

**Doc 9328  
AN/908**



# **Руководство по практике наблюдения за дальностью видимости на ВПП и передачи сообщений о ней**

---

Утверждено Генеральным секретарем  
и опубликовано с его санкции

Издание третье — 2005

Международная организация гражданской авиации

*Опубликовано Международной организацией гражданской авиации отдельными изданиями на русском, английском, испанском и французском языках. Всю корреспонденцию, за исключением заказов и подписки, следует направлять в адрес Генерального секретаря.*

Заказы на данное издание направлять по одному из следующих нижеприведенных адресов, вместе с соответствующим денежным переводом в долл. США или в валюте страны, в которой размещается заказ. Во избежание задержек с доставкой заказчикам рекомендуется пользоваться кредитными карточками (MasterCard, Visa или American Express). Информация об оплате кредитными карточками и другими методами приводится в разделе "Как оформить заказ" *Каталога изданий ИКАО*.

*International Civil Aviation Organization.* Attention: Customer Services Unit, 999 University Street, Montreal, Quebec, Canada H3C 5H7  
Telephone: +1 514-954-8022; Facsimile: +1 514-954-6769; Sitatex: YULCAYA; E-mail: sales@icao.int; World Wide Web: <http://www.icao.int>

*Botswana.* Kags and Tsar Investments (PTY) Ltd., Private Bag 254/525, Gaborone  
Telephone: +267 390 4384/8; Facsimile: +267 395 0004; E-mail: ops@kagsandsar.co.bw

*Cameroon.* KnowHow, 1, Rue de la Chambre de Commerce-Bonanjou, B.P. 4676, Douala / Telephone: +237 343 98 42; Facsimile: +237 343 89 25;  
E-mail: knowhow\_doc@yahoo.fr

*China.* Glory Master International Limited, Room 434B, Hongshen Trade Centre, 428 Dong Fang Road, Pudong, Shanghai 200120  
Telephone: +86 137 0177 4638, Facsimile: +86 21 5888 1629; E-mail: glorymaster@online.sh.cn

*Egypt.* ICAO Regional Director, Middle East Office, Egyptian Civil Aviation Complex, Cairo Airport Road, Heliopolis, Cairo 11776  
Telephone: +20 2 267 4840; Facsimile: +20 2 267 4843; Sitatex: CAICAYA; E-mail: icaomid@cairo.icao.int

*Germany.* UNO-Verlag CmbH, August-Bebel-Allee 6, 53175 Bonn / Telephone: +49 0 228-94 90 2-0; Facsimile: +49 0 228-94 90 2-22;  
E-mail: info@uno-verlag.de; World Wide Web: <http://www.uno-verlag.de>

*India.* Oxford Book and Stationery Co., 57, Medha Apartments, Mayur Vihar, Phase-1, New Delhi 110091  
Telephone: +91 11 65659897; Facsimile: +91 11 22743532

*India.* Sterling Book House — SBH, 181, Dr. D. N. Road, Fort, Mumbai 400 001  
Telephone: +91 22 2261 2521, 2265 9599; Facsimile: +91 22 2262 3551; E-mail: sbh@vsnl.com

*India.* The English Book Store, 17-L Connaught Circus, New Delhi 110001  
Telephone: +91 11 2341-7936, 2341-7126; Facsimile: +91 11 2341-7731; E-mail: ebs@vsnl.com

*Japan.* Japan Civil Aviation Promotion Foundation, 15-12, 1-chome, Toranomon, Minato-Ku, Tokyo  
Telephone: +81 3 3503-2686; Facsimile: +81 3 3503-2689

*Kenya.* ICAO Regional Director, Eastern and Southern African Office, United Nations Accommodation, P.O.Box 46294, Nairobi  
Telephone: +254 20 7622 395; Facsimile: +254 20 7623 028; Sitatex: NBOCAYA; E-mail: icao@icao.unon.org

*Mexico.* Director Regional de la OACI, Oficina Norteamérica, Centroamérica y Caribe, Av. Presidente Masaryk No. 29, 3er. piso, Col. Chapultepec Morales, C.P. 11570, México, D.F.  
Teléfono: +52 55 52 50 32 11; Facsimile: +52 55 52 03 27 57; Correo-e: icao\_nacc@mexico.icao.int

*Nigeria.* Landover Company, P.O. Box 3165, Ikeja, Lagos  
Telephone: +234 1 4979780; Facsimile: +234 1 4979788; Sitatex: LOSLORK; E-mail: aviation@landovercompany.com

*Peru.* Director Regional de la OACI, Oficina Sudamérica, Av. Victor Andrés Belaúnde No. 147, San Isidro, Lima (Centro Empresarial Real, Via Principal No. 102, Edificio Real 4, Floor 4)  
Teléfono: +51 1 611 8686; Facsimile: +51 1 611 8689; Correo-e: mail@lima.icao.int

*Russian Federation.* Aviaizdat, 48, Ivan Franco Street, Moscow 121351, Telephone: +7 095 417-0405; Facsimile: +7 095 417-0254

*Senegal.* Directeur régional de l'OACI, Bureau Afrique occidentale et centrale, Boîte postale 2356, Dakar  
Téléphone: +221 839 9393; Fax: +221 823 6926; Sitatex: DKRCAYA; Courriel: icaodkr@icao.sn

*Slovakia.* Levoté prevádzkové služby Slovenskej Republiky, Štátny Podnik, 823 07 Bratislava 21  
Telephone: +421 2 4857 1111; Facsimile: +421 2 4857 2105; E-mail: sa.icao@lps.sk

*South Africa.* Avex Air Training (Pty) Ltd., Private Bag X102, Halfway House, 1685, Johannesburg  
Telephone: +27 11 315-0003/4; Facsimile: +27 11 805-3649; E-mail: avex@iafrica.com

*Spain.* A.E.N.A. - Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 14, Planta Tercera, Despacho 3.11, 28027 Madrid; Teléfono: +34 91 321-3148; Facsimile: +34 91 321-3157; Correo e: sscc.ventasoci@aena.es

*Switzerland.* Adeco-Editions van Diermen, Attn: Mr. Martin Richard Van Diermen, Chemin du Lacuez 41, CH-1807 Blonay  
Telephone: +41 021 943 2673; Facsimile: +41 021 943 3605; E-mail: mvandiermen@adeco.org

*Thailand.* ICAO Regional Director, Asia and Pacific Office, P.O. Box 11, Samyaeak Ladprao, Bangkok 10901  
Telephone: +66 2 537 8189; Facsimile: +66 2 537 8199; Sitatex: BKKCAYA; E-mail: icao\_apac@bangkok.icao.int

*United Kingdom.* Airplan Flight Equipment Ltd. (AFE), 1a Ringway Trading Estate, Shadowmoss Road, Manchester M22 5LH  
Telephone: +44 161 499 0023; Facsimile: +44 161 499 0298; E-mail: enquiries@afeonline.com;  
World Wide Web: <http://www.afeonline.com>

3/08

## Каталог изданий ИКАО

Ежегодное издание с перечнем всех имеющихся в настоящее время публикаций. В дополнениях к Каталогу сообщается о новых публикациях, поправках, дополнениях и т. п. Каталог доступен на веб-сайте ИКАО [www.icao.int](http://www.icao.int).

**Doc 9328  
AN/908**



# **Руководство по практике наблюдения за дальностью видимости на ВПП и передачи сообщений о ней**

---

Утверждено Генеральным секретарем  
и опубликовано с его санкции

Издание третье — 2005

**Международная организация гражданской авиации**



# Оглавление

	<i>Страница</i>
<b>Глава 1. Введение .....</b>	<b>1-1</b>
<b>Глава 2. Определение, назначение и эксплуатационное применение RVR.....</b>	<b>2-1</b>
<b>Глава 3. Объяснение терминов .....</b>	<b>3-1</b>
<b>Глава 4. Явления погоды, понижающие видимость .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Введение.....	4-1
4.2 Литометеоры: мгла, песок, пыль, дым и вулканический пепел .....	4-2
4.3 Гидрометеоры: дымка и туман .....	4-3
4.4 Осадки .....	4-5
4.5 Влияние явлений погоды на видимость.....	4-6
<b>Глава 5. Практика наблюдений.....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Обзор методик наблюдений.....	5-1
5.2 Необходимые оценки.....	5-2
5.3 Места проведения оценок — общие положения.....	5-2
5.4 Высота над ВПП.....	5-3
5.5 Местоположение вдоль ВПП .....	5-4
5.6 Расстояние от ВПП .....	5-6
5.7 Точность оценок .....	5-6
5.8 Используемые огни ВПП .....	5-9
<b>Глава 6. Оценка дальности видимости на ВПП.....</b>	<b>6-1</b>
6.1 Общие положения.....	6-1
6.2 Оптическая прозрачность атмосферы.....	6-2
6.3 Определение RVR с помощью маркеров и других черных или темных предметов .....	6-3
6.4 Определение RVR с помощью огней .....	6-3
6.5 Освещение и сила света .....	6-5
6.6 Визуальный порог освещенности ( $E_T$ ).....	6-13
6.7 Точность оценки RVR .....	6-14
<b>Глава 7. Трансмиссометры .....</b>	<b>7-1</b>
7.1 Принцип работы .....	7-1
7.2 Характеристики приборов .....	7-5
7.3 Калибровка трансмиссометра .....	7-6
7.4 Погрешности калибровки .....	7-6

	Страница
<b>Глава 8. Измерители прямого рассеяния .....</b>	<b>8-1</b>
8.1 Принцип работы .....	8-1
8.2 Характеристики прибора .....	8-3
8.3 Калибровка измерителей прямого рассеяния .....	8-7
8.4 Погрешности измерителя прямого рассеяния .....	8-9
<b>Глава 9. Системы измерения RVR с помощью приборов .....</b>	<b>9-1</b>
9.1 Компоненты систем измерения RVR с помощью приборов .....	9-1
9.2 Проверка характеристик и техобслуживание .....	9-4
9.3 Целостность и надежность систем измерения RVR с помощью приборов .....	9-5
9.4 Метод оценки характеристик прибора .....	9-6
<b>Глава 10. Система измерения RVR с помощью наблюдателя .....</b>	<b>10-1</b>
10.1 Введение .....	10-1
10.2 Визуальные наблюдения с помощью огней .....	10-1
10.3 Калибровка визуальных наблюдений .....	10-2
10.4 Визуальные наблюдения с помощью специальных маркеров, установленных по бокам ВПП .....	10-4
10.5 Погрешности систем измерения RVR с помощью наблюдателя .....	10-4
<b>Глава 11. Методы передачи и представления данных .....</b>	<b>11-1</b>
11.1 Методы передачи и отображения данных о RVR .....	11-1
11.2 Порядок представления данных .....	11-1
11.3 Диапазон сообщаемых значений .....	11-2
11.4 Интервалы шкалы донесений .....	11-2
11.5 Период усреднения и частота обновления данных .....	11-3
11.6 Включение данных об изменении RVR в сводки METAR/SPECI .....	11-5
<b>Глава 12. Распространение информации о системе наблюдений за RVR .....</b>	<b>12-1</b>
<b>Добавление А. Закон Алларда .....</b>	<b>A-1</b>
<b>Добавление В. Закон Кошмидера .....</b>	<b>B-1</b>
<b>Добавление С. Прозрачность лобовых стекол .....</b>	<b>C-1</b>
<b>Добавление D. Вопросы длины базисной линии .....</b>	<b>D-1</b>
<b>Добавление E. Расчет влияния калибровочных погрешностей трансмиссометра на значения RVR .....</b>	<b>E-1</b>

---

	<i>Страница</i>
<b>Добавление F. Расчет влияния погрешности MOR (видимости), погрешности силы света и погрешности визуального порога освещенности на значения RVR .....</b>	<b>F-1</b>
<b>Добавление G. Нерешенные вопросы .....</b>	<b>G-1</b>
<b>Добавление H. Библиография.....</b>	<b>H-1</b>





# Глава 1

## ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящее руководство было впервые опубликовано как циркуляр в 1973 г. (Циркуляр 113 – *Практика наблюдения за дальностью видимости на ВПП и передачи сообщений о ней*). Оно основывалось на информации ряда государств о их методике оценки дальности видимости на ВПП (RVR). Необходимость в подготовке пересмотренного издания материала этого циркуляра возникла в связи с большим количеством последующих изменений положений Приложения 3 (*Метеорологическое обеспечение международной авионавигации*), касающихся RVR, и с изменением методик государств по оценке RVR. В 1981 году в связи с ожидаемым более широким применением этого документа на практике он был издан как руководство и включал обновленную информацию по методикам оценки, которая была представлена рядом государств вместе с информацией о технических достижениях и исследованиях.

1.2 К 1995 году в результате последующих поправок, внесенных в течение последних двух десятилетий в положения Приложения 3, которые касаются оценки RVR, стало ясно, что данное руководство требует пересмотра. В частности, после проведенного рядом государств сравнения трансмиссометров с измерителями прямого рассеяния, которые показали, что измерители прямого рассеяния способны выдавать данные, сравнимые с данными трансмиссометров, было сочтено необходимым разработать подробные инструктивные указания по измерителям прямого рассеяния.

1.3 Целью данного руководства является оказание помощи государствам при внедрении эффективных систем измерения RVR или, если такие системы уже существуют, при их усовершенствовании и стандартизации. Это представляется особенно важным в связи с применением различных методик оценки. Предполагается, что настоящее руководство будет также способствовать проведению дальнейших исследований и разработок в области оценки RVR.

1.4 В заключение следует подчеркнуть, что ни одно из положений данного руководства не должно восприниматься как противоречащее или несоответствующее содержащимся п. 4.6.3 главы 4 и п. 4.3 добавления 3 Приложения 3 положениям по RVR.

*Примечание 1. RVR является сокращением, утвержденным ИКАО для обозначения дальности видимости на ВПП, и в настоящем руководстве обычно используется вместо полного наименования. См. Правила авионавигационного обслуживания. Сокращения и коды ИКАО (PANS-ABC, Doc 8400).*



## Глава 2

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ, НАЗНАЧЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ RVR

2.1 В главе 1 Приложения 3 дается следующее определение RVR:

“Расстояние, в пределах которого пилот воздушного судна, находящегося на осевой линии ВПП, может видеть маркировку ее покрытия или огни, которые ограничивают ВПП или обозначают ее осевую линию”.

2.2 Данное определение разработано Восьмой Аэронавигационной конференцией (Монреаль, 1974 год). Данное определение означает, что RVR не является результатом "наблюдения" или "измерения" метеорологического параметра (например, направление и скорость приземного ветра, температура и давление); она является результатом оценки, основанной на расчетах, учитывающих различные элементы, в том числе атмосферные факторы, например, показатель ослабления атмосферы, физические/биологические факторы, такие, как визуальный порог освещенности, а также эксплуатационные факторы, такие, как сила света огней ВПП. Поэтому оценка RVR является более сложным процессом, чем простое наблюдение метеорологических параметров, и эта причина обуславливает необходимость разработки подробной информации и инструктивных указаний по данному вопросу.

2.3 Главное назначение RVR заключается в обеспечении пилотов, органов обслуживания воздушного движения (ОВД) и других авиационных подразделений информацией об условиях видимости на ВПП в периода ограниченной видимости, независимо от того, вызвано ли это туманом (наиболее распространенной причиной ограниченной видимости во многих районах) или другими причинами, такими, как дождь, снег или песчаные бури. В частности, оценка RVR должна предусматриваться независимо от того, являются ли фактические условия хуже или лучше установленных эксплуатационных минимумов для взлета и посадки. Необходимо иметь в виду, что для этой цели значения RVR заменяют сообщенные в сводках данные о видимости и что в случае точных заходов на посадку, как правило, не разрешается приступать к выполнению захода на посадку, если соответствующее(ие) значение(я) RVR ниже требуемого минимума.

2.4 Общепринятые эксплуатационные минимумы аэродрома для различных категорий ВПП, определенные в Приложении 14 "Аэродромы", том I "Проектирование и эксплуатация аэродромов", приводятся в *Руководстве по всепогодным полетам* (Doc 9365) (см. также п. 6.5.4). Диапазон оценок RVR (т. е. от 50 до 2000 м) предназначен для охвата большинства эксплуатационных минимумов аэродрома. Поэтому, как указано в п. 11.4, при сообщении данных о RVR требуется точная шкала донесений.

2.5 На практике RVR иногда имеет более широкий смысл, чем указанный в определении, приведенном в п. 2.1, и она используется многими пилотами как определенная визуальная ориентировка, которой он может располагать во время конечного этапа захода на посадку, выравнивания, приземления и пробега. В этом смысле RVR может рассматриваться пилотом как информация об общих условиях метеорологической видимости. Однако, поскольку RVR относится только к дальности видимости на ВПП, условия во время захода на посадку могут быть совершенно другими. До тех пор, пока пилот не окажется фактически на ВПП, обзор земли из кабины пилота

зависит от довольно наклонной дальности видимости (SVR), и поэтому на него может влиять плотность тумана, которая меняется в зависимости от высоты. Несмотря на то что SVR являлась бы идеальным параметром дальности видимости, тем не менее в настоящее время отсутствует требование к SVR из-за трудностей ее измерения или оценки и в последние годы не проводились какие-либо серьезные исследования в этой области ее оценки. Кроме того, в настоящее время широко признается, что использование RVR обеспечивает безопасное выполнение операций в условиях низкой видимости на протяжении последних нескольких десятилетий.

2.6 Тот факт, что RVR зависит как от метеорологических, так и эксплуатационных параметров, усложняет вопрос о возложении ответственности за проведение оценки RVR. В некоторых государствах ответственность за оценку RVR возложена на метеорологическое бюро, в то время как в других за эти функции отвечает орган, обеспечивающий обслуживание воздушного движения (ОВД).

---

## Глава 3

# ОБЪЯСНЕНИЕ ТЕРМИНОВ

3.1 Данные объяснения основаны на общепринятых научных определениях, некоторые из которых были упрощены для облегчения их понимания неспециалистами. Утвержденные ИКАО определения отмечены звездочкой (\*), а опубликованные ВМО определения<sup>1</sup> отмечены двумя звездочками (\*\*). В соответствующих случаях в скобках указываются единицы измерения.

3.2 При рассмотрении приводимых ниже определений были приняты следующие допущения:

- a) показатель ослабления, метеорологическая дальность видимости, пропускаемость и коэффициент пропускания могут быть все определены через понятие "световой поток" и являются взаимозаменяемыми терминами при количественной оценке прозрачности атмосферы (см. п. 6.2.1);
- b) во всех случаях световой поток определяется чувствительностью зрительного восприятия, принятой Международной светотехнической комиссией (CIE); и
- c) независимо от наличия или отсутствия соответствующего указания расчет величин, относящихся к световому потоку, основан на использовании в качестве эталона лампы накаливания при цветовой температуре 2700 К.

**Видимость (V)\*.** Видимость для авиационных целей представляет собой наибольшую из следующих величин.

- a) наибольшее расстояние, в пределах которого может быть виден и опознан черный предмет соответствующих размеров, расположенный у земли и наблюдаемый на ярком фоне;
- b) наибольшее расстояние, в пределах которого могут быть видны и опознаны огни с интенсивностью приблизительно 1000 кандел на неосвещенном фоне.

*Примечание.* В атмосфере с заданным показателем ослабления указанные два расстояния имеют различную величину, причем второе расстояние b) изменяется в зависимости от освещения фона. Первое расстояние a) соответствует метеорологической дальности видимости (MOR).

**Визуальный порог освещенности (E<sub>v</sub>).** Наименьшая освещенность, при которой можно видеть небольшой источник света (люкс, лк).

**Дальность видимости на ВПП (RVR)\*.** Расстояние, в пределах которого пилот воздушного судна, находящегося на осевой линии ВПП, может видеть маркировку ее покрытия или огни, которые ограничивают ВПП или обозначают ее осевую линию (метр, м).

---

1. Указания по метеорологическим приборам и методам наблюдения, глава 9 (WMO-№ 18)

**Дальность видимости.** Максимальное расстояние, обычно по горизонтали, при котором становится видимым источник света или объект при определенных значениях яркости фона.

**Закон Алларда.** Уравнение, связывающее освещенность ( $E$ ), создаваемую точечным источником света с интенсивностью ( $I$ ) в атмосфере с прозрачностью ( $T$ ) на плоскости, перпендикулярной линии зрения и расположенной на расстоянии ( $x$ ) от источника света.

*Примечание.* Применяется к дальности видимости огней, см. добавление А.

**Закон Кошмидера.** Соотношение между видимым яркостным контрастом ( $C_x$ ) объекта, визуально наблюдаемого на расстоянии на фоне горизонта, и его собственным яркостным контрастом ( $C_0$ ), т. е. яркостным контрастом, который будет иметь данный объект на фоне горизонта при наблюдении с очень близкого расстояния.

*Примечание.* Применяется к дальности видимости объектов днем, см. добавление В.

**Измеритель рассеяния.** Прибор для оценки показателя ослабления интенсивности света путем измерения светового потока, рассеянного за пределы луча света находящимися в атмосфере частицами.

**Коэффициент пропускания ( $t_b$ ).** Пропускаемость в пределах оптической траектории заданной длины  $b$  в атмосфере (безразмерная величина).

**Метеорологическая дальность видимости (метеорологическая оптическая дальность) (MOR)\*\*.** Длина пути в атмосфере, создающая ослабление светового потока в коллимационном пучке от лампы накаливания при цветовой температуре 2700 К до 0,05 его первоначального значения; при этом световой поток оценивается по функции фотометрической яркости, которая определена Международной светотехнической комиссией (CIE) (метр (м) или километр (км)).

*Примечание 1.* Отношение между метеорологической дальностью видимости и показателем ослабления (при пороге контрастной чувствительности глаза  $\varepsilon = 0,05$ ) с использованием закона Кошмидера выражается в виде:  $MOR = -\ln(0,05)/\sigma \approx 3/\sigma$ . При определенных условиях  $MOR =$  видимости (см. выше).

*Примечание 2.* Используя допущения, изложенные в п. 3.2, данное определение можно также сформулировать следующим образом: длина пути в атмосфере, создающая ослабление светового потока в коллимационном пучке до 0,05 его первоначального значения.

**Наклонная дальность видимости (SVR).** Расстояние, в пределах которого виден определенный объект или огонь вдоль линии визирования, значительно отличающейся от горизонтальной; например, расстояние, в пределах которого видны наземные объекты или огни из воздушного судна, выполняющего заход на посадку (метр, м).

**Освещенность\*\* ( $E$ ).** Световой поток, приходящийся на единицу площади (люкс, лк).

**Показатель ослабления\*\* ( $\sigma$ ).** Пропорциональная величина ослабления светового потока в коллимационном пучке от лампы накаливания при цветовой температуре 2700 К, при прохождении его в атмосфере на единицу расстояния (на один метр,  $m^{-1}$ ).

*Примечание 1.* Данный показатель является мерой ослабления светового потока, вызванного поглощением и рассеянием света.

*Примечание 2. Используя допущения, изложенные в п. 3.2, данное определение можно также сформулировать следующим образом: пропорциональная величина ослабления светового потока в коллимационном пучке при прохождении его в атмосфере на единицу расстояния.*

**Порог контрастной чувствительности глаза ( $\epsilon$ )\*\*.** Минимальное значение различимого глазом яркостного контраста, т. е. значение, при котором объект можно отличить от его фона (безразмерная величина).

*Примечание. Порог контрастной чувствительности глаза меняется в зависимости от человека.*

**Пропускаемость (прозрачность) (или удельный коэффициент пропускания) ( $T$ ).** Часть светового потока, которая сохраняется в луче после прохождения оптической траектории в атмосфере на единицу расстояния (безразмерная величина).

**Световой поток ( $\Phi$ )\*\*.** Величина, получаемая на основе потока излучения путем оценки этого излучения в соответствии с его воздействием на стандартного фотометрического наблюдателя, который определен Международной светотехнической комиссией (CIE) (люмен, лм).

*Примечание. Поток излучения характеризует силу пучка света, а световой поток характеризует уровень чувствительности глаза к этому пучку света.*

**Сила света (интенсивность света) ( $I$ )\*\*.** Световой поток, приходящийся на единицу телесного угла (кандела, кд).

**Трансмиссометр.** Прибор, который осуществляет непосредственные измерения прозрачности атмосферы между двумя точками в пространстве; т. е. вдоль определенной длины траектории или базисной линии.

**Яркостный контраст ( $C$ ).** Отношение разности между яркостью объекта и яркостью его фона (безразмерная величина).

**Яркость (фотометрическая яркость) ( $L$ ).** Сила света, приходящаяся на единицу площади освещаемой поверхности в заданном направлении (кандела на квадратный метр, кд/м<sup>2</sup>).

---





## Глава 4

# ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ, ПОНИЖАЮЩИЕ ВИДИМОСТЬ

### 4.1 ВВЕДЕНИЕ

4.1.1 В определенной степени видимость всегда ограничивается вследствие рассеяния и поглощения света частицами (например, микроскопическими кристаллами соли, частицами пыли и сажи, водяными каплями), находящимися в атмосфере во взвешенном состоянии либо проходящими через нее при выпадении. Даже при отсутствии частиц молекулярное рассеяние (рэлеевское рассеяние) ограничивает видимость. Поэтому в атмосфере никогда не существует бесконечной видимости, хотя часто можно видеть предметы на больших расстояниях. В данной главе рассматриваются явления погоды, способные ухудшать видимость, при этом особое внимание уделяется тем явлениям, которые могут понизить видимость до сообщаемых в сводках значений RVR, то есть до значений менее 1500 м. В таблице 4-1 содержится перечень наиболее типичных из этих явлений погоды, а также указываются некоторые их характеристики. Приводимые в таблице значения MOR являются типичными величинами, основанными на опыте. Проблема поглощения света касается только измерителей рассеяния, в то время как зависимость от длины волны имеет отношение к любому прибору, у которого центр оптической чувствительности не настроен на величину в районе отметки 0,55 мкм (то есть максимального уровня чувствительности человеческого зрения).

4.1.2 Во многих районах мира дымка и туман являются основными причинами ограничения видимости, имеющего эксплуатационное значение. Сильные осадки также могут стать причиной низкой видимости, ограничивающей полеты воздушных судов. В условиях холодного климата снег является одним из наиболее типичных факторов, ухудшающих видимость. Песок и пыль (включая пыльные и песчаные бури) могут привести к резкому понижению видимости в засушливых районах и в районах пустынь.

