронафт, керосин), одно- и многофитильные.	"	"	Лампа Доти (1868 г.). Дуглас (шести-фитильн.). "Летучая мышь" (обыкновен. лампа).	Во второй половине XIX столетия в маячном деле. В ориентирующих огнях аэропромов. Временное освещение внутри неогнеопасных помещений.
6	Керосино- и спиртокалильные лампы низкого и высокого давления.	"	Калильная сетка (коллачок Ауэра).	Лампы Кемпа, Галкина, Форлеса, Автлюкс.	Для маяков с 1891 г. Для аэромаяков, с началом развития ночных воздушных сообщений.
7	В. Газообразного горючего. Друммондов свет (накаливающие в пламени гремучего газа)	"	Накаленное тело.	Лампы Просера (1861 г.), опыты на <small>использовании маяков</small>	Опытные установки Ирландских маяков с 1826 г.