**Таблица 4-1. Типичные явления погоды, понижающие видимость**

<i>Явления погоды</i>	<i>Типичные значения MOR (м)</i>	<i>Поглощающие</i>	<i>Зависящие от длины волны</i>
Песчаная буря		Да	Возможно
Пыльная буря		Да	Возможно
Дым		Возможно	Возможно
Мгла	1 000 – 5 000	Возможно	Да
Дымка	1 000 – 5 000	Нет	Нет
Туман	30 – 1 000	Нет	Нет
Морось	> 1 000	Нет	Нет

<i>Явления погоды</i>	<i>Типичные значения MOR (м)</i>	<i>Поглощающие</i>	<i>Зависящие от длины волны</i>
Дождь	> 1 000	Нет	Нет
Снег	> 300	Нет	Нет
Blowing snow	> 50	Нет	Нет

## 4.2 ЛИТОМЕТЕОРЫ: МГЛА, ПЕСОК, ПЫЛЬ, ДЫМ И ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПЕПЕЛ

4.2.1 Понижение дальности видимости, вызванное находящимися в атмосфере пылью или другими микроскопическими (сухими) частицами, называется мглой. В условиях мглы синий свет рассеивается в большей степени, чем красный свет, и темные объекты наблюдаются как бы через вуаль голубого цвета. Видимость необязательно является постоянной в любом направлении, так как она часто изменяется из-за дыма и других загрязняющих частиц, выбрасываемых в атмосферу заселенными и промышленными районами. Сведения о мгле и других литометеорах передаются только в тех случаях, когда видимость составляет 5000 м или менее (за исключением песчаного поземка и вулканического пепла, которые всегда указываются в сводках по эксплуатационным причинам).

4.2.2 Литометеоры в виде мелких частиц (мгла, дым и вулканический пепел) могут оставаться в атмосфере во взвешенном состоянии в течение более или менее неопределенного периода времени. Лишь в необычных условиях, таких, как густой туман от больших пожаров, указанные явления понижают видимость до расстояния менее 1500 м.

4.2.3 Для того, чтобы литометеоры, состоящие из крупных частиц (песок и пыль), оставались в атмосфере во взвешенном состоянии, требуются значительные скорости ветра, что происходит только в связи со следующими явлениями:

### а) *Песчаная буря*

Сильный и турбулентный ветер, поднимающий в воздух песок, большая часть частиц которого имеет диаметр от 0,8 до 1 мм. В отличие от пыльных бурь частицы песка в большинстве случаев находятся в пределах самых нижних 2 м воздушного пространства и редко поднимаются выше 15 м над землей. Песчаные бури наиболее характерны для районов пустынь, где имеется сыпучий песок, часто в виде песчаных барханов, без существенной примеси пыли. Они происходят из-за сильных ветров, вызванных нагревом поверхности либо усилившихся за счет такого нагрева, и обычно возникают в течение дня и прекращаются в ночное время.

Фронтальная часть песчаной бури может выглядеть как широкая и высокая стена. Стены песка часто сопровождают кучево-дождевые облака, которые могут быть затенены частицами песка; они могут также образовываться в отсутствие каких-либо облаков вдоль фронтальной кромки надвигающихся масс холодного воздуха.

b) *Пыльная буря*

Частицы пыли энергично поднимаются вверх сильным и турбулентным ветром, охватывая обширный район. Такие условия часто возникают в периоды засухи, как правило, в районах пахотных земель, и таким образом приводят к образованию очень мелких частиц пыли, что отличает их от более распространенной песчаной бури, возникающей в районах пустынь.

Как правило, пыльная буря появляется внезапно в виде надвигающейся стены пыли, которая может быть несколько километров длиной и обычно значительно превышает 3000 м по высоте. Впереди пыльной бури могут образоваться несколько пыльных вихрей (отдельно от основной массы либо сливающиеся с ней), при этом перед стеной пыли находится очень горячий воздух со слабым ветром. Стены пыли часто сопровождаются кучево-дождевыми облаками, которые могут быть затенены частицами пыли; они могут также образовываться в отсутствие каких-либо облаков вдоль фронтальной кромки надвигающихся масс холодного воздуха.

c) *Пыльные/песчаные вихри*  
(смерчи)

Быстро вращающийся столб воздуха, образующийся обычно над сухой и пыльной либо песчаной почвой и перемещающий пыль и другие легкие материалы, поднятые с земли. Как правило, их высота не превышает 60-90 м (200-300 футов) (смерчи). Сильные пыльные/песчаные вихри, образующиеся в очень горячих районах пустыни, могут достигать 600 м (2000 футов).

### 4.3 ГИДРОМЕТЕОРЫ: ДЫМКА И ТУМАН

4.3.1 Дымка представляет собой один из видов атмосферного затемнения, вызванного находящимися во взвешенном состоянии микроскопическими водяными каплями или влажными гигроскопическими частицами, которые обычно образуют над местностью тонкую сероватую пелену. Диаметр основной массы содержащихся в дымке частиц составляет порядка нескольких десятков микрометров.

4.3.2 Сообщения о дымке передаются в тех случаях, когда видимость составляет по крайней мере 1000 м, но не более 5000 м при относительной влажности свыше 90%.

4.3.3 Туман представляет собой один из видов атмосферного затемнения в самых нижних слоях атмосферы, вызванного концентрированной взвесью водяных капель или кристаллов льда при влажности воздуха, равной примерно 100%. В условиях холода эта взвесь может состоять из кристаллов льда и образующийся в результате туман называется *ледяным туманом*.

4.3.4 Туман обычно классифицируется в соответствии с физическим процессом, который приводит к насыщению воздуха или к состоянию, близкому к его насыщению. *Радиационный туман* формируется в результате радиационного охлаждения, обычно во время безоблачных ночей в условиях слабого ветра. *Адвективный туман* формируется по мере того, как теплый влажный воздух с моря или суши охлаждается при его прохождении над более холодной поверхностью. Морской туман представляет собой адвективный туман, образующийся при прохождении теплого воздуха с суши над более прохладной водной поверхностью. *Туман испарения* образуется в более холодной и стабильной воздушной массе за счет быстрого испарения с находящейся внизу более теплой водной

поверхности. *Туман склонов* образуется по мере охлаждения воздуха при его перемещении ветром вверх по склону, вызывая *горное затемнение*. Такие же процессы образуют облака, и, если слоистые облака снижаются до земли, они представляют собой туман.

4.3.5 Сообщение о тумане передается при видимости менее 1000 м.

4.3.6 В период наличия тумана его характеристики и условия видимости в нем изменяются (см. также п. 11.5.2). В целях описания можно сказать, что большинство видов туманов имеет три фазы:

а) *Фаза образования тумана*

Это время от появления первых признаков тумана до его распространения над относительно большим районом. В случае прохождения над аэродромом адвективного тумана, эта фаза может длиться только несколько минут. В другом крайнем случае для завершения этой фазы радиационным туманом может потребоваться несколько часов, однако он может также сформироваться очень быстро. Радиационный туман может вначале быть в виде очень ограниченных, но плотных гряд приземного тумана. Позже могут сформироваться большие изолированные гряды, медленно дрейфующие в направлении слабого ветра. В ночное время наличие таких гряд может быть не замечено до тех пор, пока одна из них не выйдет на прибор, который покажет низкое значение RVR. Или же может сформироваться поверхностный приземный туман, покрывающий весь аэродром или его часть. В результате, во время начального периода тумана, особенно радиационного, могут иметь место значительные местные пространственные и временные изменения видимости, и значение RVR, основанное на показаниях отдельных приборов, может оказаться нерепрезентативным для всей ВПП.

б) *Основная фаза тумана*

Это относится к любому типу тумана, который образует непрерывный слой над относительно большим районом, включая весь аэродром или его часть, пока он не начнет ослабевать или рассеиваться. Такой туман может быть в пространственном отношении единообразным, а временные изменения видимости в нем могут быть незначительными и медленными. Однако в других случаях в основном слое тумана могут возникнуть изменения видимости вплоть до 50%. В целом, условия видимости довольно хорошо определяются в результате наблюдений и приборных измерений. Поскольку изменения носят постепенный характер, соответствующие тенденции легко различимы.

с) *Фаза ослабления*

Под этим термином подразумевается период ослабления или рассеивания тумана. В тумане могут иметь место значительные изменения видимости, но эти изменения могут быть также и незначительными. Измерения с помощью приборов обычно являются довольно репрезентативными, за исключением тех случаев, когда радиационный туман начинает подниматься над землей и превращаться в низкие слоистые облака.

#### 4.4 ОСАДКИ

4.4.1 Осадки представляют собой гидрометеор, состоящий из частиц воды в жидком или твердом состоянии, которые выпадают из атмосферы и достигают земли. Осадки включают *морось, дождь, снег, снежные зерна, ледяные иглы (алмазная пыль), ледяную крупу, град, небольшой град и/или снежную крупу.*

4.4.2 В зависимости от размера капель и своего физического состояния осадки могут характеризоваться следующим образом:

а) *Морось*

Достаточно единообразные осадки, состоящие исключительно из мелких водяных капель диаметром от 0,2 до 0,5 мм. Создается видимость того, что капли плывут к земле, находясь на очень близком расстоянии друг от друга. Морось обычно выпадает из низких слоистых или слоисто-кучевых облаков.

б) *Дождь*

Осадки в виде жидких водяных капель, размер которых колеблется от 0,5 до максимум 6 мм в диаметре (как правило, капли диаметром свыше 6 мм разрываются). Дождь может быть обложным либо ливневым.

с) *Снег*

Твердые осадки в виде ледяных игл. Иглы обычно разветвляются, образуя шестиконечные звезды, и сцепляются, образуя снежные хлопья. Снег может быть обложным либо ливневым.

д) *Снежные зерна*

Осадки в виде очень мелких зерен льда белого и матового цвета, аналогичных снежной крупе, однако эти зерна являются остаточными плоскими или продолговатыми и при падении на твердую землю легко не отскакивают и не разрываются. Их диаметр обычно меньше 1 мм.

е) *Ледяные иглы (алмазная пыль)*

Осадки в виде неразветвленных кристаллов льда, имеющих форму иголок, столбиков или пластин настолько мелких размеров, что они воспринимаются как частицы, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии. Ледяные иглы выпадают при ясном небе.

ф) *Ледяная крупа*

Осадки в виде прозрачных или полупрозрачных частиц льда малого размера (диаметром менее 5 мм).

г) *Град*

Осадки в виде частиц льда (градин), обычно имеющих диаметр от 5 до 50 мм, твердых и частично прозрачных, которые выпадают отдельно друг от друга либо смерзаются вместе в куски неправильной формы. Град выпадает из кучево-дождевых облаков и в виде ливня с градом.

#### h) Небольшой град и/или снежная крупа

Полупрозрачные частицы льда диаметром до 5 мм, которые при падении на твердую землю отскакивают со слышимым звуком. Небольшой град состоит из снежной крупы, полностью или частично заключенной в слой льда и представляет собой промежуточную стадию между снежной крупой и градинами.

4.4.3 Ливни связаны с конвективными облаками. Для них характерны резкое начало и прекращение и обычно быстрые и значительные изменения интенсивности осадков. Капли и твердые частицы, выпадающие во время ливня, как правило, крупнее тех, которые выпадают при неливневых осадках.

4.4.4 В связи со снегом употребляются такие характеристики, как "поземок" и "низовая метель". Снежный поземок означает, что снег поднимается ветром в воздух на высоту менее 2 м (6 футов) над уровнем земли (принятая высота уровня глаз наблюдателя). Снежная низовая метель указывает на то, что снежные частицы поднимаются ветром в воздух на высоту 2 м или более над уровнем земли.

### 4.5 ВЛИЯНИЕ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ НА ВИДИМОСТЬ

4.5.1 Жидкие осадки (дождь, морось) сами по себе редко понижают видимость до сообщаемого диапазона значений RVR. Однако условия, в которых выпадают жидкие осадки, могут привести к уменьшению RVR до величины, имеющей существенное эксплуатационное значение, когда осадки сопровождаются туманом, что часто имеет место при мороси, либо когда осадки бывают особенно сильными. Кроме того, туман испарения от охладителя, влажный воздух, проходящий над горячей мокрой поверхностью ВПП, также могут понизить видимость до сообщаемого диапазона значений RVR.

4.5.2 Твердые осадки (различные виды снега) более эффективно рассеивают свет, чем водяные капли, и поэтому они будут часто приводить к ухудшению видимости до величин RVR, имеющих эксплуатационное значение. В частности, при сильном ветре снежная низовая метель может создать условия, когда значения RVR будут очень низкими. Более того, густой и обложной снежный поземок может полностью или частично закрыть огни ВПП от пилота, хотя сообщенная в сводках видимость может быть высокой. Аналогичные явления могут иметь место в случае песчаного поземка.

---

## Глава 5

# ПРАКТИКА НАБЛЮДЕНИЙ

### 5.1 ОБЗОР МЕТОДИК НАБЛЮДЕНИЙ

5.1.1 Ниже приводится описание двух методик наблюдений, применяемых в настоящее время. В данном контексте термин *наблюдение* подразумевает измерения с помощью приборов или визуальные наблюдения физических параметров (например, коэффициент пропускания, показатель ослабления, количество видимых посадочных огней и т. д.), на которых может основываться *оценка RVR*.

а) *Методика определения по приборам*

При определении RVR с помощью приборов обычно применяется трансмиссометр (см. главу 7), измеряющий коэффициент пропускания атмосферы, или измеритель прямого рассеяния (см. главу 8), определяющий показатель ослабления атмосферы. Затем производится расчет RVR с учетом измеренного количественного параметра (т. е. коэффициента пропускания или показателя ослабления), характеристик огней и предполагаемой чувствительности зрения пилота в преобладающих условиях яркости фона (см. главу 6). Существуют другие методики определения по приборам, однако в настоящее время для оценки RVR рекомендуется применять только те, которые основаны на использовании трансмиссометров и измерителей прямого рассеяния.

б) *Методика определения с помощью наблюдателя*

Наблюдатель определяет количество огней ВПП или маркеров, видимых с места наблюдения вблизи ВПП; это количество "преобразуется" в дальность видимости на ВПП с внесением необходимых допусков на различия в силе света, фоне и т. д., при этом измерения осуществляются с различных точек обзора наблюдателя и пилота. Иногда, если подсчет огней затруднен, наблюдения осуществляются с помощью специального ряда огней ВПП или других огней, устанавливаемых вблизи ВПП. (Вопросы сообщения данных наблюдателем рассматриваются в главе 10).

5.1.2 Для удовлетворения требований к быстрому обновлению информации об изменениях RVR наблюдается тенденция к использованию автоматизированных систем, способных выдавать цифровые значения RVR, иногда дополненные данными в печатном виде или на магнитных носителях.

5.1.3 Оценки с помощью наблюдателей являются практически неосуществимыми и не рекомендуются для проведения их на ВПП, оборудованных для точного захода на посадку, и, в частности, на тех, которые оборудованы для полетов по категориям II и III, по следующим причинам:

- а) уровень точности и согласованности результатов ниже, чем при использовании систем измерения RVR с помощью приборов (см. п. 5.7.2);

- b) наблюдение должно осуществляться одновременно в нескольких местах на ВПП (см. п. 5.5.4);
- c) не могут быть соблюдены требования к частоте обновления данных и периоду усреднения (см. раздел 11.5); и
- d) не могут быть указаны колебания в значениях RVR, включая их тенденции (см. раздел 11.6).

5.1.4 Согласно поправке 72 к Приложению 3 применение инструментальных систем RVR в настоящее время является обязательным для полетов по категориям II и III и рекомендуется для выполнения заходов на посадку и посадок по приборам по категории I. (См. пп. 4.3.2.1 и 4.3.2.2 добавления 3 в Приложении 3.)

## 5.2 НЕОБХОДИМЫЕ ОЦЕНКИ

5.2.1 Вопросы оценки и сообщения данных о RVR рассматриваются в п. 4.6.3 главы 4 и п. 4.3 добавления 3 в Приложении 3.

5.2.2 Согласно п. 4.6.3.1 главы 4 Приложения 3 оценка RVR должна осуществляться на всех ВПП, предназначенных для выполнения заходов на посадку и посадок по приборам по категории II и категории III.

5.2.3 Кроме того, в п. 4.6.3.2 главы 4 Приложения 3 указывается, что оценку RVR следует проводить на всех ВПП, предназначенных для использования в периоды пониженной видимости, включая:

- a) ВПП, оборудованные для точного захода на посадку и предназначенные для выполнения заходов на посадку и посадок по приборам по категории I, и
- b) ВПП с высокой интенсивностью освещения кромки и/или осевой линии, используемые для взлета.

*Примечание. Определение ВПП, оборудованных для точного захода на посадку, дается в определении "Оборудованная ВПП" в главе 1 тома I Приложения 14*

5.2.4 В тех случаях, когда в соответствии с п. 4.6.3.3 главы 4 Приложения 3 предусмотрено проведение оценок RVR, их следует выполнять и передавать сообщения о ней на протяжении всего периода, когда либо видимость, либо дальность видимости на ВПП составляет менее 1500 м.

5.2.5 Могут сообщаться значения RVR в диапазоне 50–2000 м (см. п. 4.3.6.2 добавления 3 в Приложении 3). Следует отметить, что значения в диапазоне 1500–2000 м будут сообщаться только в том случае, когда видимость составляет менее 1500 м.

## 5.3 МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНОК – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.3.1 Системы измерения RVR должны обеспечивать оценки, в максимальной степени репрезентативные для позиции обзора пилота, не нарушая положений о пролете препятствий,



содержащихся в Приложении 14 ИКАО "Аэродромы", том I "Проектирование и эксплуатация аэродромов", и, в случае наблюдателей, не подвергая угрозе их безопасность. Эти положения предусматривают, что объекты, которым в силу выполняемых ими функций разрешается находиться в пределах летной полосы<sup>1</sup> для удовлетворения аэронавигационных требований, должны быть ломкими и размещаться таким образом, чтобы свести к минимуму опасность столкновений (п. 9.9 тома I Приложения 14).

5.3.2 Поскольку значение RVR не может быть измерено непосредственно на ВПП, погрешность, вызванная разницей в условиях на ВПП и на участке, где производится оценка RVR, может иметь эксплуатационные последствия. Системы измерения RVR обычно устанавливаются на расстоянии до 120 м от осевой линии ВПП на травяной или песчаной поверхности, которая в зимнее время иногда может быть покрыта снегом. В отличие от этого, ВПП сооружается из бетона или асфальта, который может нагреваться быстрее, чем окружающие ее участки поверхности, покрытые травой, снегом или песком. В результате, разница в температуре между ВПП и окружающей площадью будет влиять на распределение тумана и может привести к более высоким значениям RVR вдоль ВПП по сравнению с данными, полученными с помощью приборов. Этот эффект может быть усилен вследствие движения воздушных судов по ВПП. По крайней мере, в течение короткого промежутка времени движение воздушных судов вызывает тенденцию к рассеиванию тумана за счет горячих выхлопных газов и производимой турбулентности воздуха. Однако выхлопные газы содержат ядра конденсации и водяные пары, которые в долгосрочном плане могут привести к сгущению тумана. В условиях холодного климата при поверхностных инверсиях одна операция воздушного судна может оказаться достаточной для образования тумана из-за производимой турбулентности. Данный вид тумана часто исчезает вскоре после его образования. Если причиной возникновения тумана является адвекция, то направление ветра и препятствия могут привести к неравномерному распределению тумана. Если туман является неравномерным, то измеряемый с помощью прибора объем пространства может сказаться на репрезентативности оценки RVR. Наилучшей иллюстрацией этого случая служит пример с грядами тумана, когда прибор может быть полностью накрыт грядой тумана, в то время как видимость на ВПП является сравнительно хорошей, или наоборот.

5.3.3 В условиях холодного климата при выборе места для установки датчиков RVR вблизи рулежных дорожек необходимо учитывать уборку снега; разбрасываемый снегоочистительным оборудованием снег может попасть на датчики и повредить их или повлиять на их показания.

## 5.4 ВЫСОТА НАД ВПП

5.4.1 Изначально было предложено считать, что высота уровня глаз пилота над ВПП, равная 5 м, соответствует его (ее) позиции обзора над ВПП. Поскольку огни ВПП находятся вблизи уровня земли, это приводит к тому, что средняя высота траектории распространения света в направлении к глазам пилота будет составлять примерно 2,5 м. Поэтому рекомендуется, чтобы RVR оценивалась на высоте приблизительно 2,5 м (7,5 фут) (см. п. 4.3.1.1 добавления 3 в Приложении 3).

5.4.2 При измерениях с помощью наблюдателя высота уровня его глаз должна, в идеальном случае, составлять 5 м, т. е. быть такой же, как высота репрезентативной позиции обзора "среднего" пилота. На практике, наблюдатель часто стоит на земле. На некоторых аэродромах с такой малой высоты не представляется возможным видеть и опознавать все необходимые огни из-за наличия возвышенностей и впадин на ВПП или снежных сугробов вдоль ВПП. В этих случаях оценки осуществляются с возвышенной платформы или с верхней точки транспортного средства. Кроме того,

---

1. "Летная полоса" ВПП для точного захода на посадку или оборудованной ВПП должна простирается на расстояние не менее 150 м по обе стороны от осевой линии ВПП и ее продолженной осевой линии на всем протяжении ЛП (пп. 3.4.3 и 3.4.4 тома I Приложения 14).

возвышенные места иногда необходимы для получения лучшего обзора огней, находящихся на дальней стороне ВПП, когда они используются для оценки RVR.

5.4.3 Практическая высота уровня глаз пилота может существенно отличаться от величины 5 м, принятой в п. 5.4.1. Эти различия показаны на рис. 5.1 на примере коммерческих воздушных судов, зарегистрированных в Соединенных Штатах Америки; предполагается, что аналогичные различия будут характерны для воздушных судов в других государствах. На этом рисунке представлены совокупные процентные данные о высоте уровня лобовых стекол. Каждая точка представляет собой соответствующую долю конкретного типа воздушных судов. Доминирующее влияние на распределение высот оказывает значительная доля узкофюзеляжных коммерческих реактивных транспортных воздушных судов, которым на диаграмме совокупных процентных данных соответствуют три больших вертикальных отрезка в диапазоне между 3 и 4 м. Большой горизонтальный отрезок в верхней части рисунка соответствует доли воздушного судна "Боинг-747", имеющего наибольшую высоту уровня окна кабины пилота. Среднее значение высоты (соответствующее 50% воздушных судов) составляет около 3,6 м. Принятая в п. 5.4.1 высота, равная 5 м, находится на отметке 89%. Хотя высота уровня глаз пилота может быть в два раза выше или в три раза ниже, чем указанная величина 5 м, изменять высоту измерения в зависимости от аэропорта на основе типичной для данного аэропорта высоты уровня глаз пилота практически невозможно.

5.4.4 Несмотря на указанные различия в высоте глаз пилота воздушного судна, находящегося на ВПП, значения силы света боковых и осевых огней, направленных на пилота и отвечающих требованиям ИКАО, существенно не изменяются. Таким образом, в отношении силы света огней ВПП значения RVR не очень "чувствительны" к изменениям в высоте уровня глаз, связанным с различными типами воздушных судов (см. раздел 6.5).

5.4.5 Однако, если видимость ухудшается по мере увеличения расстояния от уровня земли, то фактическая величина RVR *может* зависеть от высоты уровня глаз. Необходимо также учитывать возможное влияние растительности, снежных наносов и т. д. в том отношении, что они могут:

- a) уменьшить плотность тумана вблизи поверхности земли и таким образом усилить зависимость значения RVR от высоты уровня глаз и
- b) заслонить прибор и не дать возможность провести репрезентативное измерение.

В целом следует обеспечивать, чтобы высота растительности и снежных наносов вблизи ВПП и датчиков RVR была гораздо ниже наименьшей высоты уровня глаз пилота и высоты, на которой осуществляются измерения с помощью приборов.

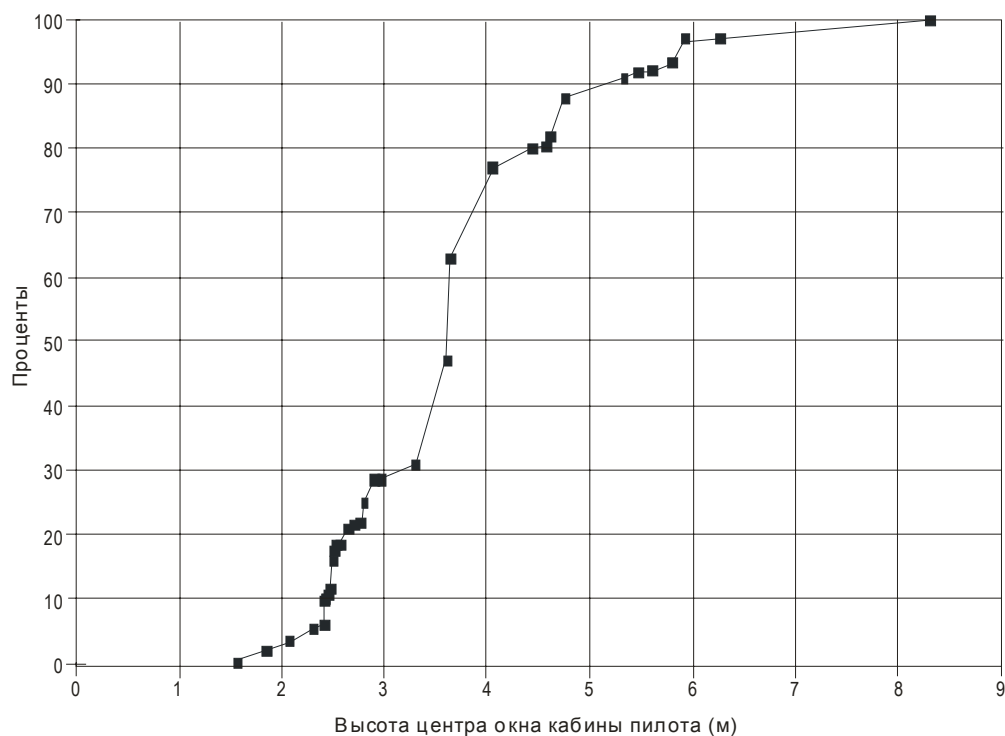
## 5.5 МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ВДОЛЬ ВПП

5.5.1 Поскольку видимость часто бывает неравномерной (например, гряды тумана), идеальными наблюдениями были бы те, которые охватывали бы всю длину ВПП; однако это является практически невозможным, так как подобный диапазон действия потребовал бы установки чрезмерного количества приборов. Поэтому, как правило, такие наблюдения принято осуществлять вблизи зоны приземления и в дополнительно выбранных местах, с тем чтобы обеспечить удовлетворительное определение условий в частях ВПП, представляющих основной интерес, обычно в средней точке и на дальнем конце ВПП. Конечно, это иногда может привести к противоречивым результатам, особенно в случае неоднородного тумана, когда, например, один прибор, находящийся вблизи зоны приземления, может выдать значение RVR, равное 2000 м, в то время как второй прибор, расположенный вблизи средней точки ВПП в 1500 м от прибора, установленного в зоне приземления, покажет RVR, равную 500 м.

5.5.2 В п. 4.6.3.4 главы 4 Приложения 3 предусматривается, чтобы оценки RVR были репрезентативными для зоны приземления, а также для средней точки и дальнего конца ВПП. Для того чтобы место наблюдений было репрезентативным для зоны приземления, оно должно располагаться приблизительно в 300 м от порога ВПП. Для того чтобы место наблюдений было репрезентативным для средней точки и дальнего конца ВПП, оно должно располагаться на расстоянии 1000–1500 м от порога ВПП и на расстоянии примерно 300 м от другого конца ВПП. Точное расположение этих и, если необходимо, дополнительных мест наблюдений следует определять с учетом авиационных, метеорологических и климатологических факторов, например наличия длинных ВПП, расположения навигационных средств, прилегающих строений или местоположения топей и других участков местности, где можно ожидать тумана.

5.5.3 Существующие установки полностью отвечают этим положениям. Все имеют одно место наблюдений, прилегающее к зоне приземления (обычно в 300 м от порога), и многие системы измерения RVR с помощью приборов имеют дополнительные места наблюдений. Одно из них обычно располагается вблизи дальнего конца ВПП, который становится зоной приземления, когда ВПП используется в противоположном направлении.

5.5.4 Для выполнения всепогодных полетов требуются сведения о RVR, и уровень детализации данных, которые следует предоставлять, зависит от категории операций на аэродроме. Подробные требования в отношении всепогодных полетов изложены в региональных аэронавигационных планах следующим образом:



**Рисунок 5-1. Совокупное распределение высоты уровня кабины пилота для коммерческих воздушных судов США (1994)**

*неточные заходы на посадку и полеты по категории I:*

- одно место наблюдений, обеспечивающее информацию, репрезентативную для зоны приземления;

*полеты по категории II:*

- как для категории I, плюс второе место наблюдений, репрезентативных для средней точки ВПП;

*полеты по категории III:*

- как для категории II, но обычно имеется третье место наблюдений, репрезентативных для дальнего конца ВПП, если оценки в двух местах не являются достаточными для планируемых полетов.

5.5.5 Поскольку видимость может значительно меняться вдоль ВПП, особенно при образовании тумана, имеется возможность получить полезную информацию при использовании систем с несколькими приборами, даже если полеты выполняются только по категории I.

## 5.6 РАССТОЯНИЕ ОТ ВПП

5.6.1 Точка, из которой осуществляется оценка RVR, должна представлять минимальную опасность для воздушных судов и приборов, а также для наблюдателей, которые ни при каких обстоятельствах не должны подвергаться риску столкновения с воздушными судами, осуществляющими взлет или посадку. С другой стороны, для того чтобы наблюдения могли больше соответствовать условиям на ВПП, места для наблюдений следует располагать вблизи ВПП. Это положение оговорено в п. 4.3.1.2 добавления 3 в Приложении 3, в котором указывается, что оценки RVR следует производить на боковом удалении от осевой линии ВПП не более 120 м.

5.6.2 Регламентирующие положения в отношении монтажа и расположения оборудования и установок содержатся в разделе 9.9 тома I Приложения 14, а соответствующий дополнительный инструктивный материал изложен в *Руководстве по аэропортовым службам*, часть 6 "Контролирование препятствий" (Doc 9137). На рис. 5-2 показаны ближайшие к ВПП места, в которых могут размещаться различные метеорологические приборы, не нарушая границ переходных поверхностей.

5.6.3 В отношении безопасности наблюдателей следует иметь в виду, что указанные в Приложении 14 технические требования к ограничению препятствий, относящиеся к летной полосе и соответствующим переходным поверхностям, фактически запрещают размещение и использование для оценки RVR транспортных средств или других неломких конструкций (стационарных или подвижных) на летной полосе в то время, когда орган управления воздушным движением (УВД) выдал воздушным судам диспетчерское разрешение на посадку или взлет (см. также п. 10.2.1).

## 5.7 ТОЧНОСТЬ ОЦЕНОК

5.7.1 Точность должна быть совместимой с требованиями к передаче донесений о RVR в соответствии с заданной шкалой. Существующие рекомендации в отношении шкалы для передачи донесений об изменении значений RVR содержатся в п. 4.3.6.1 добавления 3 в Приложении 3. Подробное описание указанных рекомендаций приводится в разделе 11.4 настоящего Руководства.

5.7.2 Еще в 1974 г. при обсуждении вопроса о точностях на Восьмой Аэронавигационной конференции отмечалось, что наблюдения, осуществляемые без приборов, являются менее точными, чем при использовании приборов. Разрыв в точности этих двух типов оценки RVR продолжал увеличиваться, и, по всей видимости, только значения RVR, определяемые с помощью приборов, могут приблизиться к точности данных, указанной в материале "Точность, желательная с точки зрения эксплуатации"<sup>2</sup>, содержащемся в дополнении А к Приложению 3.

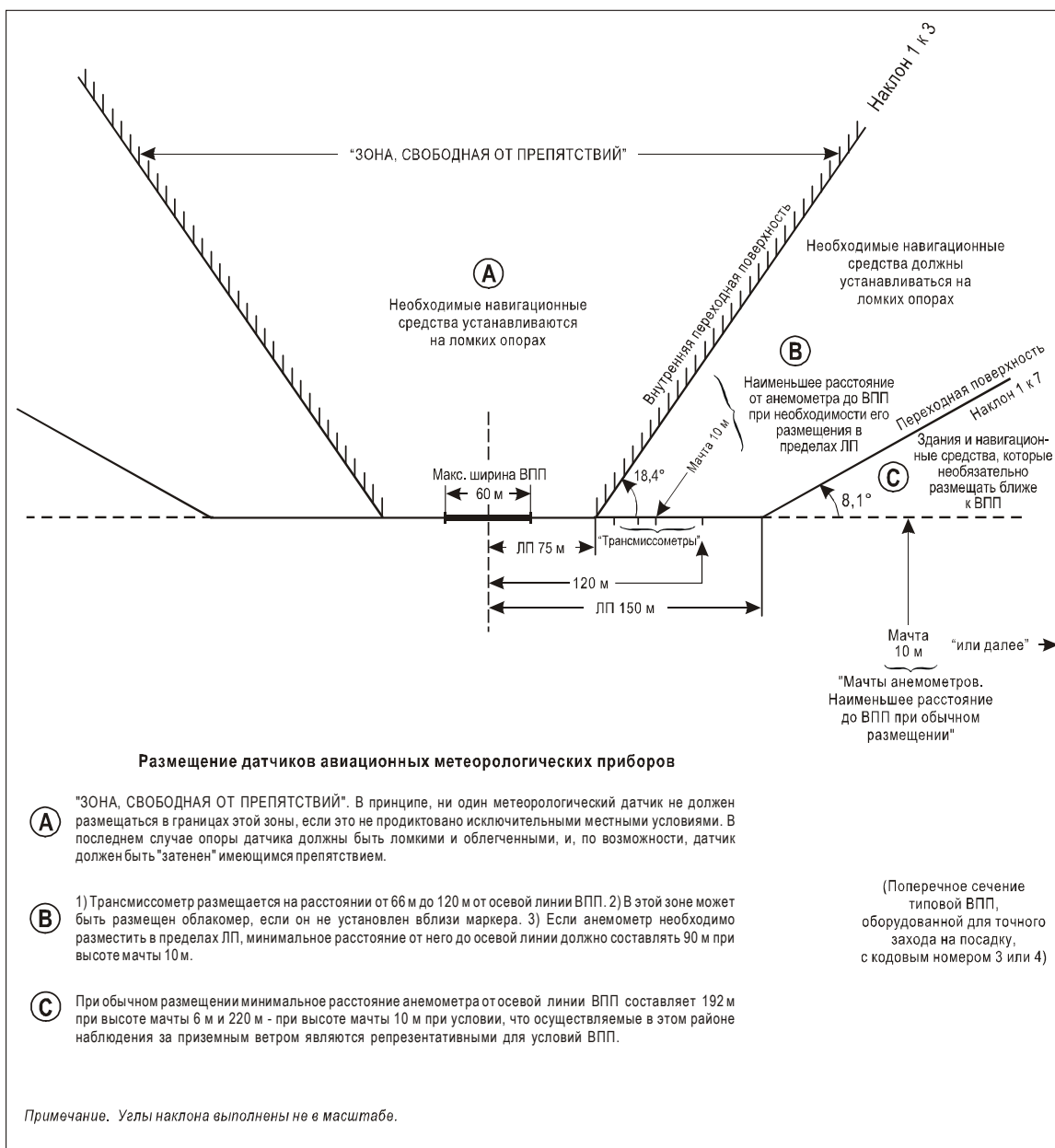


Рис. 5-2. Поверхности ограничения препятствий

2. Точность, желательная с точки зрения эксплуатации, не предназначена для использования в качестве эксплуатационного требования; ее следует понимать как цель, поставленную эксплуатантами.

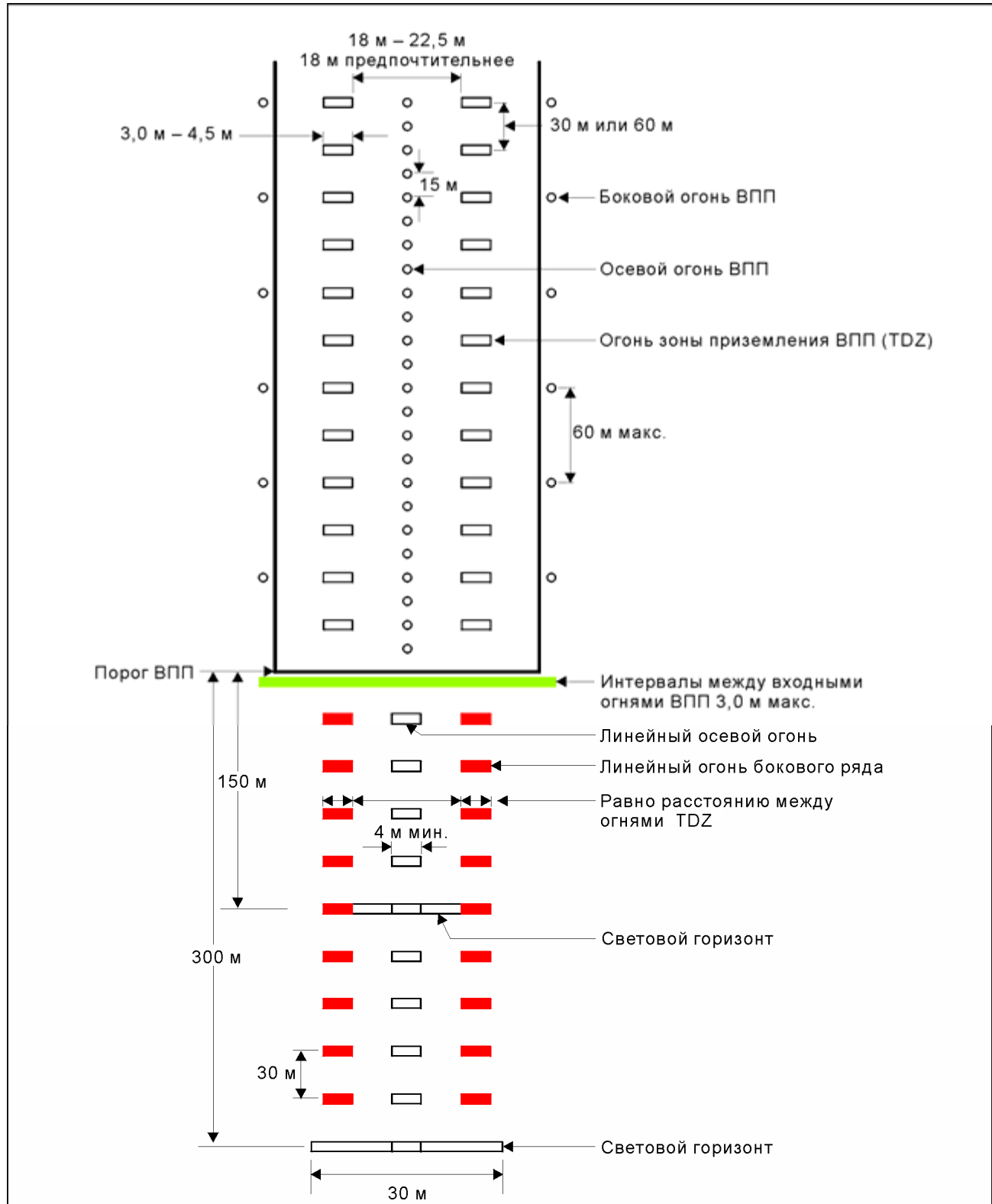


Рисунок 5-3. Ближние огни приближения и огни ВПП на участке 300 м от порога ВПП, оборудованных для точного захода на посадку по категориям II и III

## 5.8 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ОГНИ ВПП

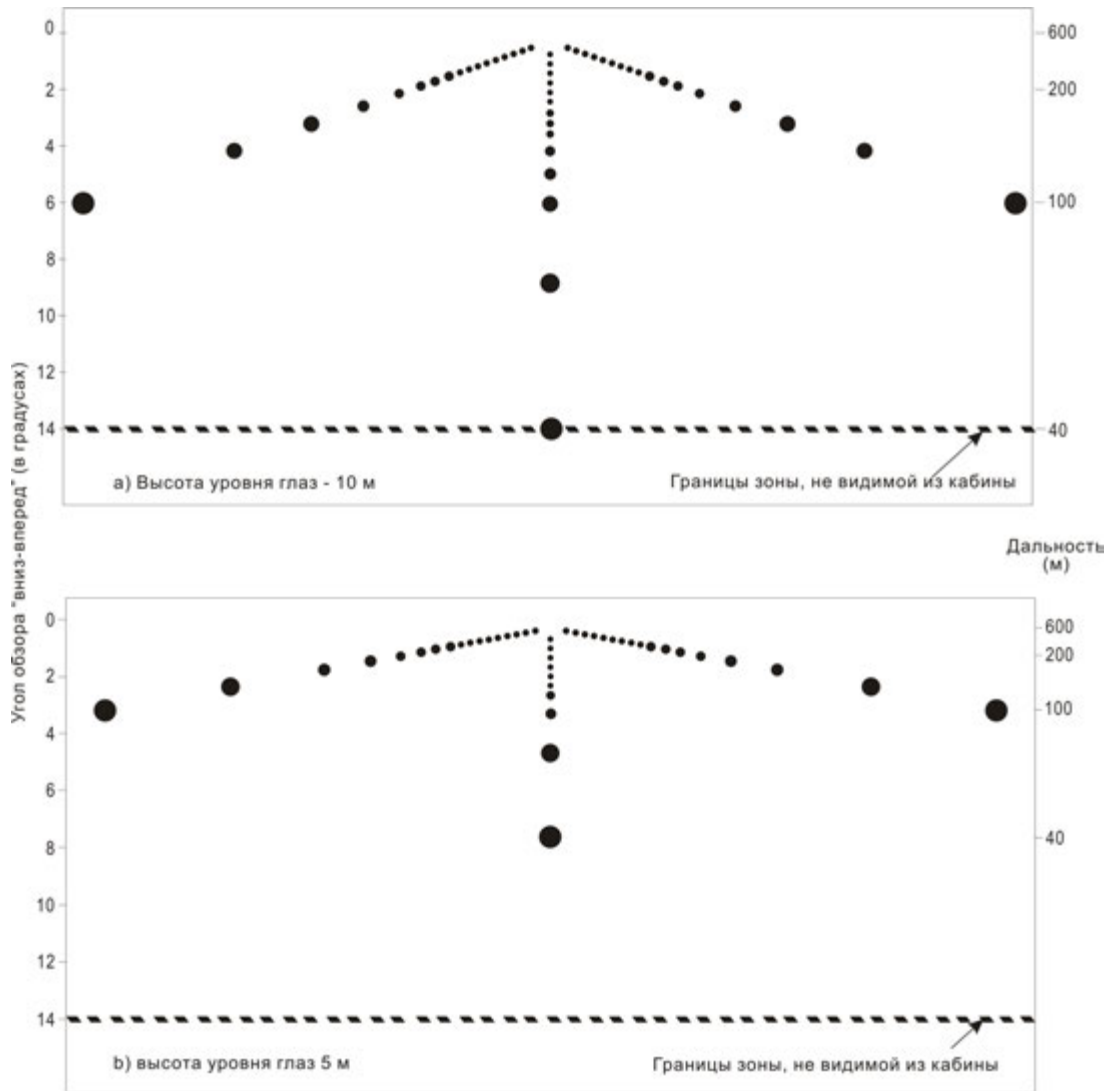
5.8.1 При выполнении посадки в условиях плохой видимости (категория I и категория II) пилоту обычно необходимо видеть ряд огней приближения и огни ВПП или маркировку на высоте принятия решения и ниже. Аналогичное требование существует для целей контроля на высотах менее 30 м (100 футов) при выполнении полетов по категории III (см. *Руководство по проектированию аэродромов*, часть 4 *"Визуальные средства"* (Дос 9157)). Наконец, после посадки (и с опущенным носовым шасси) пилот видит огни ВПП или маркировку с высоты кабины пилота. На рис. 5-3 показана типовая конфигурация огней приближения и огней ВПП на участке 300 м от порога ВПП, оборудованных для полетов по категориям II и III.

5.8.2 Крайне желательно, чтобы оценка RVR основывалась на огнях, которыми пилоты в основном руководствуются. Там, где имеются посадочные и осевые огни, для значений RVR, превышающих 550 м, обычно используются боковые огни; однако при более низкой дальности видимости используемые методы отличаются в зависимости от страны. Существует тенденция использовать осевые огни при наименьших значениях RVR, что обусловлено:

- a) более низким уровнем курсового ориентирования, обеспечиваемого боковыми огнями на коротких участках; и
- b) тем фактом, что при обзоре из точки, смещенной от осевой линии, боковые огни становятся более тусклыми, чем осевые огни.

Возрастающая важность ориентирования, обеспечиваемого осевыми огнями по мере ухудшения видимости, легко становится заметной, если мы будем постепенно закрывать рис. 5-4, двигая сверху лист бумаги, нижняя кромка которого параллельна более длинным кромкам диаграммы. Некоторые государства применяют меньший интервал между боковыми огнями (30 м) по сравнению с тем, который показан на рис. 5-4, и таким образом могут обеспечить лучшее ориентирование с помощью боковых огней при низких значениях RVR. (Более подробная информация приводится в разделе 6.5).

5.8.3 Следует отметить, что метод перехода с боковых огней на осевые огни по мере уменьшения дальности видимости на ВПП обычно не применяется в случае наблюдателей. Как правило, наблюдатели могут использоваться только на ВПП категории I, на которых могут отсутствовать осевые огни.



Примечания. Боковые огни : интервалы 60 м  
 Осевые огни : интервалы 30 м  
 Высота уровня  
 глаз пилота : интервалы 10 м и 5 м  
 Ширина ВПП : 60 м  
 Расстояние для  
 обзора диаграммы : 30 см

**Рисунок 5-4. Боковые и осевые огни, как их видит пилот во время  
 послепосадочного пробега или разбега при взлете**



# Глава 6

## ОЦЕНКА ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ НА ВПП

### 6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1.1 Согласно определению, содержащемуся в п. 2.1, RVR является расстоянием, в пределах которого пилот может видеть огни ВПП или маркировку поверхности ВПП. Оценка RVR осуществляется с помощью расчетов, основанных на законе Кошмидера (при использовании объектов или маркеров) и на законе Алларда (при использовании огней), принимая во внимание преобладающие атмосферные условия.

6.1.2 В добавлении В рассматриваются теоретические аспекты дальности видимости объектов и маркеров на ВПП, а их краткий обзор приводится в разделе 6.3. В добавлении А рассматриваются вопросы теоретических основ дальности видимости огней и основных соотношений между переменными, от которых зависит RVR, а в разделе 6.4 изложен краткий обзор этих вопросов. В нижеследующих разделах приводятся практические расчеты, связанные с оценкой RVR с помощью объектов и огней.

6.1.3 При оценке RVR не учитываются следующие факторы, оказывающие влияние на зрительное восприятие пилота:

- a) коэффициент пропускания лобового стекла кабины пилота (этот аспект обсуждается в добавлении С);
- b) наличие следов дождя на лобовом стекле воздушного судна;
- c) уровень освещенности кабины пилота;
- d) яркость освещения, которому подвергался пилот перед взлетом или посадкой, в том числе направленного освещения на стояночной площадке; очень яркий световой экран от тумана и пролет над яркими огнями приближения;
- e) физические и психологические факторы, влияющие на зрительное восприятие пилота; например, усталость или стресс;
- f) направленность яркости фона (может быть уменьшена за счет использования нескольких датчиков яркости фона); и
- g) увеличение яркости фона в результате обратного рассеяния света от посадочных огней воздушного судна (особенно значительное при снегопадах).

6.1.4 В идеальном случае указываемая в сводках величина RVR должна точно отражать дальность видимости, которую будет наблюдать пилот во время посадки или взлета. Это требование подразумевается в таблице данных о желательной и достижимой точности значений RVR,

приведенной в дополнении А к Приложению 3, где указано, что погрешности оценки RVR как с отрицательным, так и с положительным знаком равны. Однако из-за стремления не допустить завышенных значений RVR (т.е. выше фактических) показания системы измерения RVR преднамеренно смещены в сторону уменьшения. В результате этого сообщаемые в сводках значения RVR всегда занижены. Ниже перечисляются методы, используемые государствами для смещения шкалы отсчета в своих соответствующих системах:

- a) в большинстве государств расчетная величина округляется в меньшую сторону до следующего значения шкалы отсчета в соответствии с рекомендациями, содержащимися в п. 4.3.6.1 добавления 3 в Приложении 3;
- b) все государства занижают значение силы света огней ВПП с учетом возможного старения и загрязнения ламп (см. раздел 6.4); и
- c) по крайней мере в одном государстве при передаче данных о RVR применяется временная задержка; как только на индикаторе появляется меньшая величина, она незамедлительно сообщается в сводках, однако для передачи в сводке более высокого значения RVR требуется, чтобы оно увеличилось на 1,5 деления шкалы отсчета.

При применении нескольких методов смещения шкалы необходимо проявлять осторожность. Если значения RVR слишком занижены по сравнению с фактическими величинами, то использование ВПП может быть необоснованно ограничено в условиях, когда обычные полеты могут выполняться без каких-либо проблем.

## 6.2 ОПТИЧЕСКАЯ ПРОЗРАЧНОСТЬ АТМОСФЕРЫ

6.2.1 В соответствии с определениями, содержащимися в главе 3, оптическая прозрачность атмосферы может быть выражена с помощью различных параметров: показателя ослабления ( $\sigma$ ), метеорологической дальности видимости (MOR), коэффициента пропускания ( $t_b$ ) и пропускаемости ( $T$ ). Связь между всеми этими параметрами может быть выражена следующими формулами:

$$\sigma = -\ln(t_b)/b = -\ln T \quad (1)$$

$$\text{MOR} \approx 3/\sigma \quad (2)$$

$$t_b = e^{-\sigma b} = T^b \quad (3)$$

$$T = e^{-\sigma} \quad (4)$$

В последующих разделах настоящего Руководства будут выбираться соответствующие параметры, наилучшим образом отвечающие потребностям рассматриваемой проблемы. В частности, в главе 7, которая посвящена трансмиссометрам, будут использоваться понятия коэффициента пропускания и пропускаемости, а в главе 8, в которой рассматриваются измерители прямого рассеяния, будет использоваться показатель ослабления. При анализе погрешностей оценки RVR в разделе 6.7 будут использоваться показатели ослабления, которые в равной степени могут применяться к трансмиссометрам и измерителям прямого рассеяния. Поскольку параметр MOR более тесно связан с видимостью, чем показатель ослабления, то он будет использоваться в разделах 6.4 и 6.7 для сравнения результатов, полученных с помощью законов Алларда и Кошмидера.

6.2.2 Показатель ослабления ( $\sigma$ ) атмосферы или, как альтернатива, коэффициент пропускания атмосферы ( $t$ ) являются наиболее важными факторами при определении значения RVR на основе закона Кошмидера (раздел 6.3) или закона Алларда (раздел 6.4). Показатель ослабления представляет собой ослабление силы света, вызванное аэрозолями в результате двух эффектов:

- a) рассеяния света; и
- b) поглощения света.

Рассеяние является основным эффектом в условиях тумана и снегопада, которые представляют собой самые преобладающие явления погоды, вызывающие понижение видимости до значений RVR менее 1500 м. Поглощение играет более значимую роль в условиях мглы, пыли и дыма. Ослабление, вызванное как рассеянием, так и поглощением света, измеряется трансмиссометром (см. главу 7 и добавление А). Ослабление, вызванное только рассеянием света, оценивается с помощью измерителя прямого рассеяния (см. главу 8). Краткое описание соответствующих ограничений, связанных с измерениями, производимыми с помощью измерителя прямого рассеяния, приводится в п. 8.1.1.

### 6.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ RVR С ПОМОЩЬЮ МАРКЕРОВ ИЛИ ДРУГИХ ЧЕРНЫХ ИЛИ ТЕМНЫХ ПРЕДМЕТОВ

Предполагается, что при оценке видимости пилот может видеть и различать из кабины такие предметы, как маркеры, небольшие деревья, строения и т. д., если яркостный контраст ( $C$ ) на фоне неба или тумана выше 0,05. Максимальную дальность видимости таких черных или темных предметов ограниченного размера для данного яркостного контраста можно рассчитать в том случае, если известно значение коэффициента пропускания атмосферы ( $t$ ) или показателя ослабления ( $\sigma$ ) (см. уравнение 13 в добавлении В). Дальность, рассчитанная с помощью закона Кошмидера при величине яркостного контраста, равной 0,05, называется метеорологической дальностью видимости (MOR) (см. уравнение (2)). Однако если в дневное время MOR превышает RVR, рассчитанную на основе огней, она обычно называется RVR. Допущения, лежащие в основе уравнения (2), не всегда могут в точности применяться в отношении фактических предметов и маркировки. Поэтому измеренные с помощью приборов значения RVR могут содержать погрешности, которые бы отсутствовали при непосредственной оценке RVR наблюдателями. Поскольку огни ВПП обычно видны лучше, чем предметы в условиях, когда RVR ограничивает использование ВПП, данный источник погрешности может, как правило, не учитываться.

### 6.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ RVR С ПОМОЩЬЮ ОГНЕЙ

6.4.1 При расчете RVR с помощью огней принимаются во внимание следующие факторы:

- a) интенсивность боковых и осевых огней ВПП ( $I$ );
- b) оптическая прозрачность атмосферы, выраженная в виде пропускаемости ( $T$ ) или показателя ослабления ( $\sigma$ ); и
- c) визуальный порог освещенности ( $E_T$ ) глаза, при котором можно видеть точечный источник света или небольшой огонь. Это значение сопоставляется с измеренной или предполагаемой яркостью фона, на котором наблюдается огонь.

6.4.2 Значение RVR, рассчитанное с помощью огней, сопоставляется по закону Алларда с перечисленными в п. 6.4.1 факторами следующим образом:

$$E_T = I e^{-\sigma R} \quad | \quad R^2 = I T^R \quad | \quad R^2 \quad (5)$$

где  $R$  = дальность видимости огня.

Метод вывода закона Алларда и его различные формулировки приводятся в добавлении А.

6.4.3 Закон Алларда в графическом виде показан на рис. 6-1, на котором изображены кривые соотношения коэффициента RVR/MOR с MOR для  $I = 10\,000$  кд и пяти величин  $E_T$ . При каждом значении  $E_T$  величина коэффициента RVR/MOR уменьшается почти линейно при  $\log(\text{MOR})$  для  $\text{RVR}/\text{MOR} > 1$ . Указанные кривые могут использоваться для оценки величины RVR, рассчитанной по закону Алларда. Например, рассмотрим среднюю кривую на рис. 6-1 для  $E_T = 10^{-4}$  (дневные условия). Для  $\text{MOR} = 1000$  м, величина RVR составляет приблизительно 1,3 величины MOR. Точная величина, приведенная в таблице 6-1, равна 1340 м. Указанная средняя кривая также будет применяться в том случае, когда оба параметра  $I$  и  $E_T$  уменьшаются в одно и то же число раз, например,  $I = 100$  кд и  $E_T = 10^{-6}$  (ночные условия) или  $I = 1000$  кд и  $E_T = 10^{-5}$  (сумерки)).

6.4.4 Сила света огней ВПП обычно выбирается таким образом, чтобы обеспечить  $\text{RVR} > \text{MOR}$ , когда  $\text{RVR} < 1000$  м. При наименьшей величине MOR, показанной на рисунке 6-1 (10 м), значение RVR может превышать значение MOR в пять раз ( $I = 10\,000$  кд и  $E_T = 10^{-6}$  в ночных условиях). При  $\text{RVR} > \text{MOR}$  происходит равномерное изменение коэффициента RVR/MOR на величину от 0,5 до 0,7 по мере изменения параметров  $I$  или  $E_T$  в 10 раз. Необходимо иметь в виду, что сообщаемое значение RVR будет равно величине MOR в дневное время, когда RVR, рассчитанная по закону Алларда, будет ниже MOR.

6.4.5 При расчете RVR следует обратить особое внимание на относительную важность трех факторов. Для этой цели была подготовлена таблица 6-1. Необходимо учитывать, что визуальный порог освещенности ( $E_T$ ) может быть заменен на интенсивность света ( $I$ ). Например, если значение  $E_T$  уменьшается на один порядок (т. е. в десять раз), например, с  $10^{-4}$  до  $10^{-5}$  лк, то согласно закону Алларда дальность видимости сохранится прежней, если сила света ( $I$ ) также уменьшится на один порядок. Изменение силы света или визуального порога освещенности оказывает относительно незначительное влияние на величину RVR. В случае, когда  $\sigma = 0,001 \text{ м}^{-1}$  (т. е.  $\text{MOR} = 3000$  м), уменьшение силы света на один порядок или такое же уменьшение визуального порога освещенности приводит к уменьшению RVR на 44%, т. е. с 2654 м до 1497 м.

**Таблица 6-1. Расчет RVR по закону Алларда для нормальных дневных условий (слева) и для нормальных ночных условий (справа) при визуальном пороге освещенности ( $E_T$ ), равном  $10^{-4}$  и  $10^{-6}$  лк соответственно**

MOR (м)	10 000	3 000	1 000	300	100	30
$\sigma$ ( $\text{м}^{-1}$ )	0,0003	0,001	0,003	0,01	0,03	0,1
$I$ (кд)	<i>RVR (м) — днем/ночью</i>					
10 000	4 839/13 400	2 653/5 722	1 340/2 468	572/935	247/373	93/133
1 000	2 255/8 646	1 496/4 090	865/1 881	409/749	188/309	75/113
100	877/4 839	703/2 653	484/1 340	265/572	135/247	56/93
10	302/2 255	276/1 469	225/865	150/409	86/188	41/75

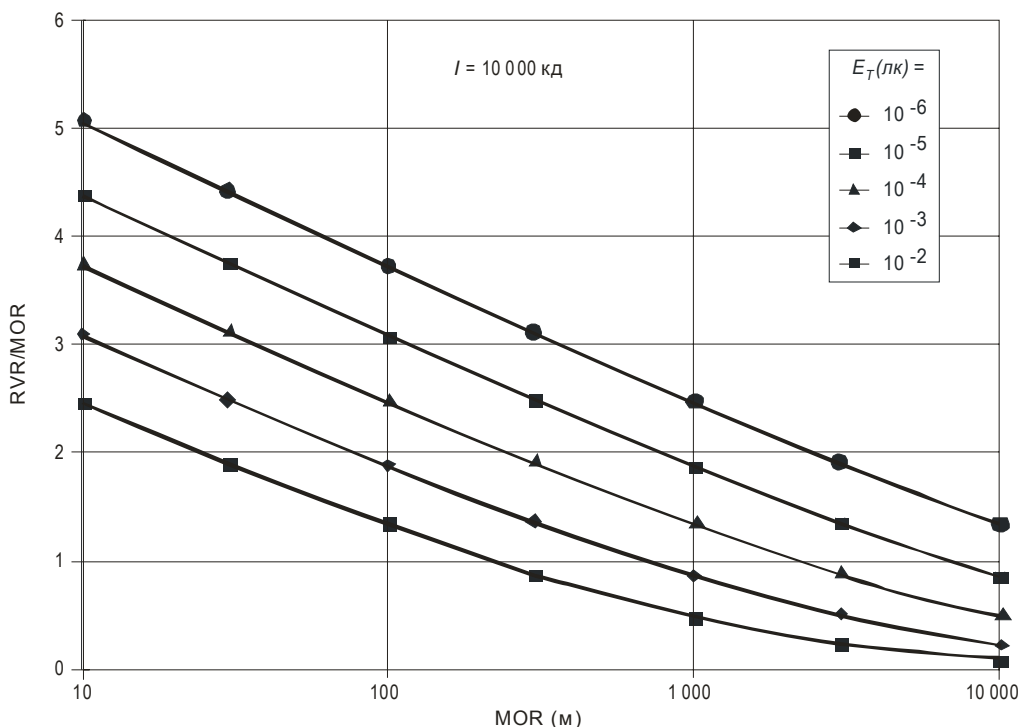


Рисунок 6-1. Отношение RVR/MOR по закону Алларда

## 6.5 ОСВЕЩЕНИЕ И СИЛА СВЕТА

6.5.1 Как указывалось выше в п. 6.4, расчет RVR с помощью огней основывается на законе Алларда, согласно которому расстояние до самого дальнего видимого огня зависит, помимо других факторов, которые будут рассматриваться в следующих двух разделах, от силы света этого огня ( $I$ ), направленного к наблюдателю.

6.5.2 Сила света высокоинтенсивного бокового огня ВПП может изменяться от значения 15 000 кд в центре основного луча до 5000 кд по его краям<sup>1</sup>. Сила света осевого огня ВПП может меняться аналогичным образом, хотя и при меньших значениях. Рекомендуемые характеристики боковых и осевых огней ВПП приведены в Приложении 14 "Аэродромы", том I "Проектирование и эксплуатация аэродромов", и в Руководстве ИКАО по проектированию аэродромов, часть 4 "Визуальные средства" (Дос 9157). Указанные характеристики соответствуют минимальным размерам луча и интенсивности при максимальном номинальном режиме. На практике, интенсивность изготовленных огней превышает рекомендуемую минимальную интенсивность со значительным запасом. Однако этот запас в определенной степени компенсируется допусками на изготовление и монтаж и за счет недогрузки светильников. При расчетах RVR не следует использовать номинальную силу света огня, которая относится к типовому новому огню; вместо этого необходимо уменьшить такие значения, учитывая влияние загрязнения и старения; на пятом

1. Эти цифры основаны на значениях интенсивности, рекомендованных ИКАО. Содержащийся в данном разделе инструктивный материал неприменим в тех случаях, когда используются огни самой различной интенсивности.

совещании Группы экспертов по визуальным средствам (1970 год) значение интенсивности боковых огней рекомендовалось уменьшать на 20%, а осевых огней ВПП – на 50%. Следует иметь в виду, что при неблагоприятных метеорологических условиях осевые огни ВПП могут быть частично покрыты снегом или песком. Кроме того, во время сильного снегопада или песчаной бури снежный и песчаный позомок могут уменьшить силу света, и величины, используемые для расчета RVR, могут быть значительно больше тех, которые наблюдает пилот.

6.5.3 Пилоты видят каждый огонь ВПП под различными углами в горизонтальной и вертикальной плоскостях в зависимости от расстояния до каждого огня и осевой линии ВПП. Таким образом, от каждого бокового и осевого огня они будут воспринимать свет различной силы, в зависимости от того, в какой части пучка света находится линия их обзора. Зная характеристики огней и принимая во внимание влияние установочного угла возвышения, а для боковых огней – угла сходимости, можно определить силу пучка света, направленного на пилота. Углы сходимости боковых огней составляют  $4,5^\circ$  и  $3,5^\circ$  при ширине ВПП в 60 и 45 м соответственно. Обычно угол превышения осевых и боковых огней равен  $3,5^\circ$ . В целях иллюстрации на рис. 6-2 и 6-3 приводятся, соответственно, диаграммы изокандел<sup>2</sup> для боковых и осевых огней ВПП, в которых указано местоположение глаз пилота при различных расстояниях и для высоты уровня глаз 5 и 10 м. На рисунках с 6-4 по 6-6 приводится графическое изображение силы света вдоль линий обзора на высоте уровня глаз как функции от дальности:

- a) на рис. 6-4 показано изменение силы света боковых огней ВПП, направленного к пилоту, в зависимости от их удаления, при нахождении пилота на осевой линии ВПП. Две кривые соответствуют высоте уровня глаз 5 и 10 м;
- b) на рис. 6-5 показана сила света осевых огней ВПП, наблюдаемых пилотом, находящимся на осевой линии ВПП; и
- c) на рис. 6-6 показана сила света осевых огней ВПП, наблюдаемых пилотом, находящимся в 5 м сбоку от осевой линии ВПП.

Различие в силе света при высоте уровня глаз 5 и 10 м является незначительным.

6.5.4 Что касается огней и значений силы света, которые фактически применяются в государствах, то на практике они значительно различаются. В ряде государств используются только значения силы света боковых огней, так как их опыт и требования не затрагивают вопросов полетов по категории II и, особенно, по категории III. В идеальном случае, оценка RVR должна основываться на силе света, излучаемого в направлении пилота самым дальним видимым боковым или осевым огнем. Однако при выборе огней следует принимать во внимание различия в уровнях качества курсового ориентирования, обеспечиваемого боковыми и осевыми огнями (см. раздел 5.8). Более того, необходимо учитывать содержащийся в *Руководстве по всепогодным полетам* (Doc 9365) инструктивный материал, касающийся общепринятых минимальных требований к точному заходу на посадку. В этом инструктивном материале указывается, что общепринятые посадочные минимумы, применяемые к RVR при полетах по категории I, изменяются в диапазоне от 550 до 1200 м в зависимости от имеющейся системы огней, а для категорий II, IIIA и IIIB соответствующие минимумы для RVR составляют 350, 300 и 100 м. Боковые огни необходимо устанавливать на всех ВПП, оборудованных для точного захода на посадку, а требование к установке осевых огней указывается только в отношении ВПП, оборудованных для точного захода на посадку по категориям II и III. Таким образом, при выборе значения силы света огней ВПП рекомендуется учитывать следующее:

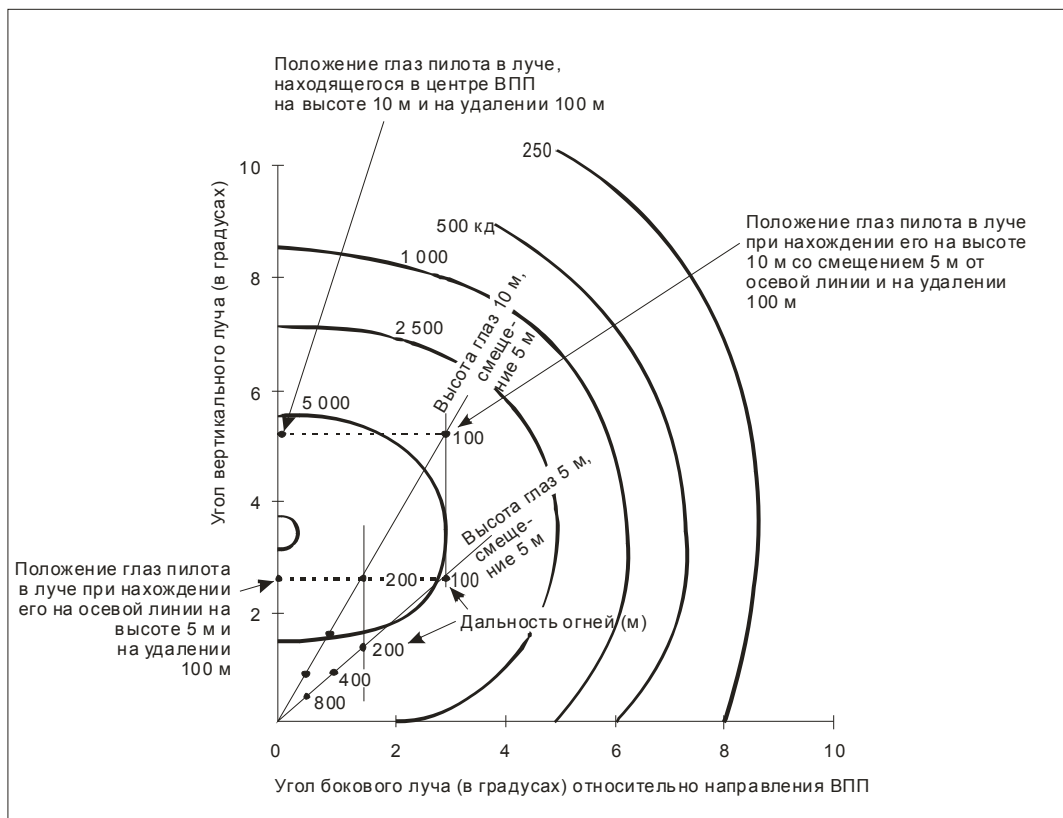
---

2. Эти диаграммы получены на основе интерпретации диаграмм изокандел, приведенных в добавлении 2 к Приложению 14 "Аэродромы", том I "Проектирование и эксплуатация аэродромов". Изготовленные огни могут иметь существенно различающиеся характеристики.

- a) Для значений RVR до 200 м оценку следует проводить с учетом силы света осевых огней.
- b) Для значений RVR в диапазоне приблизительно от 200 до 550 м, т. е. для переходной зоны, где ориентирование пилота меняется с осевых огней на боковые огни, оценка должна основываться на силе света, которую можно рассчитать методом линейного перехода от силы света, соответствующей RVR = 200 м (точка А на рис. 6-7) к силе света, соответствующей RVR = 550 м (точка В на рис. 6-7). В качестве альтернативного варианта для переходной зоны можно использовать линейную зависимость между RVR и MOR. Этот метод показан в таблице 6-2.
- c) Для значений RVR, превышающих 550 м, оценку следует проводить с учетом силы света боковых огней.
- d) Используемая для этой цели сила света должна соответствовать силе света, излучаемого самым дальним видимым боковым или осевым огнем в сторону пилота, находящегося на высоте 5 м над осевой линией ВПП.



**Рисунок 6-2. Диаграмма изокандел для бокового огня ВПП (новый огонь при максимальном режиме интенсивности) с указанием положения глаз пилота в луче при различных удалениях и высотах уровня глаз над осевой линией ВПП**



**Рисунок 6-3. Диаграмма изокандел для осевого огня ВПП (новый огонь при максимальном режиме интенсивности с продольным интервалом между огнями 30 м) с указанием положения глаз пилота в луче при различных высотах уровня глаз и удалении**



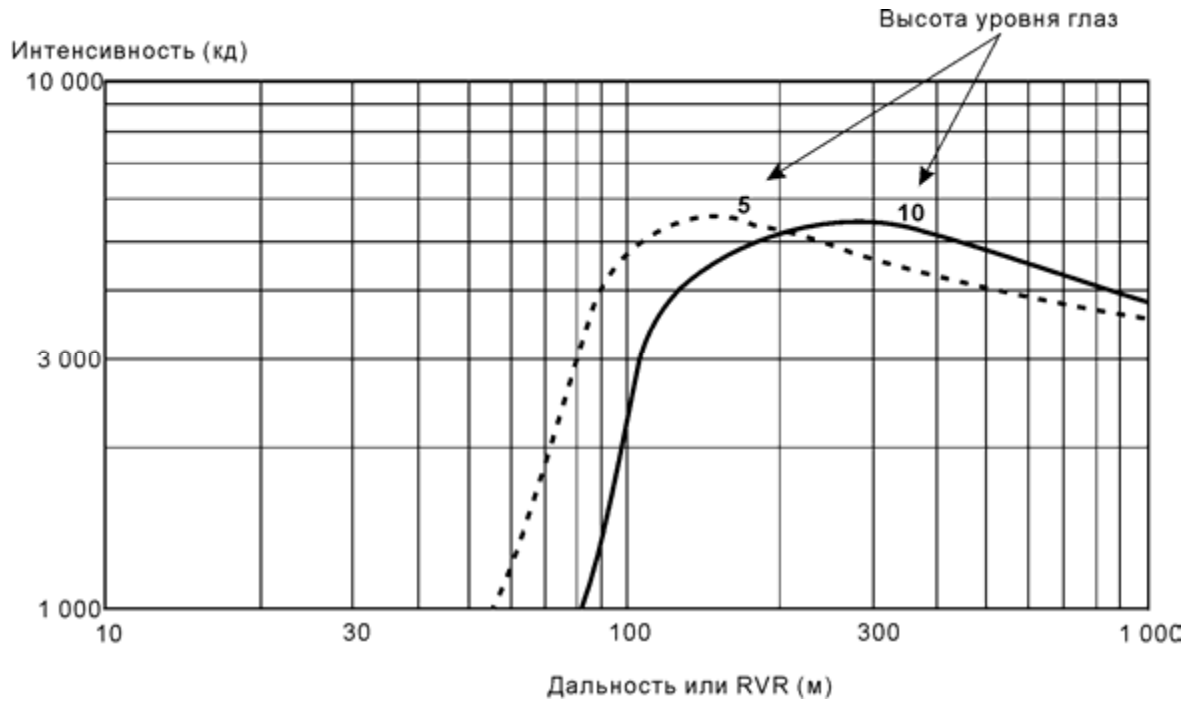


Рисунок 6-4. Интенсивность света боковых огней ВПП, воспринимаемая пилотом на осевой линии (для новых огней при максимальном режиме интенсивности)

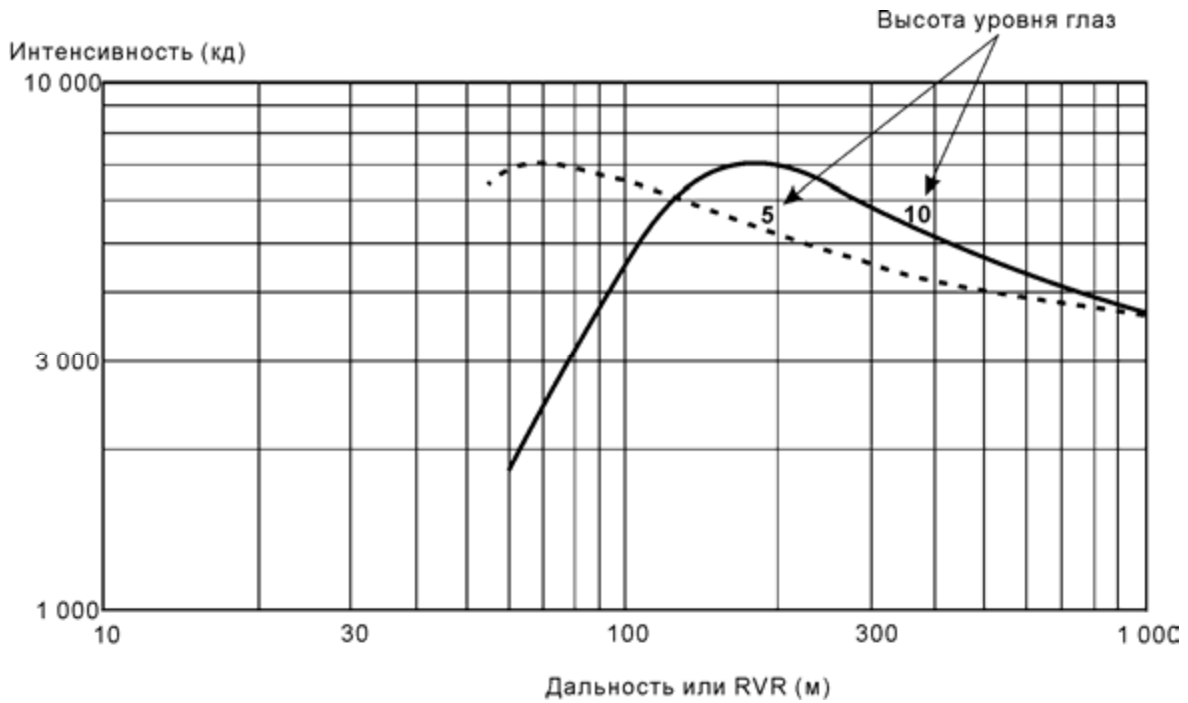


Рисунок 6-5. Интенсивность света осевых огней ВПП, воспринимаемая пилотом на осевой линии (для новых огней при максимальном режиме интенсивности)

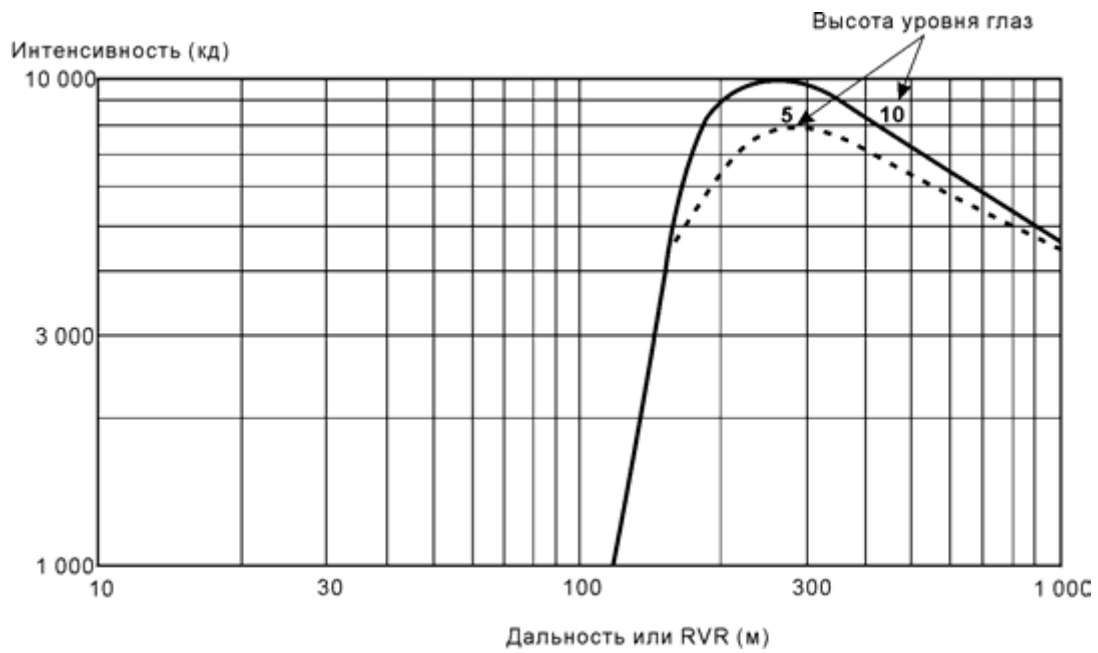


Рисунок 6-6. Интенсивность света осевых огней ВПП с расстояния 5 м от осевой линии (для новых огней при максимальном режиме интенсивности)

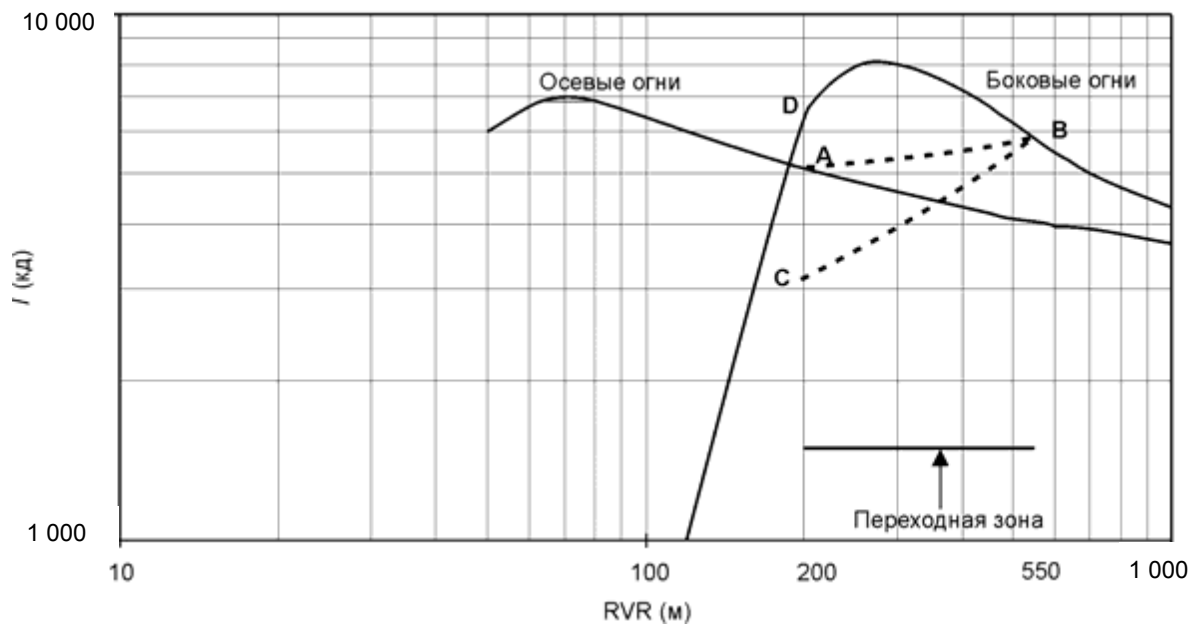


Рисунок 6-7. Рис. 6-4 и 6-5 объединены для высоты уровня глаз 5 м

Для ВПП, оборудованных для точного захода на посадку, при использовании согласованных между собой значений интенсивности осевых и боковых огней ВПП необходимость в интерполяции значительно уменьшается. Следует иметь в виду, что если осевые огни отсутствуют или выключены либо сила их света уменьшена, то в целях учета пониженного уровня использования и режима интенсивности боковых огней ВПП при низких значениях RVR необходимо по-прежнему применять тот же алгоритм.

*Примечание. В таблице 6-3 приводится дополнительный инструктивный материал для случая, когда осевые огни ВПП отсутствуют.*

6.5.5 При расчете RVR в соответствии с п. 6.5.4 необходимо преобразовать полярные диаграммы изокандел для осевых и боковых огней ВПП, как это указано в п. 6.5.3 выше; полученные из диаграмм значения силы света используются при расчете RVR. Этот процесс показан на рис. 6-7 путем сравнения силы света, излучаемого боковыми и осевыми огнями ВПП в направлении пилота на высоте 5 м.

*Примечание. В прошлом, для упрощения оценки RVR в ряде государств вместо использования значений силы света, излучаемого в направлении пилота, рассчитывали усредненное для всех огней ВПП значение силы света. Однако Группа экспертов по визуальным средствам (VAP) на своем одиннадцатом совещании (1987) пришла к заключению о том, что концепция усредненного значения силы света для целей определения распределения силы света является неточной и должна быть заменена соответствующими диаграммами изокандел (см. рис. 6-2 и 6-3), которые после этого были включены в Приложение 14.*

6.5.6 В целом RVR определяется для трех режимов силы света, соответствующих силе света, установленной командно-диспетчерским пунктом (хотя могут использоваться дополнительные режимы). Как правило, эти режимы имеют три значения: 100, 30% и 10%. Какие бы ни применялись значения силы света, для определения RVR нежелательно использовать силу света в 3% от максимального режима или менее (см. п. 4.3.5 добавления 3 в Приложении 3). Для целей расчета RVR уровни освещения ВПП менее 3 % рассматриваются как "выключенные огни ВПП"; это связано с различиями в зрительном восприятии в красной части спектра, а также с допусками на лампы ВПП. Инструктивный материал по режимам силы света приводится в *Руководстве по проектированию аэродромов*, часть 4 "Визуальные средства" (Дос 9157).

6.5.7 Для ВПП с включенными огнями в п. 4.3.4 добавления 3 в Приложении 3 предусматривается, что для местных регулярных и специальных сводок расчет RVR следует основывать на силе света, фактически используемой на этой ВПП. Для ВПП с выключенными огнями (или с наименьшей регулировкой силы света в ожидании возобновления полетов) расчет RVR должен основываться на оптимальной силе света, которая соответствует использованию в эксплуатации при преобладающих условиях. Это нельзя непосредственно осуществить с помощью полностью автоматизированных систем, если режимы силы света, передаваемые в ЭВМ, связаны с пультом управления службы УВД или системой контроля за током питания огней. Кроме того, если освещение летного поля не соответствует требуемому режиму силы света, датчик яркости фона может дать величину, отличную от той, которая соответствует режиму с включенными огнями. Однако значение RVR может быть рассчитано не по закону Алларда, а путем использования коэффициента пропускания или показателя ослабления и предполагаемых значений других переменных. Вышеуказанные положения не относятся к значениям RVR, включаемым в сводки METAR/SPECI в тех случаях, когда сообщаемое значение должно основываться на максимальной силе света на данной ВПП.

6.5.8 Порядок установления режимов силы света огней определяется индивидуально каждым государством. Однако следует отметить, что, хотя автоматизированная система измерения RVR может выдать наивысшее значение видимости при максимальных режимах силы света, пилоты могут

не наблюдать соответствующего увеличения дальности видимости, когда режимы силы света увеличиваются до максимума. Такие условия могут возникнуть в том случае, когда в результате рассеяния света, излучаемого огнями ВПП, повышается яркость фона и таким образом снижается эффект от увеличения силы света огней ВПП. Более высокие режимы силы света могут также привести к "ослеплению" пилота, т. е. яркий свет, который может излучаться при самых высоких режимах силы света огней, фактически может создать помехи для зрительного восприятия пилота.

**Таблица 6-2. Использование силы света боковых и осевых огней ВПП для расчета RVR в случае наличия боковых и осевых огней**

1. Боковые огни	<p>☑ Рассчитать RVR, используя силу света боковых огней ВПП (выше, чем сила света осевых огней). Если получен результат <math>RVR &gt; 550</math> м, то эта величина RVR является окончательной и дальнейших действий не требуется; если <math>RVR \leq 550</math> м, то перейти к варианту 2.</p>
2. Осевые огни	<p>☑ Рассчитать RVR, используя силу света осевых огней ВПП. Если получен результат <math>RVR &lt; 200</math> м, то эта величина RVR является окончательной и дальнейших действий не требуется; если <math>RVR \geq 200</math> м (данное значение также <math>\leq 550</math> м, так как оно рассчитано на основе меньшей величины силы света), то перейти к варианту 3.</p>
3. Переходная зона	<p><i>Примечание. RVR является функцией от: а) яркости фона (L), б) силы света (I) и с) оптической прозрачности атмосферы. Указанная оптическая прозрачность атмосферы может быть представлена в виде пропускания (T), показателя ослабления (<math>\sigma</math>) или дальности видимости в дневных условиях (MOR). Выбрать параметр MOR, который является самым естественным вариантом, так как имеет наиболее линейную зависимость с RVR в переходной зоне.</i></p> <p>☑ Рассчитать <math>MOR_{550}</math>, соответствующую <math>RVR = 550</math> м, используя фактическую величину яркости фона и силы света боковых огней (точка В на рис. 6-7);</p> <p>☑ Рассчитать <math>MOR_{200}</math>, соответствующую <math>RVR = 200</math> м, используя фактическую величину яркости фона и силы света осевых огней (точка А на рис. 6-7);</p> <p>☑ Предположим, что <math>MOR_t</math> является измеренной величиной MOR (которая может быть непосредственно рассчитана на основе показаний датчика). Следует иметь в виду, что <math>MOR_t &lt; MOR_{550}</math> и <math>MOR_t &gt; MOR_{200}</math>;</p> <p>☑ Рассчитать значение <math>\alpha</math>, используя уравнение <math>MOR_t = \alpha \cdot MOR_{550} + (1 - \alpha) \cdot MOR_{200}</math>. Таким образом, окончательная величина <math>RVR = \alpha \cdot 550 + (1 - \alpha) \cdot 200</math>.</p>

**Таблица 6-3. Использование значения силы света боковых огней ВПП в случае отсутствия осевых огней**

RVR > 550 м	<p>☑ Использовать значение силы света боковых огней ВПП.</p>
200 м ≤ RVR ≤ 550 м	<p><i>Примечание. Полная сила света боковых огней ВПП не может быть использована (если это будет сделано, то величина RVR будет выше соответствующего значения RVR для ВПП, оборудованной осевыми огнями).</i></p> <p>☑ Предположим, что эффективная сила света боковых огней ВПП, соответствующая значению <math>RVR = 200</math> м, уменьшена до дробной величины (например, в два раза: с величины силы света в точке С до величины силы света в точке D на рис. 6-7);</p>

	<input type="checkbox"/> Рассчитать величину $MOR_{200}$ , соответствующую значению $RVR = 200$ м, используя фактическую величину яркости фона и уменьшенную величину силы света боковых огней; <input type="checkbox"/> Применить тот же процесс расчета, который используется для переходной зоны между боковыми и осевыми огнями в таблице 6-2.
$RVR < 200$ м	<input type="checkbox"/> Сообщить в сводке, что $RVR$ составляет менее 200 м.

## 6.6 ВИЗУАЛЬНЫЙ ПОРОГ ОСВЕЩЕННОСТИ ( $E_T$ )

6.6.1 Для того чтобы огонь был видимым, он должен освещать глаз с интенсивностью, превышающей порог освещенности для его обнаружения ( $E_T$ ) (см. добавление А). Величина этого порога непостоянна и зависит от ряда факторов, главным из которых является освещенность фона, т. е. яркость фона, на котором виден огонь.

6.6.2 Для достижения определенной степени сопоставимости значений  $RVR$ , сообщаемых с различных аэродромов, Группа экспертов по всепогодным полетам на своем четвертом совещании (1971 год) предложила использовать значения порога освещенности, приведенные в таблице 6-4.

6.6.3 Четыре значения порога освещенности разнесены почти одинаково в логарифмическом масштабе, и их удобно использовать при расчете  $RVR$ .

6.6.4 Вышеуказанная связь между порогом освещенности и яркостью фона проиллюстрирована на рис. 6-8. Левая часть шкалы яркости фона соответствует самой темной ночи, а правая – самому яркому дневному туману. Значение порога освещенности в темное время суток более чем на три порядка превышает это же значение для яркого дневного тумана, т. е. более чем в 1000 раз.

6.6.5 В ряде государств используется несколько значений порога освещенности, приведенных в таблице 6-4 и указанных на рис. 6-8. Число значений может зависеть от географического местоположения (т. е. от продолжительности сумерек). Переключение с одного значения порога на другое иногда осуществляется автоматически за счет контроля за яркостью фона с помощью датчика.

6.6.6 В связи с большими изменениями  $E_T$  между четырьмя значениями, указанными на рис. 6-8, в некоторых государствах существует мнение о том, что необходимо осуществлять контроль за яркостью фона и получать значения  $E_T$ , исходя из непрерывной кривой взаимосвязи, указанной на рис. 6-8. Плавная кривая, изображенная на этом рисунке, может быть приближенно выражена с помощью следующего уравнения ( $E_T$  в люксах (лк)):

$$\log(E_T) = 0,57 \log(B) + 0,05[\log(B)]^2 - 6,66 \quad (6)$$

При использовании данного уравнения значения порога освещенности  $E_T$  менее  $8 \cdot 10^{-7}$  лк должны приниматься равными  $8 \cdot 10^{-7}$  лк в целях учета того факта, что кабина пилота никогда не бывает полностью темной. Уравнение (6) было получено на основе значений в таблице 6-4 путем построения кривой, проходящей через середину отрезков ступенчатой линии. В п. 6.7.9 приводятся погрешности, получаемые при использовании такой ступенчатой кривой зависимости. Выразалось также мнение о том, что несмотря на удовлетворительную обоснованность наклона кривой ее вертикальное положение на рис. 6-8 может оказаться неоптимальным по ряду причин. Например, она может быть удовлетворительной применительно к наблюдателю, находящемуся на земле, однако в отношении пилотов может потребоваться применение более высоких значений порогов

освещенности, что обусловлено необходимостью осуществлять обзор через лобовое стекло (см. добавление С). Представляется целесообразным провести дополнительные исследования вопросов порога освещенности (см. добавление G).

6.6.7 Существует сомнение в отношении того, что рекомендуемые значения порога освещенности всегда являются репрезентативными. Например, яркость фона ночью увеличивается по мере уплотнения тумана, что обусловлено прямым рассеянием света, излучаемого системами огней подхода и освещения ВПП. В целях противодействия этому эффекту в некоторых государствах сила света огней в ночное время при ограниченной видимости переводится на меньший режим. Это позволяет получить преимущество за счет снижения яркости фона без существенного влияния на RVR. Опыт показал, что в диапазоне меньших значений видимости, допустимых по категории III, ночью, когда сила света огней составляет 100%, условия яркости фона, возможно, будут лучше характеризоваться порогом  $10^{-5}$  лк, чем рекомендованным значением, равным приблизительно  $10^{-6}$  лк, которое предназначено для использования в условиях хорошей видимости ночью и при низких или умеренных значениях силы света.

**Таблица 6-4. Значения порога освещенности**

Условия	Порог освещенности (лк)	Яркость фона(кд/м <sup>2</sup> )
Ночь	$8 \times 10^{-7}$	$\leq 50$
Промежуточный период	$10^{-5}$	51 – 999
Нормальный день	$10^{-4}$	1 000 – 12 000
Яркий день (освещенный солнцем)	$10^{-3}$	> 12 000

## 6.7 ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ RVR

6.7.1 В автоматизированной системе измерения RVR значение RVR, как правило, рассчитывается (см. п. 9.1.4) с помощью как закона Кошмидера (добавление В), так и закона Алларда (добавление А); включаемое в сводки значение RVR представляет собой наибольшее из этих двух величин. На рис. 6-9 показано какой из законов даёт большее значение RVR как функции от RVR и яркости фона (с использованием уравнения 6 для  $E_T$ ). Указанные две кривые обозначают границы между зонами применения этих двух законов для двух значений силы света огней ВПП (1000 и 10 000 кд). Для заданной кривой силы света, если точка, соответствующая величине RVR и яркости фона, находится выше этой кривой, то значение RVR было определено по закону Кошмидера ( $RVR = MOR$ ). Если эта точка находится ниже кривой, то RVR была определена по закону Алларда ( $RVR > MOR$ ). Например, рассмотрим величину яркости фона, равную  $1000 \text{ кд/м}^2$ . При силе света огней ВПП 1000 кд для расчёта  $RVR < 1100 \text{ м}$  будет применяться закон Алларда, а для расчёта  $RVR > 1100 \text{ м}$  – закон Кошмидера. Если силу света огней ВПП увеличить до 10 000 кд, то граница между зонами применения двух законов увеличится до значения  $RVR = 4000 \text{ м}$ . Поскольку эксплуатационные пределы RVR составляют 800 м (категория I) или меньше, для полётов в районе аэропорта будет применяться закон Алларда, за исключением условий очень яркого фона при типовой максимальной силе света огней ВПП 10 000 кд. Применение закона Кошмидера может оказаться важным для эксплуатационных пределов RVR, когда огни ВПП не установлены на максимальный режим интенсивности.

6.7.2 Значение RVR рассчитывается на основе трех измеряемых параметров  $\sigma$ ,  $I$  и  $B$ , указанных в таблице 6-5. Погрешности величины  $\sigma$  влияют на результаты расчётов при использовании как закона Алларда, так и закона Кошмидера. Погрешности величин  $I$  и  $B$  оказывают влияние только на расчёты, осуществляемые с помощью закона Алларда. При заданной процентной погрешности измерения на величину RVR в гораздо большей степени влияют погрешности в значениях  $\sigma$ , чем погрешности в значениях  $I$  и  $B$ . Соответственно, характеристикам прибора для измерения показателя ослабления было уделено больше внимания, чем вопросу определения силы света огней ВПП и характеристикам измерителя яркости фона. Более того, достижимые значения точности, указанные в дополнении А к Приложению 3 (см. п. 6.7.4), должны быть выше в отношении видимости, чем в отношении RVR, так как погрешности в значениях  $I$  и  $B$  влияют только на величину RVR, а не видимости. Хотя заданная погрешность параметров  $I$  и  $B$  в меньшей степени влияет на расчёты, чем погрешность параметра  $\sigma$ , различия в значениях  $I$  и  $B$  могут оказаться достаточно значительными, чтобы повлиять на точность измерения RVR, сравнимую с изменениями в значениях параметра  $\sigma$ . Анализ точности измерения RVR будет включать два этапа, как это показано в таблице 6-5. Во-первых, будет рассмотрен вопрос о точности измерения параметров. Во-вторых, будет дано описание влияния погрешностей параметров на RVR при расчётах с помощью законов Кошмидера и Алларда. В таблице 6-5 приводится перечень пунктов, в которых излагается этот материал. Следует отметить, что, поскольку закон Алларда обычно применяется в тех случаях, когда значение RVR достаточно низкое, чтобы ограничить полёты в районе аэропорта, а точность измерения RVR зависит от независимых погрешностей трёх параметров, используемых в законе Алларда, установление простой взаимосвязи для соотношения общей точности значений RVR с точностью показаний датчиков или для определения требований к точности показаний датчиков в рамках требований к точности величины RVR не представляется возможным.

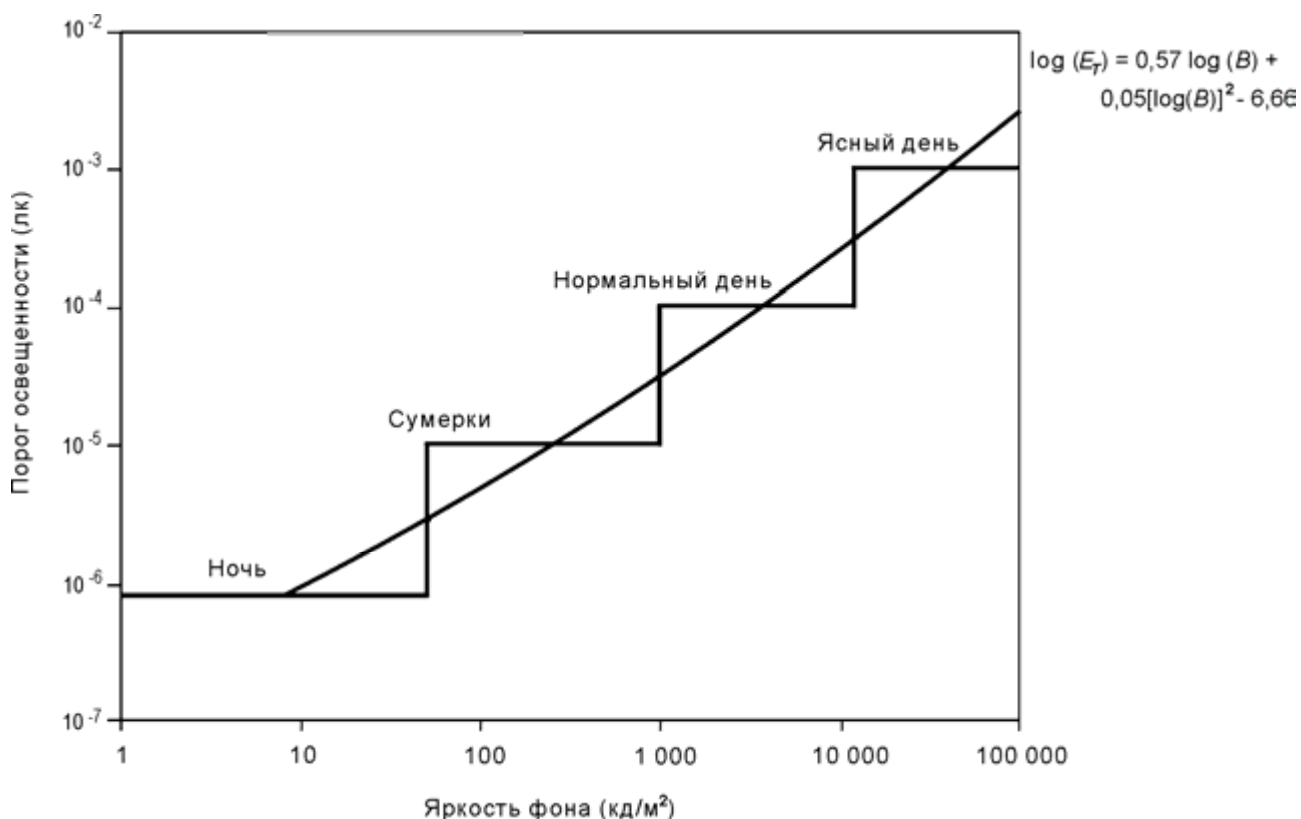


Рисунок 6-8. Взаимосвязь порога освещенности  $E_T$  (лк) и яркости фона  $B$  (кд/м<sup>2</sup>)

6.7.3 Включаемая в сводки величина RVR предназначена для указания расстояния, на котором может видеть пилот на ВПП. Погрешности этих величин зависят от ряда факторов, таких, как:

Для законов Кошмидера и Алларда:

- a) различия в зрении пилотов;
- b) различия в кабинах экипажа воздушных судов;
- c) пространственные различия в явлениях природы между точкой обзора пилота и местом, где измеряется показатель ослабления;
- d) погрешности показаний датчиков, измеряющих показатель ослабления ( $\sigma$ ) или пропусаемость ( $T$ );

Для закона Кошмидера:

- e) неидеальные объекты для определения видимости;

Для закона Алларда:

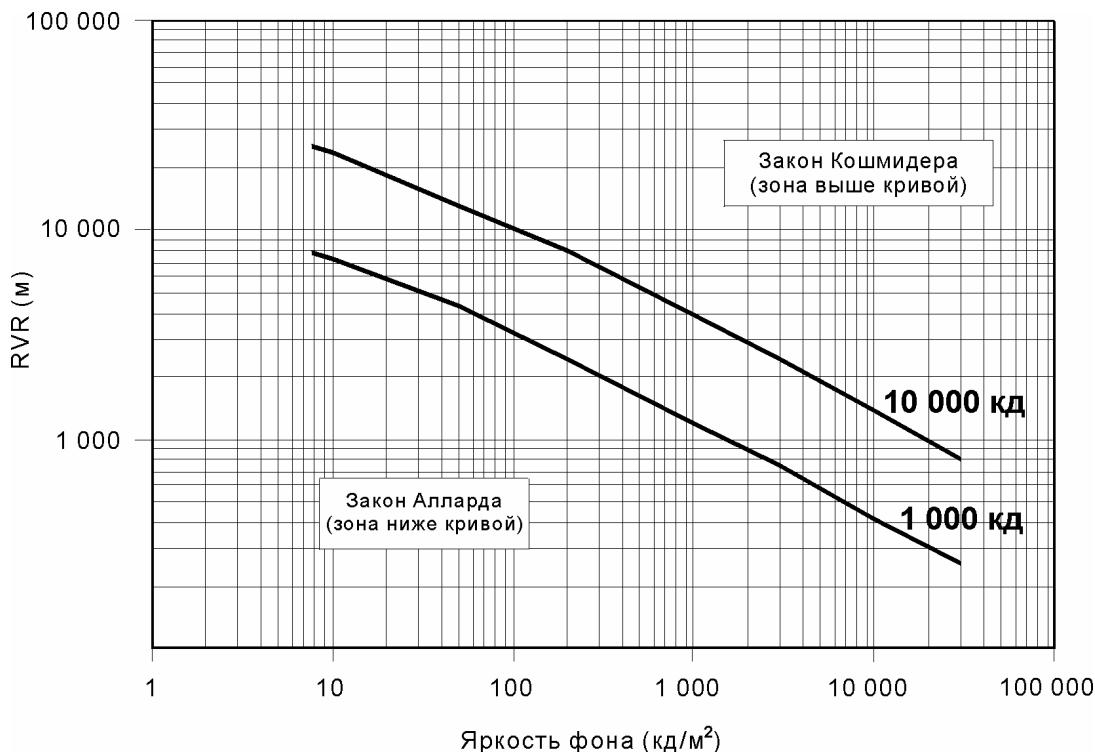
- f) угловые и временные изменения в интенсивности света;
- g) различия между фактической и предполагаемой силой света огней ВПП ( $I$ );
- h) различия в яркости фона между точкой обзора пилота и направлением, где измеряется яркость фона;
- i) погрешности в измерении яркости фона ( $B$ ); и
- j) погрешности в соотношении порога освещенности с яркостью фона.

**Таблица 6-5. Параметры, влияющие на расчет RVR.  
Номера обозначают пункты, в которых изложен данный материал**

<i>Параметр</i>	<i>Параметр</i>	<i>Закон Кошмидера</i>	<i>Закон Алларда</i>
Показатель ослабления ( $\sigma$ )	6.7.4	6.7.5	6.7.6
Сила света огней ВПП ( $I$ )	6.7.7		6.7.8
Яркость фона ( $B$ )	6.7.9		6.7.10

Из всех указанных погрешностей лишь d), g) и i) непосредственно касаются характеристик автоматизированной системы измерений RVR. В целом, цель создания автоматизированной системы измерения RVR заключается в обеспечении того, чтобы погрешности измерения были меньше погрешностей, связанных с другими причинами. Следует также учитывать возможность ограничения некоторых из указанных источников погрешностей. Например, различия в интенсивности огней ВПП можно уменьшить путем установления малых допусков на силу тока, подводимого к лампам, и за счет тщательного технического обслуживания огней ВПП. Различий в яркости фона в зависимости от направления можно избежать за счет использования нескольких датчиков яркости фона.





**Рисунок 6-9. Граница между зонами применения законов Кошмидера и Алларда для силы света огней 1000 и 10 000 кд**

6.7.4 Точность измерений показателя ослабления рассматривается в следующих частях документа:

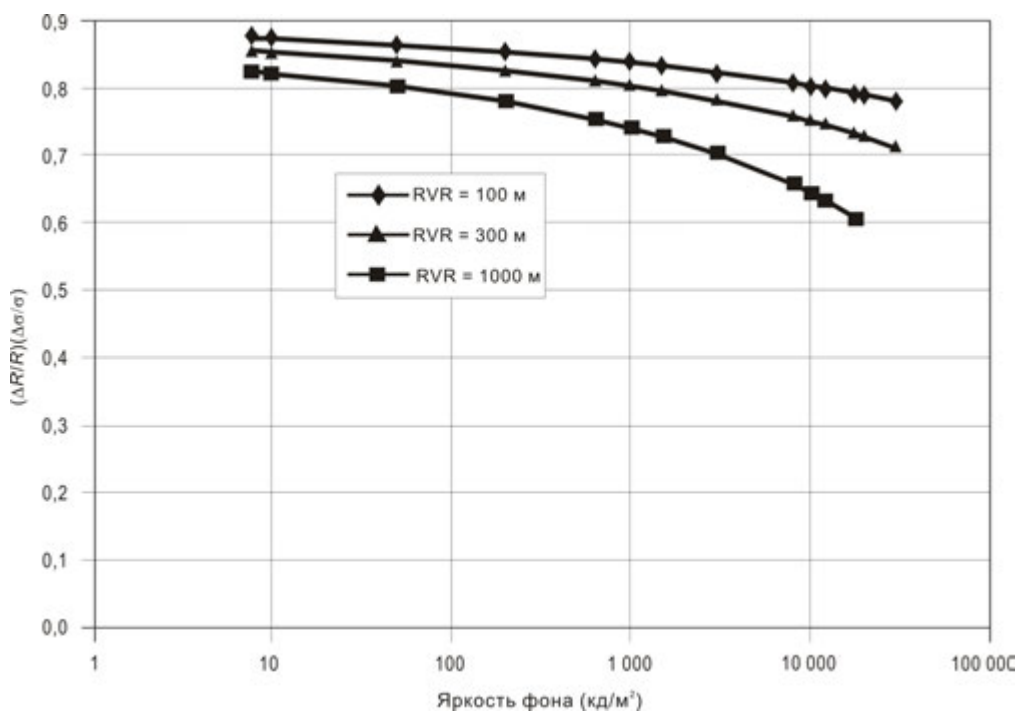
- а) Достижимые уровни точности измерения видимости и RVR, указанные в дополнении В к Приложению 3, были разработаны Всемирной метеорологической организацией. Предполагается, что они отражают достижимую точность измерений показателя ослабления ( $\sigma$ ) (см. п. 6.7.2) или, в качестве альтернативы, значений MOR (см. уравнение 2, выражающее взаимосвязь между  $\sigma$  и MOR).
- б) Достижимая точность показаний трансмиссометров рассматривается в разделе 7.4.
- в) Достижимая точность показаний измерителей прямого рассеяния рассматривается в разделе 8.4.

6.7.5 Погрешности измерения показателя ослабления являются единственной погрешностью приборов, влияющей на расчеты с помощью закона Кошмидера (добавление В). При умеренных погрешностях дробная погрешность измерения RVR тождественна дробной погрешности определения показателя ослабления.

6.7.6 Погрешности измерения показателя ослабления имеют более сложные последствия для закона Алларда. Дробная погрешность RVR меньше дробной погрешности показателя ослабления. На рис. 6-10 показано отношение величины дробной погрешности RVR к дробной погрешности показателя ослабления как функции от яркости фона и RVR при силе света огней ВПП 10 000 кд. По мере увеличения яркости фона величина отношения погрешности RVR к погрешности показателя

ослабления уменьшается до минимального значения 0,6 (см. добавление F), при котором огни становятся менее видимыми, чем черные предметы, и в этом случае применяется закон Кошмидера, а не закон Алларда. На рис. 6-11 и 6-12, соответственно для значений силы света 10 000 и 1000 кд, показана взаимосвязь между дробной погрешностью RVR и дробной погрешностью показателя ослабления, которая изображена в развернутом графическом виде в сравнении с MOR, а не с яркостью фона. Диапазон кривых на рис. 6-11 и 6-12 соответствует значениям яркости фона от 7 до 30 000 кд/м<sup>2</sup>. Коэффициент погрешности RVR достигает нижнего предела 0,6 при переходе от закона Алларда к закону Кошмидера, когда  $RVR = MOR$ . Для  $I = 10\ 000$  кд указанный предел достигается только при  $RVR = 1000$  м. Для  $I = 1000$  кд этот предел достигается при значениях RVR, равных 300 и 1000 м.

6.7.7 Как указывалось в разделе 6.5, сила света огней изменяется в зависимости от угла обзора. В пределах нормальных углов обзора сила света новых ламп по сравнению с номинальной интенсивностью боковых (10 000 кд) и осевых огней (5 000 кд) изменяется немногим менее, чем в два раза. Старение ламп и загрязнение или ухудшение прозрачности внешних окон может привести к дополнительному уменьшению силы света огней. Поскольку осевые огни вмонтированы в покрытие ВПП, они особенно подвержены потерям силы света, связанным с загрязнением. Сочетание угловых изменений с потерями из-за старения и загрязнения огней могут легко привести к общим потерям в интенсивности огней, достигающим четырехкратной величины. Большинство государств (см. раздел 6.5) делают определенные допуски на указанные различные источники снижения интенсивности огней и в расчетах, производимых с помощью закона Алларда, предпочитают использовать более низкий предел силы света огней (см. п. 6.5.2), который дает заниженную величину RVR (т. е. ниже ожидаемого значения для новых, чистых огней). Существующая практика замены и очистки огней может не предусматривать программы систематического контроля за тем, чтобы сила огней ВПП поддерживалась на уровне, превышающем нижний предел интенсивности, используемый для расчета RVR.



**Рисунок 6-10. Отношение дробных погрешностей RVR ( $\Delta R/R$ ) к дробным погрешностям показателя ослабления ( $\Delta\sigma/\sigma$ ) по закону Алларда при силе света огней ВПП 10 000 кд**

6.7.8 При расчетах по закону Алларда (добавление А) влияние погрешностей интенсивности огней на значение RVR зависит от темпов уменьшения силы света огней по мере увеличения расстояния. Изменение интенсивности огней оказывает большее влияние при медленном ослаблении пучка света (обратно пропорционально квадрату дальности) и меньшее влияние при быстром ослаблении вследствие экспоненциального ослабления. Например, в прозрачной атмосфере ( $\sigma = 0$ ), если значение  $I$  уменьшается в четыре раза, то согласно закону Алларда (уравнение 5) значение  $R$  уменьшается в два раза, что является существенной величиной. С другой стороны, в дневных условиях при  $E_T = 10^{-4}$ ,  $\sigma = 92 \text{ км}^{-1}$  и  $I = 10\,000 \text{ кд}$  значение  $R$  составляет 100,1 м. Если величину  $I$  уменьшить в четыре раза до 2500 кд, то значение  $R$  составит 87,8 м (уменьшение на 12,2 %), что является относительно малой величиной. На рис. 6-13 и 6-14, которые аналогичны рис. 6-11 и 6-12, показано влияние незначительных дробных погрешностей в силе света огней на дробную погрешность RVR. Указанные соотношения увеличиваются по мере увеличения MOR и достигают верхнего предела в 0,2 при переходе от закона Алларда к закону Кошмидера (добавление F). Следует иметь в виду, что поскольку сила света и порог освещенности в законе Алларда обратно пропорциональны, отношение погрешностей RVR к погрешностям порога освещенности имеет те же абсолютные значения, которые указаны на рис. 6-13 и 6-14. Погрешности силы света огней, достаточно большие для того, чтобы оказывать существенное влияние на RVR, являются слишком крупными для проведения дифференциального анализа диаграмм на рис. 6-12 и 6-13. Поэтому на рис. 6-15 и 6-16 показано уменьшение значений RVR для предполагаемой интенсивности огней соответственно в 10 000 и 1000 кд в случае четырехкратного и двукратного уменьшения силы света. Для определения величины  $E_T$  на основе значения яркости фона ( $B$ ) используется уравнение 6. Погрешности RVR указываются для трех репрезентативных значений RVR: 100, 300 и 1000 м. Когда сила света огней ВПП меньше предполагаемых значений, используемых при расчете RVR, указываемая в сводках величина RVR выше фактического значения RVR. На этих рисунках иллюстрируются следующие результаты:

- a) Во всех случаях погрешность RVR увеличивается по мере увеличения яркости фона ( $B$ ); указанное увеличение погрешности является примерно двукратным. Однако в ряде случаев яркость фона повышается до уровня, достигающего зоны (см. рис. 6-9), где RVR определяется по закону Кошмидера; в этом случае уменьшение RVR по мере изменения силы света огней сводится к нулю, поскольку закон Кошмидера не касается огней ВПП.
- b) Погрешность RVR при четырехкратном уменьшении силы света огней в два раза выше, чем при двукратном уменьшении.
- c) Дробная погрешность RVR несколько выше при более высоких значениях RVR.
- d) Погрешности RVR при интенсивности огней в 1 000 кд лишь незначительно выше соответствующих величин при интенсивности 10 000 кд. Однако, поскольку зона применения закона Кошмидера по мере увеличения параметра  $B$  достигается быстрее при интенсивности 1000 кд по сравнению с интенсивностью 10 000 кд, максимальные погрешности при обоих значениях силы света огней одинаковы (менее 13% при двукратном уменьшении силы света и 23% при четырехкратном уменьшении силы света).

6.7.9 Как правило, погрешности в значениях яркости фона, получаемые при измерении с помощью приборов, гораздо меньше двукратной величины, за исключением двух возможных случаев:

- a) Когда окна измерителя яркости фона забиты снегом, погрешности могут превышать четырехкратную величину.

- б) Когда для установленных диапазонов яркости фона вместо непрерывной кривой используется лишь несколько значений порога освещенности (см. таблицу 6-4 и диаграмму ступенчатой зависимости на рис. 6-8), то значения порога освещенности согласуются с непрерывной кривой в середине каждого диапазона яркости фона, но на границе каждого диапазона эти значения будут отличаться от соответствующих значений кривой примерно в три раза. В таблице 6-6 дается подробный анализ таких погрешностей для каждой границы указанных диапазонов порога освещенности. В самом худшем случае погрешность RVR может превысить 20%; в связи с этими погрешностями необходимо проявлять осторожность при использовании диаграммы ступенчатой взаимосвязи (п. 6.6.6).

Изменения в яркости фона в зависимости от направления, как правило, не играют никакой роли в условиях пониженной видимости. Однако при наличии тонкого слоя тумана и отсутствии облаков в верхнем слое атмосферы, когда солнце находится под малым углом превышения, могут иметь место значительные изменения.

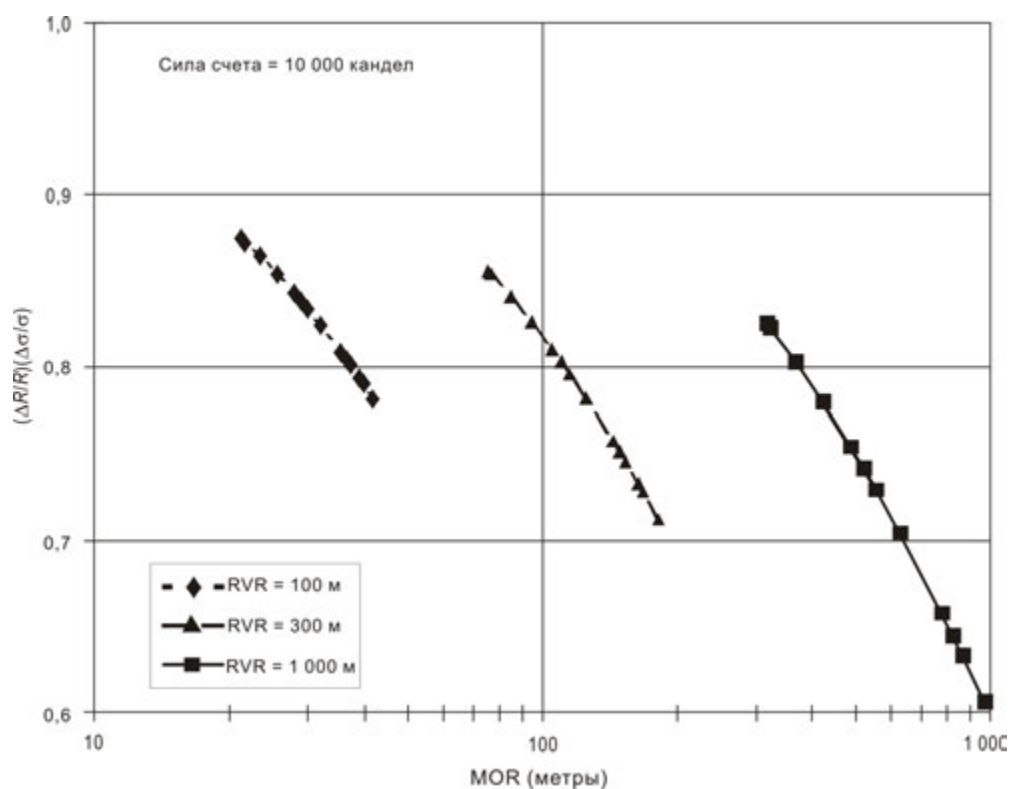
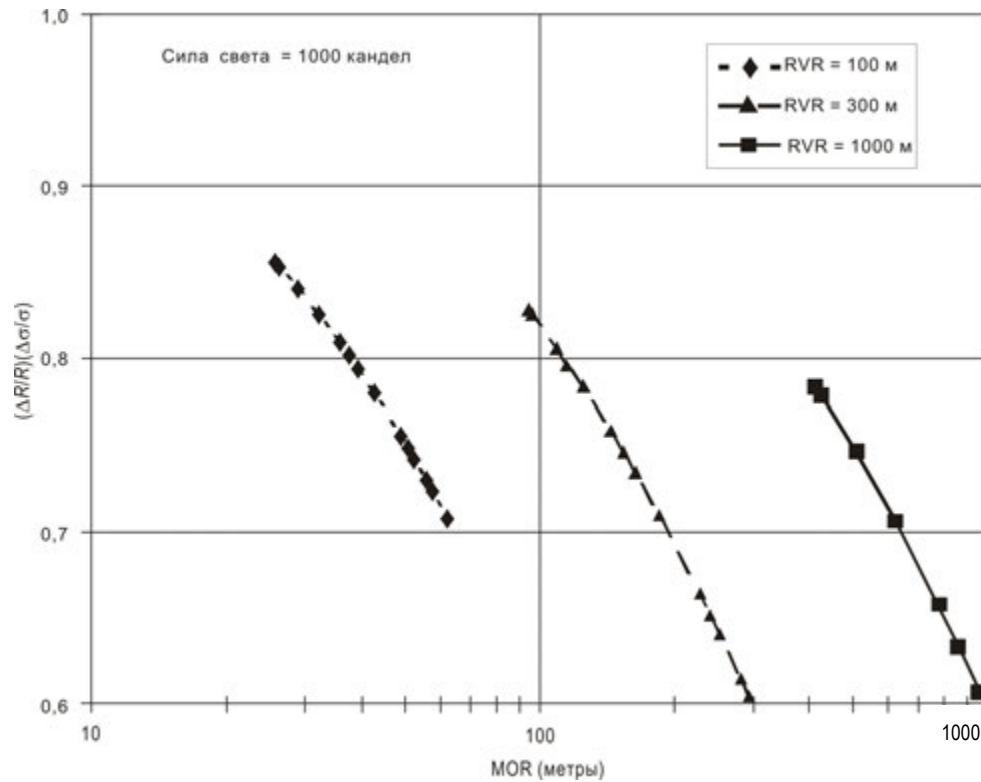


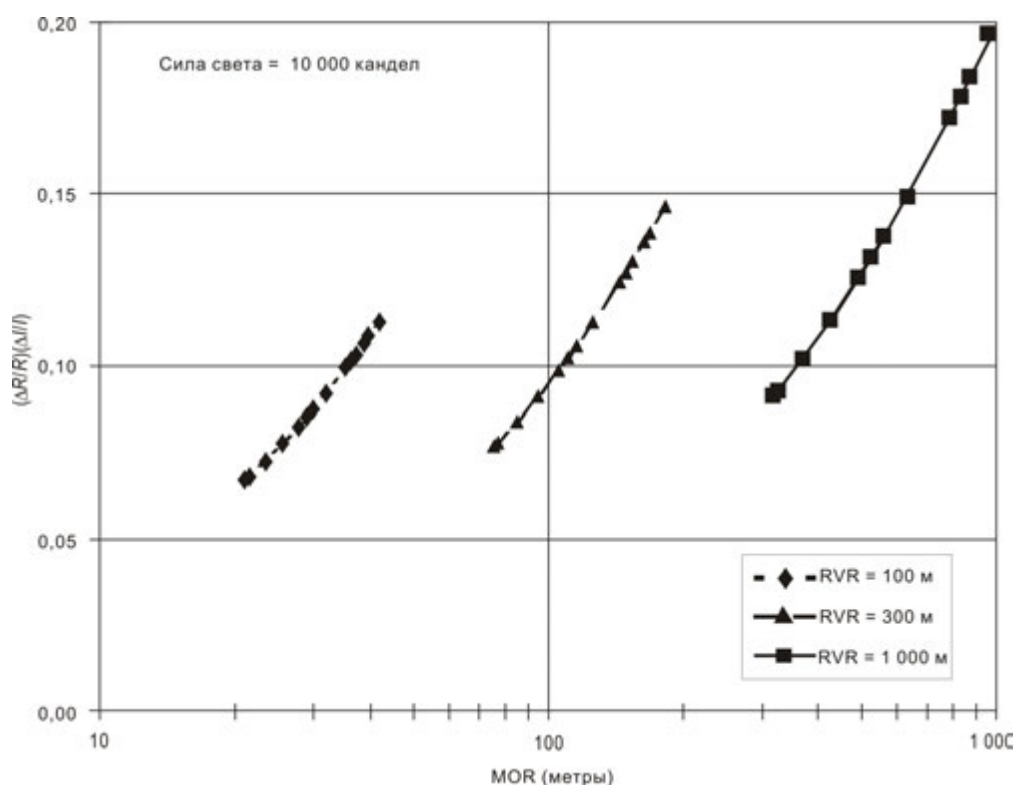
Рисунок 6-11. Отношение дробной погрешности RVR ( $\Delta R/R$ ) к дробной погрешности показателя ослабления ( $\Delta \sigma/\sigma$ ) при силе света огней 10 000 кд

**Таблица 6-6. Максимальные процентные погрешности RVR при использовании диаграммы ступенчатой зависимости между порогом освещенности и яркостью фона**

Log истинного порога освещенности	Log ступенчатого порога освещенности	Показатель ослабления (1/км)						
		2	4	8	16	32	64	128
-3,50	-3,00	0	-18	-17	-15	-13	-12	-11
	-4,00	16	21	18	15	14	12	11
-4,50	-4,00	-18	-16	-14	-12	-11	-10	-9
	-5,00	19	16	14	13	11	10	9
-5,55	-5,00	-15	-14	-12	-11	-10	-9	-8
	-6,10	16	14	13	11	10	9	9



**Рисунок 6-12. Отношение дробной погрешности RVR ( $\Delta R/R$ ) к дробной погрешности показателя ослабления ( $\Delta \sigma/\sigma$ ) при силе света огней 1000 кд**



**Рисунок 6-13. Отношение дробной погрешности RVR ( $\Delta R/R$ ) к дробной погрешности силы света огней ( $\Delta I/I$ ) при силе света 10 000 кд**

6.7.10 Погрешности RVR, обусловленные погрешностями в яркости фона, аналогичны тем, которые имеют место из-за погрешностей в силе света огней (см. п. 6.7.8). При той же дробной погрешности погрешность яркости фона несколько ниже, поскольку угол наклона кривых log-log порога освещенности по сравнению с кривыми яркости фона составляет менее единицы (см. рис. 6-8). На рис. 6-17 и 6-18 показана динамика увеличения значений RVR по мере уменьшения яркости фона при силе света огней 10 000 и 1000 кд соответственно. Уменьшение измеренной яркости фона ( $B$ ) до значений, ниже истинной величины, приводит к тому, что сообщаемое в сводках значение RVR оказывается больше фактического. Уменьшение измеренного параметра  $B$  может быть связано, например, с попаданием снега на окно измерителя яркости фона. На указанных рисунках иллюстрируются следующие результаты.

- Во всех случаях погрешность RVR увеличивается по мере увеличения яркости фона ( $B$ ); увеличение погрешности составляет примерно трехкратную величину. Указанное изменение больше, чем наблюдаемое при погрешностях в силе света огней ВПП, поскольку угол наклона кривых log-log на рис. 6-8 при более высоких значениях  $B$  увеличивается. Однако в ряде случаев самые большие значения яркости фона находятся в зоне (см. рис. 6-9), где RVR определяется по закону Кошмидера; в этом случае уменьшение яркости фона не влияет на величину RVR.
- Погрешность RVR при четырехкратном уменьшении яркости фона в два раза выше, чем при двукратном уменьшении.
- Дробная погрешность RVR несколько выше при более высоких значениях RVR.

- d) Погрешности RVR при интенсивности огней в 1000 кд лишь незначительно выше соответствующих величин при интенсивности 10 000 кд. Однако, поскольку зона применения закона Кошмидера по мере увеличения параметра В достигается быстрее при интенсивности 1000 кд по сравнению с интенсивностью 10 000 кд, максимальные погрешности при обоих значениях силы света огней одинаковы (менее 14% при двукратном уменьшении яркости фона и 23% при четырехкратном уменьшении яркости фона).

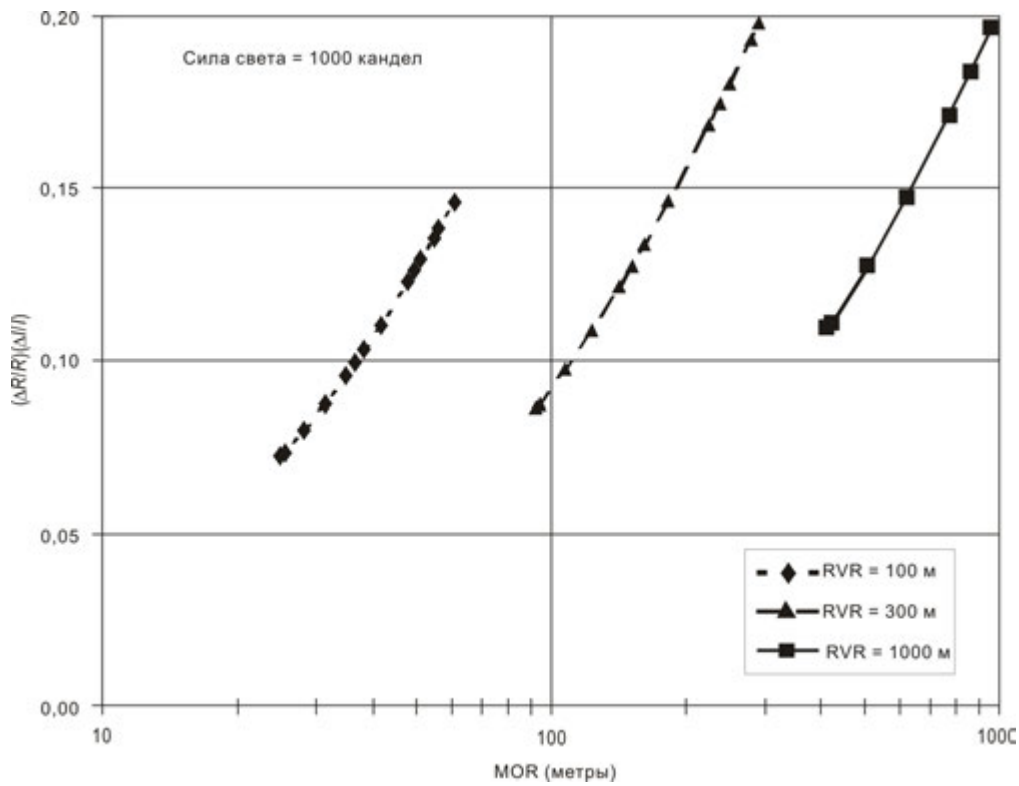


Рисунок 6-14. Отношение дробной погрешности RVR ( $\Delta R/R$ ) к дробной погрешности силы света огней ( $\Delta I/I$ ) при силе света 1000 кд

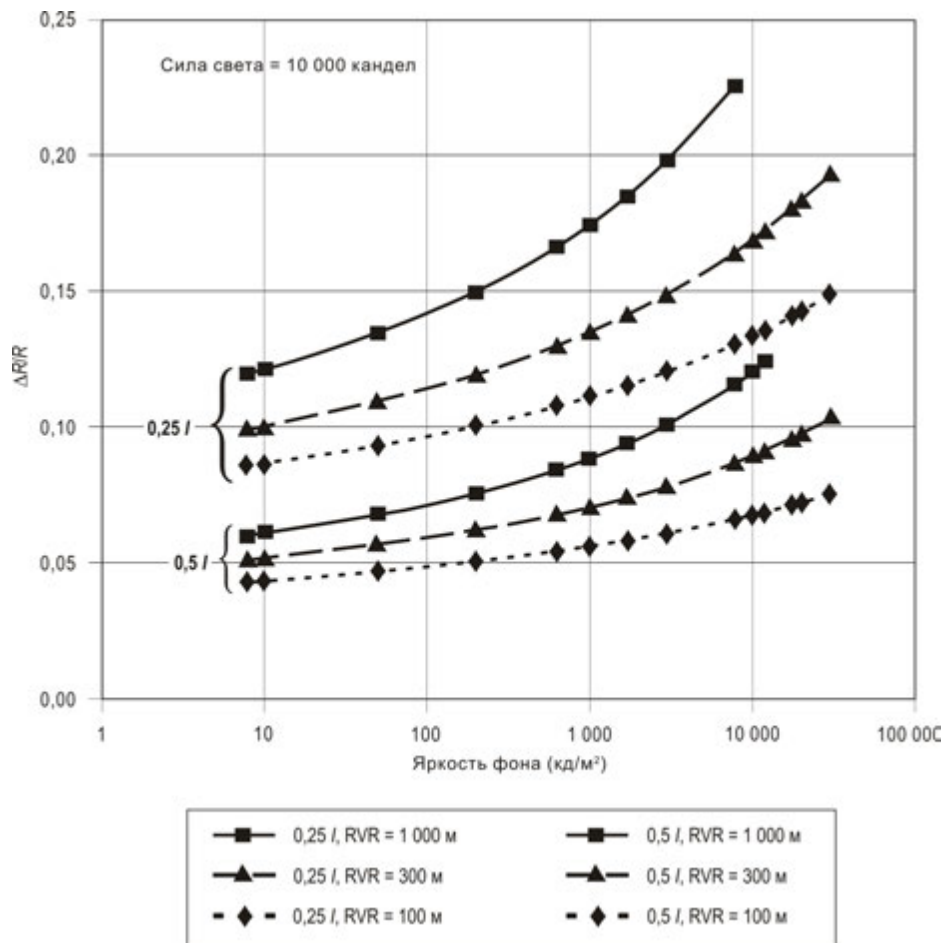


Рисунок 6-15. Дробное уменьшение значений RVR ( $\Delta R/R$ ) при уменьшении силы света огней ВПП в четыре раза (0,25 л) и два раза (0,5 л) по сравнению с предполагаемой силой света 10 000 кд



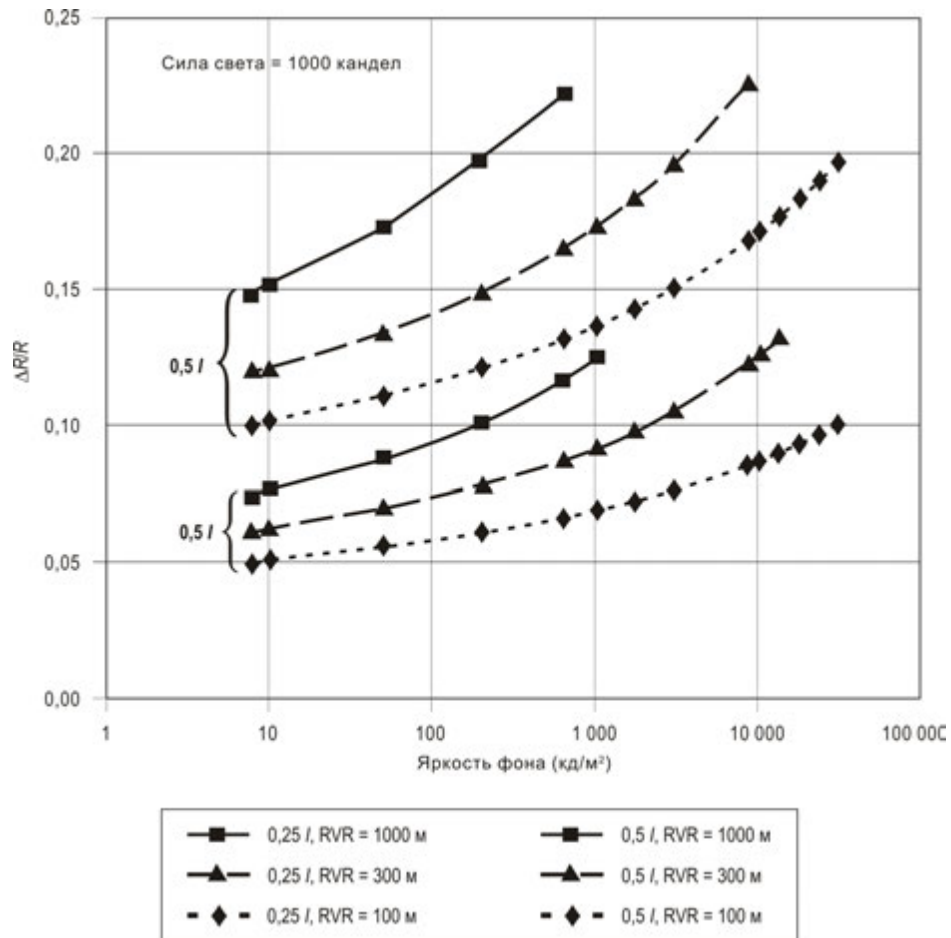
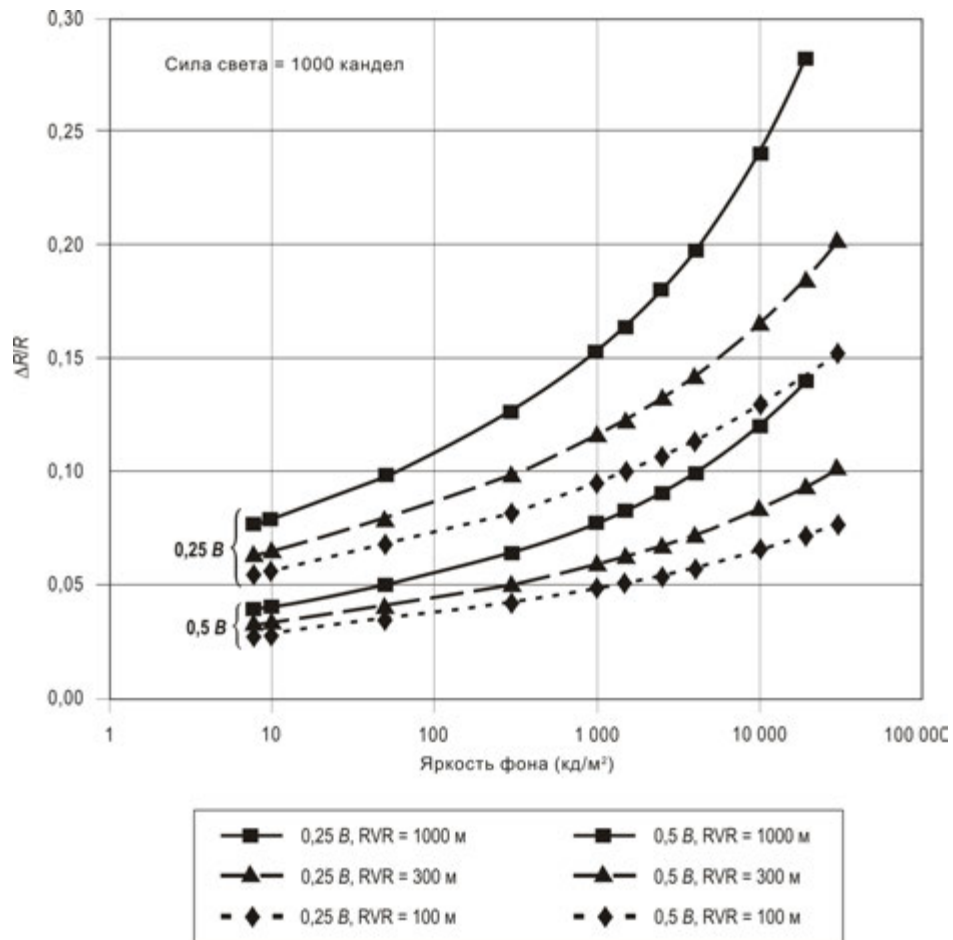
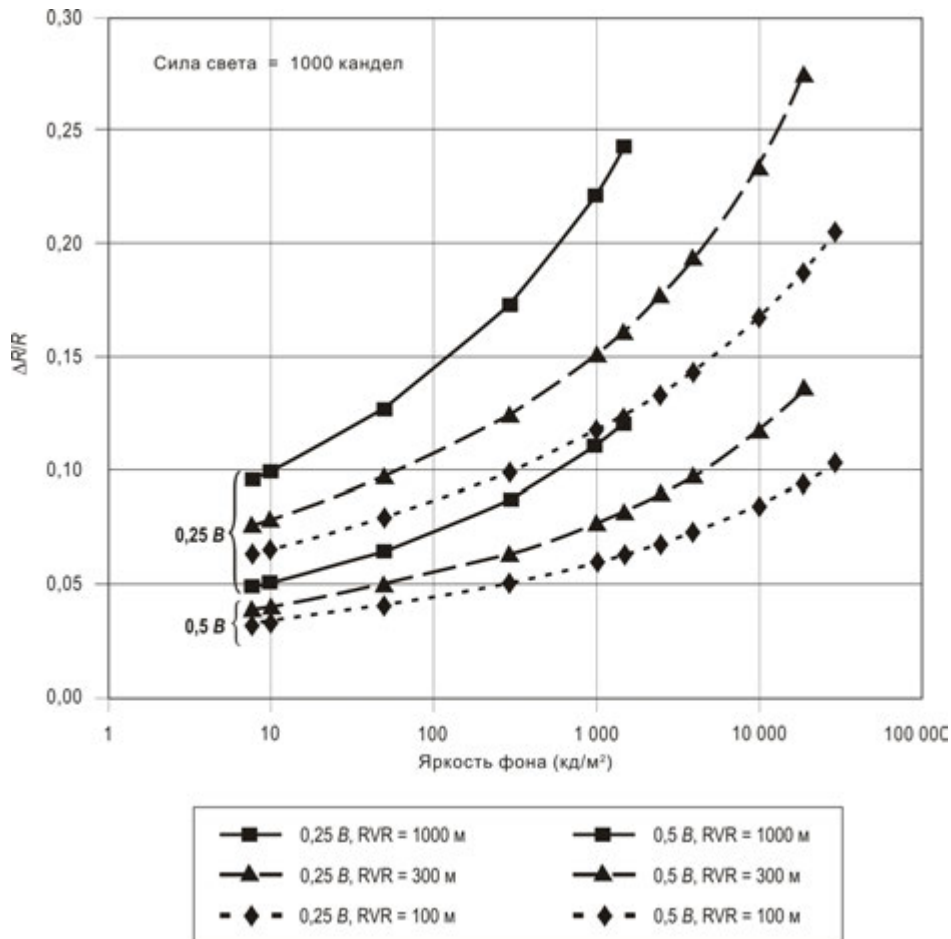


Рисунок 6-16. Дробное уменьшение значений RVR ( $\Delta R/R$ ) при уменьшении силы света огней ВПП в четыре раза (0,25 л) и два раза (0,5 л) по сравнению с предполагаемой силой света 1000 кд



**Рисунок 6-17. Дробное увеличение значений RVR ( $\Delta R/R$ ) при уменьшении измеренной яркости фона в четыре раза (0,25 В) и два раза (0,5 В) для силы света огней ВПП 10 000 кд**



**Рисунок 6-18. Дробное увеличение значений RVR ( $\Delta R/R$ ) при уменьшении измеренной яркости фона в четыре раза (0,25 В) и два раза (0,5 В) для силы света огней ВПП 1000 кд**

6.7.11 В таблице 6-7 приведены данные о влиянии изменений в трех параметрах RVR (т. е.  $\sigma$ ,  $I$  и  $B$ ) на значение RVR. Изменения в параметрах, необходимые для уменьшения RVR на 10%, указываются для двух значений яркости фона  $B$  и трех значений RVR. RVR в большей степени зависит от изменений в параметре  $\sigma$ , чем от изменений в двух других параметрах. Изменение значений  $I$  и  $B$  в большей степени влияет на значение RVR в дневное время, чем в ночное. Можно отметить, что таблица 6-7 приводится только для целей иллюстрации и что в связи с нелинейным характером зависимости изменения, которые могли бы привести к увеличению RVR на 10%, были бы непропорциональны изменениям, указанным в этой таблице.

**Таблица 6-7. Изменения (в процентах) в параметрах, уменьшающие значение RVR на 10% при  $I = 10\ 000$  кд**

Параметр	Ночью, $B = 8$ кд/м <sup>2</sup>			Днем, $B = 10\ 000$ кд/м <sup>2</sup>		
	RVR (м)					
	100	300	1 000	100	300	1 000
$\sigma$	11	12	12	13	13	16
$I$	-80	-74	-69	-64	-54	-44
$B$	881	637	429	185	129	79

# Глава 7

## ТРАНСМИССОМЕТРЫ

### 7.1 ПРИНЦИП РАБОТЫ

7.1.1 Трансмиссометр осуществляет непосредственные измерения прозрачности атмосферы между двумя точками в пространстве. Или же, можно сказать, он производит оценку среднего показателя ослабления, включая влияние на измерение разброса и поглощения света, и обеспечивает надежный метод оценки ослабления независимо от типа атмосферных явлений, которые приводят к ухудшению видимости, например, туман, дождь, снег, пыль и т. д.

7.1.2 На рис. 7-1 схематически изображены два наиболее часто используемых типа трансмиссометров. По существу, оба состоят из излучателя, который направляет луч света на фотодетектор приемного устройства. В первой компоновке, иногда называемой “двухконечным” трансмиссометром (см. рис. 7-1 а)), свет направляется прямо к приемнику. Расстояние, которое проходит свет от излучателя до приемника, обычно называется “базисной линией”. Во втором типе излучатель и приемник объединены в один блок, при этом излучаемый луч возвращается обратным рефлектором; вследствие этого рабочая длина (базисная линия) светового луча вдвое больше расстояния между точкой выхода луча и блоком, в котором размещен рефлектор. Этот тип прибора известен как “отражающий” трансмиссометр, трансмиссометр “со сложенной базисной линией” или “одноконечный” трансмиссометр. Отраженный луч отделяется в излучателе-приемнике от излучаемого луча (например, с помощью расщепителя луча, как это схематически изображено на рис. 7-1 б)). Некоторые системы трансмиссометров допускают работу с двумя базисными линиями, то есть они оснащены одним излучателем и двумя приемными устройствами.

7.1.3 При рассмотрении вопроса о выборе трансмиссометра для системы измерения RVR необходимо, во-первых, определить оцениваемый диапазон RVR, так как это позволит определить оптимальную длину базисной линии трансмиссометра. Предположим, например, что полный диапазон RVR составляет от 50 м до 2000 м. Крайние измеренные значения MOR соответствуют дальности видимости огней (закон Алларда) ночью при RVR = 50 м и дальности видимости объектов (закон Кошмидера) днем при RVR = 2000. Если принять силу света огней ВПП равной 10 000 кд, а значение  $E_T$  в ночных условиях равным  $10^{-6}$  лк, то, согласно закону Алларда, RVR = 50 м будет соответствовать MOR = 9,87 м. Согласно закону Кошмидера, RVR равна MOR. Следовательно, трансмиссометр, обеспечивающий охват всего диапазона RVR, должен измерять MOR в пределах от 9,87 м до 2000. Ниже рассматриваются факторы, которые должны учитываться при выборе длины базисной линии:

- а) Трансмиссометр характеризуется нелинейной зависимостью между коэффициентом пропускания и RVR. Чем меньше длина базисной линии, тем выше точность, необходимая для измерения коэффициента прозрачности при любой заданной точности определения RVR. С очень короткими базисными линиями при оценке RVR используются только несколько “верхних” процентов диапазона прозрачности и, вследствие этого, требования в отношении линейности и точности становятся очень жесткими.

- b) По мере увеличения длины базисной линии трансмиссометра возрастает наименьшее значение RVR, которое можно оценить. В целом, трансмиссометры не могут быть использованы для оценки RVR, значения которой меньше длины базисной линии трансмиссометра, так как прозрачность атмосферы снижается до очень низкого значения по мере сближения значения RVR и длины базисной линии.
- с) Для любого заданного диапазона значений RVR динамический диапазон, в пределах которого должен действовать трансмиссометр, возрастает по мере увеличения длины базисной линии. Динамический диапазон может быть расширен посредством увеличения силы света излучателя и/или повышения чувствительности приемника либо посредством применения систем с двумя базисными линиями.

7.1.4 Пороговый уровень шума трансмиссометра существенно влияет на выбор длины базисной линии. Все трансмиссометры создают электрические помехи, и это ограничивает минимальное значение прозрачности, которое можно измерить. Помехи обусловлены, в основном, рассеянным светом внутри трансмиссометра и помехами, создаваемыми электрическими компонентами. В некоторых существующих системах предпринята попытка преодолеть эту проблему за счет измерения помех на выходе и вычитания их при расчете RVR. Поскольку уровень шума не является постоянным, этот метод, если не проводить частую калибровку уровня помех, может приводить к погрешностям. Минимальная прозрачность может быть увязана с максимальной длиной базисной линии; этот вопрос рассматривается в добавлении D.

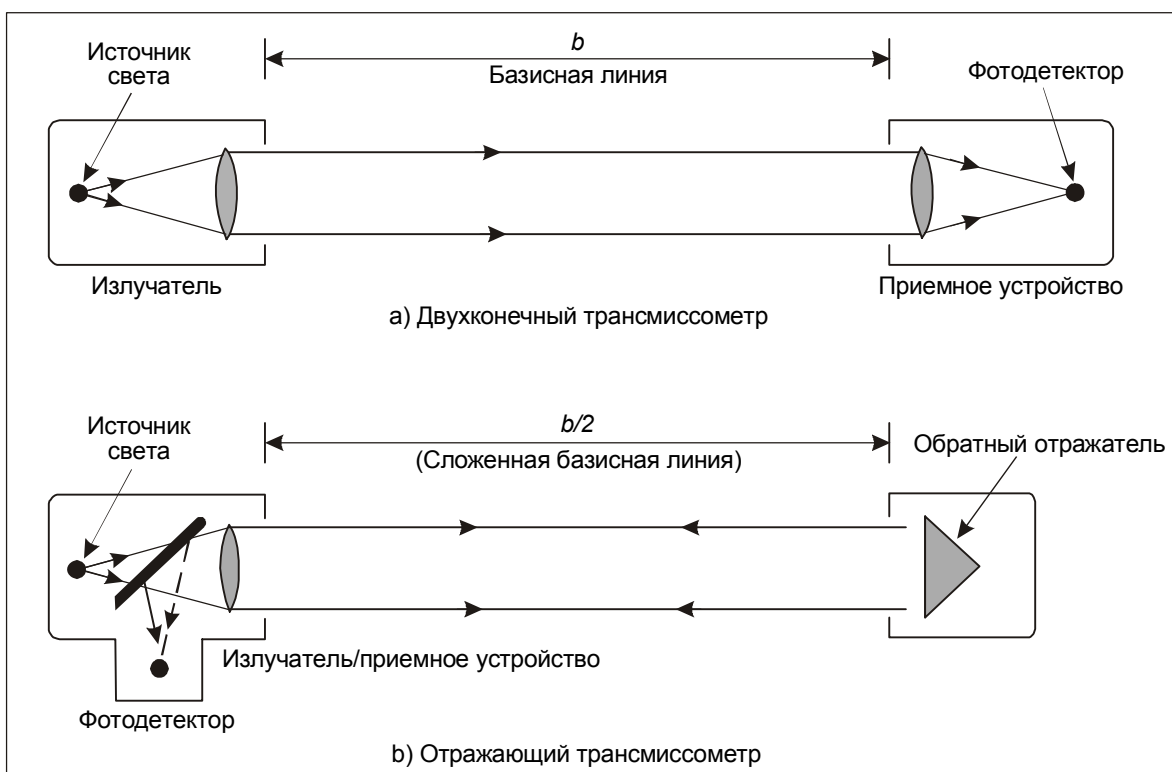


Рисунок 7-1. Схемы двух типов трансмиссометров

7.1.5 Поскольку для охвата всего диапазона RVR (MOR от 10 до 2000) требуются высокое разрешение и стабильность, во многих государствах для измерения RVR в пределах от 50 до 2000 используются два прибора или один прибор с двумя базисными линиями. Требования, предъявляемые при использовании одного трансмиссометра, обеспечивающего охват всего диапазона RVR, могут быть выражены в виде необходимого разрешения аналого-цифрового преобразователя (АЦП), используемого для измерения излучаемого светового сигнала. В верхних областях диапазона RVR высокое разрешение необходимо для определения незначительных изменений коэффициента пропускания, а в нижних областях диапазона RVR – для обнаружения поступающего в приемник света, который составляет малую долю света, поступающего в приемник при коэффициенте пропускания 100%. На рис. 7-2 показана зависимость этих двух требований от выбранной базисной линии трансмиссометра, исходя из того, что точность измерения RVR в 10% соответствует разрешению в 1 бит. Оптимальная длина базисной линии составляет примерно 17 м, а аналого-цифровой преобразователь должен обеспечивать по меньшей мере разрешение в 8 бит. Пригодный для практического применения прибор должен был бы обеспечивать более высокое разрешение (например, 10 бит или выше), с тем чтобы разрешающая способность АЦП не была основным источником погрешностей в большинстве эксплуатируемых систем

7.1.6 В трансмиссометре присутствует лишь несколько специфических источников погрешностей:

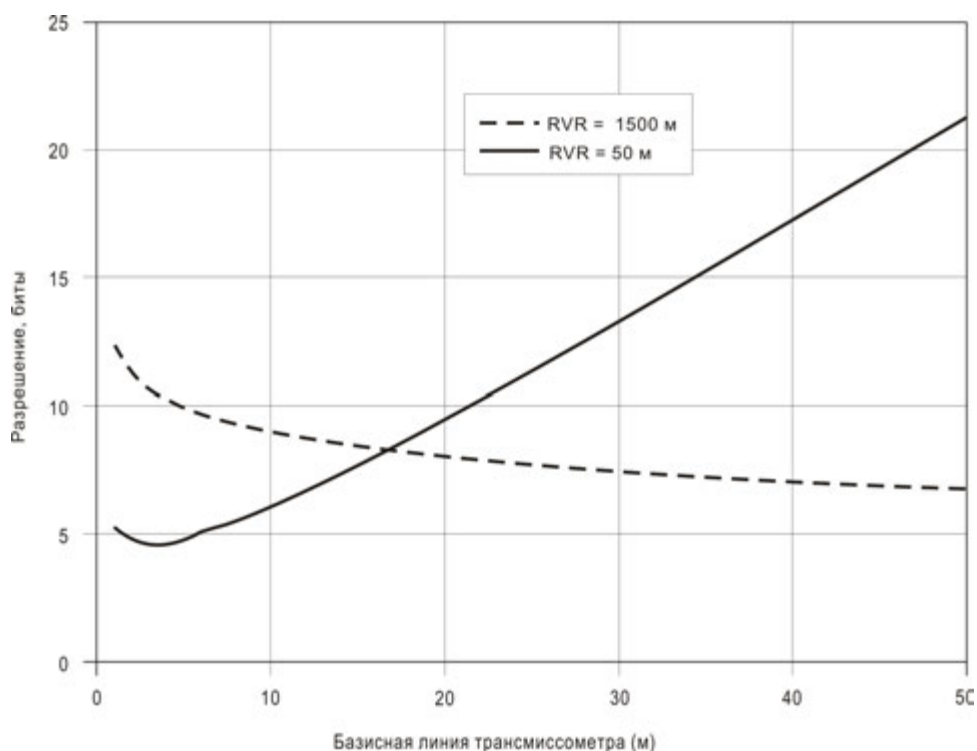


Рисунок 7-2. Разрешение АЦП, обеспечивающее охват всего диапазона RVR

- а) Параметр RVR предназначен для оценки зрительного восприятия наблюдателя, поэтому в тех случаях, когда зависимость чувствительности прибора от длины волны

отличается от аналогичной характеристики зрительного восприятия, могут возникать погрешности. При этом значительные погрешности возникают только при погодных явлениях, характеризующихся значительными изменениями MOR в зависимости от длины волны (например, в условиях мглы, см. таблицу 4-1).

- b) Определение прибором прозрачности атмосферы основано на допущении, что принимаемый сигнал равен исходной силе света за вычетом поглощения или рассеяния светового луча. Данное допущение не применимо в тех случаях, когда свет рассеивается также в направлении приемника в результате прямого рассеяния под воздействием погодных явлений. Этот источник погрешностей можно свести до незначительного уровня путем использования достаточно узкого луча излучателя и малого поля зрения приемника (см. п. 7.2.3).
- c) При короткой базисной линии точная длина базисной линии может быть достаточно неопределенной, что приводит к погрешностям измерения. Оптические элементы трансмиссометра обычно закрываются колпачками для предотвращения загрязнения окон. Как правило, базисная линия определяется как расстояние от вершины одного колпачка до вершины другого, при этом предполагается, что погодные явления не влияют на элементы, закрытые колпачками. Это допущение может не быть справедливым при всех погодных условиях, поскольку туман, дымка и т. д. могут проникать под колпачки. С другой стороны, во многих приборах для защиты оптической системы от загрязнения и предотвращения влияния погоды на компоненты, закрытые колпачками, используются обдуватели. К сожалению, при слабом ветре такие обдуватели могут "расчищать" участок траектории перед колпачком, в результате чего фактическая базисная линия оказывается короче номинальной.

7.1.7 При попадании на приемник трансмиссометра света, рассеянного в прямом направлении, возникает погрешность измерения, которую удобно выражать в виде дробной погрешности показателя ослабления (меньше истинного показателя ослабления). Дробная погрешность увеличивается по мере увеличения радиуса рассеивающих частиц, однако ее можно считать не зависимой от длины базисной линии. В случае частиц, размеры которых намного превышают длину волны света, эта погрешность примерно пропорциональна радиусу частицы и угловой ширине приемника. В случае частиц размером 10 мкм (это наибольший радиус частиц, обычно наблюдаемый в условиях тумана) при длине волны 0,55 мкм (которая соответствует максимальной чувствительности зрительного восприятия), погрешность не превышает 5% при половинном угле приемника менее 0,001 рад.

7.1.8 Излучение фона будет складываться со светом источника, поступающим на приемник, и во избежание вызываемых этим погрешностей обычно принято либо модулировать источник света трансмиссометра, либо иным образом устранять нежелательное излучение фона. Несмотря на эти меры предосторожности на линейность показаний фотодетектора все же могут влиять очень высокие уровни внешней засветки, например, прямым или зеркально отраженным солнечным светом, что приведет к погрешностям измерения. Для предотвращения попадания на принимающий фотодетектор прямого солнечного света обычно принято наклонять трансмиссометр вниз таким образом, чтобы осевая линия используемого для измерений луча была направлена на 0,5° вниз относительно горизонтальной линии.



## 7.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРОВ

7.2.1 В настоящее время можно приобрести трансмиссометры различных типов. В них используются различные источники света, в том числе вольфрамовые катодные лампы, ксеноновые импульсно-разрядные лампы, вольфрамогалогенные лампы с модуляцией светового потока и светодиоды (LED) с амплитудной модуляцией.

7.2.2 В некоторых трансмиссометрах происходит лишь незначительное расщепление луча и поэтому луч может иметь небольшую интенсивность; в других может использоваться луч высокой интенсивности, который к тому же является широким, и, вследствие этого, может быть видим снаружи. В этом случае базисную линию, возможно, придется отклонить под углом от направления ВПП, для того чтобы свет не причинял неудобств пилотам.

7.2.3 Во избежание погрешностей, вызываемых рассеянием света в прямом направлении, излучатель и приемник должны иметь узкие соосно совмещенные лучи. Использование малых углов раствора луча и вытекающая из этого необходимость в точном оптическом совмещении являются причинами, по которым блоки необходимо изготавливать механически жесткими и устанавливать их на твердых опорах, так как небольшие изменения в совмещении могут вызвать большие изменения на выходе приемника. Изменения, вызываемые нарушением совмещения, могут быть ошибочно восприняты как изменения в атмосферных условиях. Иногда поле зрения приемника делается достаточно большим, с тем чтобы оно охватывало весь излучатель. В некоторых случаях требования, предъявляемые к ширине луча и совмещению, не позволяют применять прибор с двумя базисными линиями (одной длинной и одной короткой), в котором используются один излучатель и два отдельных приемника. Во-первых, излучатель не может быть направлен одновременно на оба приемника. Во-вторых, хотя диаметр луча излучателя может быть достаточно небольшим для того, чтобы исключить погрешности, вызываемые прямым рассеянием света вдоль длинной базисной линии, в приемнике, установленном на короткой базисной линии, необходимо будет использовать гораздо более широкое поле зрения, охватывающее весь излучатель, и поэтому он будет воспринимать больше света, рассеянного в прямом направлении. Однако эти проблемы можно преодолеть, если излучатель будет иметь два отдельных луча.

7.2.4 Одним из факторов, которые следует принимать во внимание при работе с трансмиссометрами, является загрязнение оптических поверхностей. Его можно свести к минимуму путем применения колпачков и обдува воздухом. Однако важно обеспечить, чтобы колпачки и системы обдува воздухом не вносили искажений на траектории измерения (см. п. 7.1.6 с)). В системах, где степень загрязнения поддается точному определению, можно вводить поправку на загрязненность.

7.2.5 Для получения высокой общей точности трансмиссометров необходимы источник света постоянной силы, а также контроль за силой света и корректировка результатов измерений с учетом любых изменений силы света. Кроме того, трансмиссометр, как система, должен иметь средства калибровки и обеспечивать автоматическую корректировку показаний при длительных и кратковременных изменениях силы света.

7.2.6 Ниже перечислены общие преимущества и недостатки трансмиссометров. К числу преимуществ относятся следующие:

- a) прибор самокалибруется; в ясный день калибровка может быть проверена независимо для каждого прибора;
- b) правильно измеряется влияние поглощения;

- c) точность измерения не зависит от понижающих видимость погодных явлений.

К числу недостатков относятся следующие:

- a) для сохранения оптического совмещения прибор должен быть прочно закреплен на земле. Создание нежесткой конструкции (то есть не представляющей опасности) прибора может оказаться сложной задачей, особенно если высота измерения над землей значительна. Сохранять оптическое совмещение в местах с неустойчивым грунтом (например, тундра, вспучивание мерзлого грунта) может оказаться затруднительным;
- b) охват всего диапазона RVR от 50 до 2000 м с помощью одного прибора может быть технически сложной задачей;
- c) измерения трансмиссометра особенно чувствительны к погрешностям, вызываемым загрязнением окна, особенно в верхней области диапазона измерения коэффициента пропускания;
- d) не следует калибровать трансмиссометр в условиях слабой видимости.

### 7.3 КАЛИБРОВКА ТРАНСМИССОМЕТРА

7.3.1 Трансмиссометр имеет диапазон измерения коэффициента пропускания от 0 до 1, причем значение 0 (ноль) соответствует нулевой видимости, а отклонение стрелки на всю шкалу до значения 1 (единица) соответствует бесконечной видимости. Существуют различные способы установки этих конечных значений, и, хотя в данном руководстве не дается полное их описание, в последующих пунктах приводится краткое изложение основных используемых методов. Линейность показаний трансмиссометров может быть первоначально установлена посредством калибровки относительно эталонных фильтров.

7.3.2 Нулевая точка обычно определяется путем перекрытия луча света на входе приемника. Калибровка всей шкалы осуществляется посредством прямого сравнения с расстоянием, на котором определенные объекты и огни известной интенсивности могут быть замечены наблюдателем. Калибровка должна осуществляться только в условиях хорошей видимости, желательно при дальности видимости свыше 10 км и ни в коем случае не меньше 5 км. Наблюдение следует вести как можно ближе к значению MOR, поскольку для определения коэффициента пропускания посредством пересчета обычно используется именно MOR. Если для оценки используются огни, необходимо произвести пересчет в MOR. Если в месте проведения наблюдений имеются другие хорошо откалиброванные приборы, их можно использовать для определения эталонного значения MOR. Используя полученное при этом значение MOR, можно путем пересчета определить коэффициент пропускания и внести соответствующую поправку в калибровку. Поскольку потери на атмосферной траектории могут быть неоднородными, может возникнуть несоответствие между потерями на траектории излучаемого света и эталонным значением MOR. Поэтому применять этот метод калибровки следует с осторожностью.

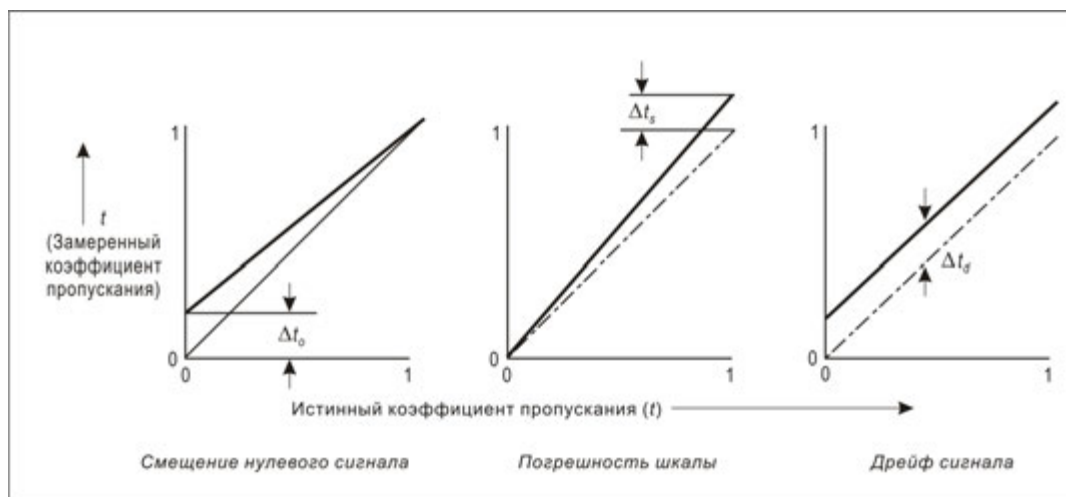
### 7.4 ПОГРЕШНОСТИ КАЛИБРОВКИ

7.4.1 При калибровке трансмиссометра возникают три типа ошибок:

- a) погрешность, вызванная сдвигом нулевого сигнала;

- b) погрешность шкалы; и
- c) дрейф сигнала.

Эти погрешности проиллюстрированы на рис. 7-3 и описываются ниже. Типичные значения приведены в добавлении Е.

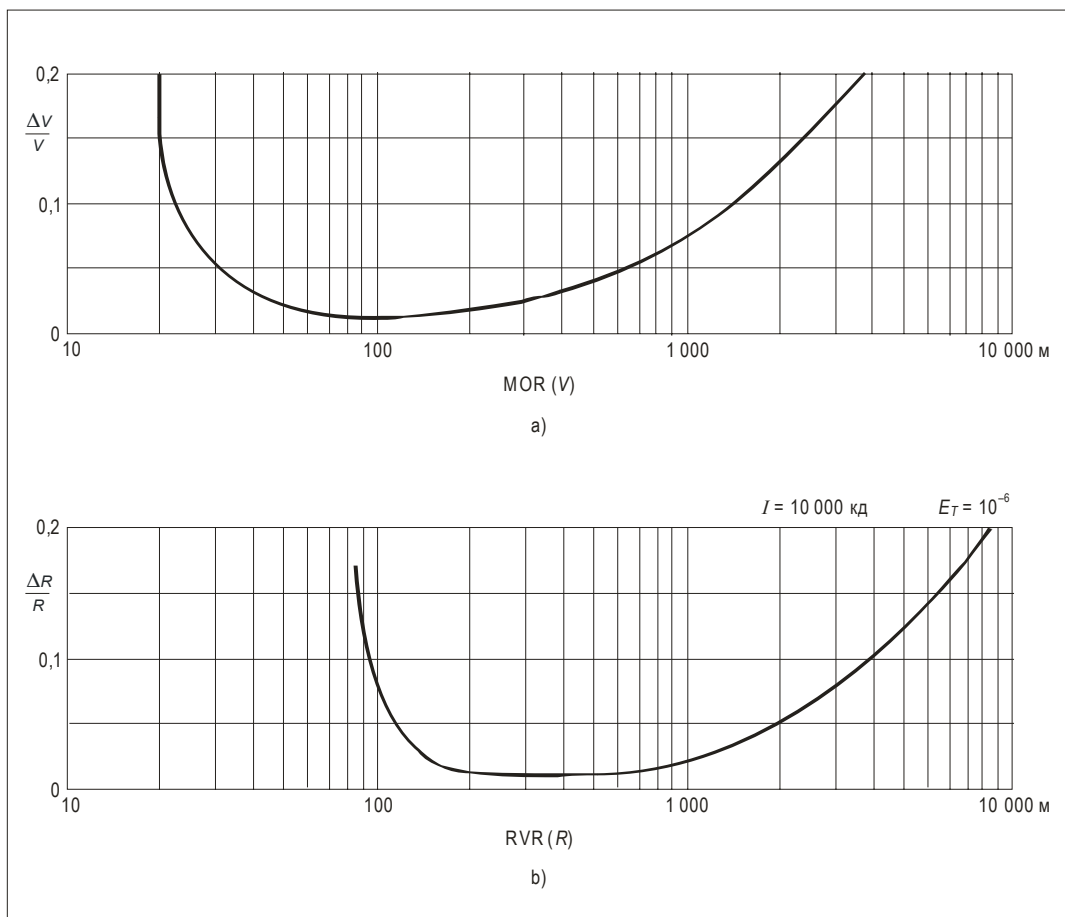


**Рисунок 7-3. Три вида калибровочных погрешностей**

7.4.2 Сдвиг сигнала ( $\Delta t_0$ ) возникает, когда нулевая точка на шкале коэффициента пропускания оказывается неправильной. Это приводит к увеличению погрешности RVR в области малых значений рабочего диапазона трансмиссометра. На рис. 7-4 это проиллюстрировано левыми участками кривых  $R$  и  $V$ , на которых происходит чрезвычайно быстрое увеличение погрешности.

7.4.3 Погрешность шкалы ( $\Delta t_s$ ) вызвана неправильным определением верхней точки шкалы при калибровке. Это приводит к увеличению погрешности RVR при увеличении дальности, как это проиллюстрировано правыми частями кривых на рис. 7-4. Эта погрешность называется погрешностью шкалы, так как она вызвана ошибкой в наклоне калибровочной кривой.

7.4.4 Погрешность “дрейф сигнала” вызвана смещением всей шкалы калибровки на величину  $\Delta t_d$ . Эта погрешность обычно значительно меньше погрешности шкалы и сдвига сигнала.



**Рисунок 7-4. Типичные погрешности значений MOR и дальности видимости на ВПП (RVR), обусловленные влиянием калибровочных погрешностей (см. рис. 7-3)**

7.4.5 Указанные погрешности приводят к появлению дробных погрешностей  $\Delta\sigma/\sigma$  показателя ослабления и тождественной погрешности  $\Delta V/V$  в MOR (см. рис. 7-4), а также дробной погрешности  $\Delta R/R$  в RVR. Разъяснение этому дается в разделе 6.7 и добавлении Е. На рис. 7-4 а) наглядно показано изменение дробной погрешности  $\Delta V/V$  в зависимости от  $V$ , а на рис. 7-4 б) показано изменение  $\Delta R/R$  в зависимости от RVR. Эти кривые иллюстрируют то, о чем говорилось в пп. 7.4.2 и 7.4.3, в частности, что погрешность сдвига сигнала ограничивает рабочий диапазон трансмиссометра со стороны малых значений.

7.4.6 Погрешности трансмиссометра и минимальная разрешающая способность по коэффициенту пропускания, обусловленные пороговым уровнем шума (см. разъяснения в п. 7.1.4), являются важными факторами при выборе и техническом обслуживании трансмиссометров. Поэтому данному вопросу следует уделять особое внимание при выборе типа трансмиссометра, его установке, калибровке и техническом обслуживании.

## Глава 8

# ИЗМЕРИТЕЛИ ПРЯМОГО РАССЕЯНИЯ

### 8.1 ПРИНЦИП РАБОТЫ

8.1.1 Трансмиссометр (глава 7) измеряет часть света (коэффициент пропускания), которая не была поглощена или рассеяна за пределы луча света после прохождения им определенного расстояния в атмосфере. Изучение зрительного восприятия наблюдателя показало, что коэффициент пропускания – или легко рассчитываемый через него показатель ослабления – является правильным параметром, характеризующим ухудшение зрительного восприятия в присутствии осадков или аэрозольных частиц. В отличие от трансмиссометра, измеритель прямого рассеяния измеряет небольшую часть света, рассеиваемую за пределы луча света (см. рис. 8-1) в относительно узком диапазоне углов рассеяния. Затем на основе показаний измерителя прямого рассеяния оценивается показатель ослабления; при этом предполагается, что рассеянный сигнал пропорционален показателю ослабления. Достоверность оценки зависит от следующих физических свойств рассеивающих частиц.

- a) *Плотность частиц.* Поскольку как сигнал измерителя прямого рассеяния, так и показатель ослабления пропорциональны плотности частиц, изменения плотности частиц не могут влиять на достоверность показаний измерителя прямого рассеяния.
- b) *Функция рассеяния частиц* (т. е. угловое распределение рассеянного света). Чувствительность измерителя прямого рассеяния зависит от части света, рассеиваемой в диапазоне регистрируемых углов. Поскольку частицы разных типов обладают различными функциями рассеяния, отношение рассеянного сигнала к показателю ослабления (то есть калибровочный коэффициент измерителя прямого рассеяния) может зависеть от типа рассеивающих частиц. Один из методов решения этой проблемы заключается в выборе такого угла рассеяния, при котором функция рассеяния в возможно большей степени пропорциональна показателю ослабления при тех погодных явлениях, которые ухудшают видимость в диапазоне RVR. Еще один подход заключается в выявлении характера погодных явлений и применении разных калибровок для разных типов погоды.
- c) *Поглощение частиц.* Это явление может вызвать затруднения, поскольку измеритель прямого рассеяния не может обнаруживать поглощение. Однако если величина поглощения пропорциональна величине рассеяния, то эффект поглощения просто изменяет коэффициент пропорциональности между рассеянным сигналом и общим показателем ослабления.

8.1.2 Во многих аэропортах наиболее частыми погодными явлениями, понижающими дальность видимости в диапазоне RVR, указываемом в сводке, являются туман и снегопад. При этих погодных условиях обычно отмечаются незначительное поглощение и незначительные изменения показателя ослабления при изменении длины волны. К другим погодным явлениям, которые могут существенно ухудшать видимость, относятся сильный дождь, дым, песок и пыль; некоторые из них характеризуются значительным поглощением. Для точной оценки RVR с помощью измерителя прямого рассеяния при этих явлениях может потребоваться сначала идентифицировать явление, а

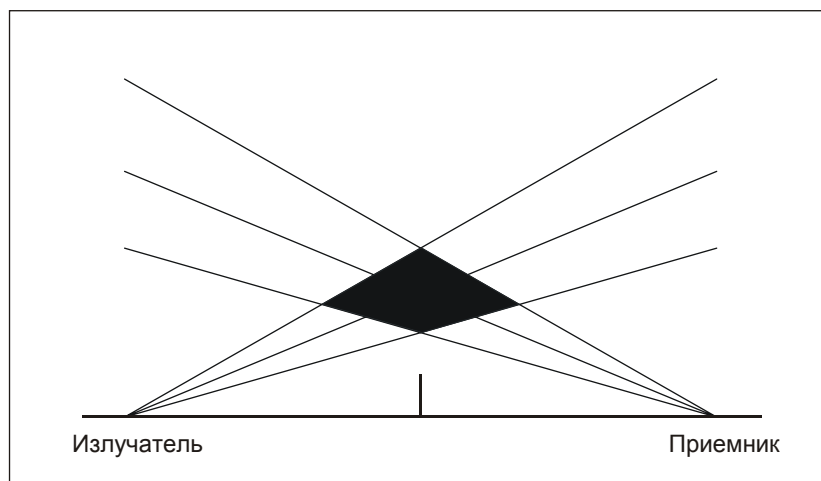
затем применить калибровку, отличающуюся от калибровки, используемой в условиях тумана и снегопада.

8.1.3 Ниже описаны рассеивающие свойства различных погодных явлений, ухудшающих видимость.

- a) *Туман.* Туман характеризуется относительно узким пиком рассеяния в прямом направлении, очень незначительным рассеянием в пределах угла примерно  $90^\circ$ , более значительным рассеянием в пределах угла примерно  $180^\circ$  и небольшими максимумами в пределах углов радуги. Величина рассеяния в диапазоне  $30\text{--}50^\circ$  почти не зависит от распределения размера капель, и поэтому измерители прямого рассеяния, работающие в пределах того или иного угла в указанном диапазоне, дают наиболее достоверные результаты. Напротив, приборы, измеряющие обратное рассеяние (то есть рассеяние в пределах угла около  $180^\circ$ ), характеризуются переменной чувствительностью в условиях тумана.
- b) *Снег.* Снег характеризуется гораздо более медленно изменяющейся функцией рассеяния, чем туман; снег рассеивает свет более равномерно во всех направлениях. В пределах угла примерно  $40^\circ$  туман и снег характеризуются одинаковым отношением рассеяния к показателю ослабления; поэтому этот угол удобен при использовании измерителя прямого рассеяния, который не позволяет определять характер явления, ухудшающего видимость. Напротив, приборы, измеряющие обратное рассеяние, характеризуются необычно высокой чувствительностью к воздействию снега.
- c) *Дождь.* Дождь характеризуется еще более узким пиком прямого рассеяния, чем туман. Пик настолько узок, что может не оказывать значительного влияния на зрительное восприятие наблюдателя и может не регистрироваться трансмиссомером. Вследствие этого измеритель прямого рассеяния может вплоть до двух раз занижать оценку RVR при дожде относительно оценки трансмиссометра. Поскольку дождь, достаточно сильный для того, чтобы существенно снизить RVR в отсутствие тумана, явление редкое, этому вопросу не уделялось большого внимания при конструировании измерителей прямого рассеяния. Если измеритель прямого рассеяния будет способен определять дождь в качестве единственного явления, ухудшающего видимость, то тогда он сможет вносить поправку в соответствующую заниженную оценку RVR. Однако такая поправка может привести к завышенному значению RVR, указываемому в сводке, по сравнению с фактическим при одновременном присутствии тумана и дождя, если наличие тумана не будет обнаружено и учтено при расчетах.
- d) *Небольшие аэрозольные частицы* (мгла или дым). Функция рассеяния частиц с диаметром меньше длины волны света характеризуется значительными изменениями при изменении длины волны, однако при изменении угла она меняется гораздо менее сильно, чем в случае более крупных частиц. Это различие приводит к более значительному рассеянию по отношению к показателю ослабления в пределах углов, используемых в измерителях прямого рассеяния. До некоторой степени это различие может быть компенсировано поглощением, которое возможно при таких явлениях. Таким образом, коэффициент пропорциональности между рассеянным светом и показателем ослабления будет отличаться от наблюдаемого в условиях тумана и будет зависеть от длины волны, выбранной для измерения. Характер зависимости от длины волны и функция рассеяния таковы, что калибровка измерителей прямого рассеяния в условиях мглы и тумана с учетом зрительного восприятия наблюдателя (с центром в зеленой области спектра), оказывается примерно одинаковой, при

условии, что в приборе используется красный свет.

- е) *Поглощающие частицы* (дым, песок и пыль). Поскольку измеритель прямого рассеяния не может измерять поглощение, показания измерителя прямого рассеяния могут приводить к завышенной оценке RVR в случае присутствия поглощающих частиц. Если удастся идентифицировать частицы и количественно выразить значение чувствительности измерителя прямого рассеяния для таких явлений, то значение RVR можно будет скорректировать.



**Рисунок 8-1. Принцип работы измерителя прямого рассеяния**

8.1.4 Поскольку выходной сигнал измерителя прямого рассеяния характеризуется сложной зависимостью от плотности и типа частиц и от геометрии прибора, калибровка измерителя прямого рассеяния производится эмпирически путем сравнения выходного сигнала датчика с показаниями эталонного трансмиссометра при соответствующих погодных условиях.

## 8.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА

8.2.1 Типичный измеритель прямого рассеяния состоит из излучателя и приемника, разнесенных на расстояние примерно одного метра (см. рис. 8-1). За несколько последних десятилетий были проведены испытания различных конструкций измерителя прямого рассеяния. В современных конструкциях решены многие из проблем, которые имели место в более ранних моделях.

8.2.2 В первых моделях использовались источники света накаливания с оптической модуляцией при частоте модуляции около 300 Гц, а в современных конструкциях применяются импульсные лампы или инфракрасные светодиоды с электрической модуляцией. Использование в этих приборах коротких световых импульсов или повышенной частоты модуляции практически устранили влияние солнечного света, которое наблюдалось в первых конструкциях. Новые источники света характеризуются также менее жесткими требованиями к техобслуживанию. Следует отметить, что использование для измерений инфракрасного света дает достоверные результаты в условиях тумана и снегопада, однако приводит к неточным измерениям в присутствии более мелких

аэрозольных частиц с размерами, сопоставимыми с длиной волны (например, мгла).

8.2.3 В первых конструкциях происходило загрязнение окон (например, снег забивал окна прибора). Эти проблемы в основном решены в новейших конструкциях (см. рис. 8-2), в которых измеряется рассеяние луча, направленного вниз.

8.2.4 Ниже кратко описываются достоинства и недостатки измерителя прямого рассеяния. Дополнительные сведения приводятся в последующих пунктах.

К числу достоинств относятся следующие:

- a) Благодаря небольшим размерам и весу измеритель прямого рассеяния можно устанавливать на одной ломкой мачте. На него не оказывает влияния неустойчивость грунта.
- b) Один измеритель прямого рассеяния легко обеспечивает охват всего диапазона RVR.
- c) Измеритель прямого рассеяния относительно нечувствителен к загрязнению окон и обычно не требует частой чистки. Кроме того, направленная вниз геометрия прибора снижает вероятность загрязнения окон или попадания в них осадков.
- d) Измеритель прямого рассеяния можно ремонтировать, перекалибровывать и вновь использовать в работе почти при любых погодных условиях, включая плохую видимость (за исключением осадков с ветром или сильного ветра).

К числу недостатков относятся следующие:

- a) Измеритель прямого рассеяния не самокалибруется. Необходимо установить порядок сверки калибровки каждого отдельного измерителя прямого рассеяния с эталонным трансмиссометром.
- b) Отношение показаний измерителя прямого рассеяния к показателю ослабления может зависеть от характера явления, ухудшающего видимость, особенно в случае значительного поглощения. Эти отклонения можно скорректировать, если датчик способен точно идентифицировать явление, ухудшающее видимость. Однако такие поправки могут быть неточными при смешанных погодных явлениях (например, дождь и туман, дождь и снег).
- c) Во избежание различий в калибровке различных приборов должны выдерживаться жесткие заводские допуски в отношении геометрии рассеяния.
- d) Невыявленные помехи, приводящие к экранированию окон датчика (например, окна забиты снегом), могут привести к указанию в сводке завышенных значений RVR по сравнению с фактическим. Направленная вниз геометрия рассеяния (см. рис. 8-2) значительно снижает вероятность попадания снега в окна.

8.2.5 Измерители прямого рассеяния характеризуются линейной зависимостью между оптическим сигналом и показателем ослабления; выходной сигнал пропорционален показателю ослабления. Это свойство приводит к двум последствиям:

- a) Один измеритель прямого рассеяния может легко обеспечить охват всего диапазона RVR, указываемого в сводке.



- b) Потери в окнах в результате загрязнения приводят к пропорциональным погрешностям в показаниях измерителя прямого рассеяния.

8.2.6 Близость головок датчика к объему, в котором происходит рассеяние, не позволяет использовать обдуватели для защиты окон от загрязнения; обдуватель может очистить рассеивающий объем от тумана. Поэтому разработаны методы внесения поправок с учетом потерь в окнах, позволяющие увеличить периоды между чистками окон (например, три месяца). Применяются два подхода:

- a) *Использование двух излучателей и двух приемников и горизонтальной геометрии рассеяния (см. рис. 8-3).* Каждый приемник направлен прямо на один из излучателей и регистрирует рассеянный сигнал от другого. Излучатели приводятся в действие поочередно. Полученные сигналы позволяют определить показатель ослабления независимо от любых потерь в окнах. Экранирование снегом легко обнаруживается; если снегом забито только одно окно, показатель ослабления все еще можно определить, но погрешности из-за потерь в окнах уже нельзя скорректировать.
- b) *Измерение количества света, рассеиваемого внутрь при отражении от окон, для оценки потерь в окнах.* Этот метод дает хорошие результаты в случае сухого загрязнения, однако может создавать трудности при случайных сигналах, создаваемых капельками воды, образующимися в условиях дождя с ветром или метели. Он позволяет также обнаруживать экранирование снегом, о чем свидетельствует сильный, неменяющийся сигнала от окна. Использование направленной вниз геометрии рассеяния резко снижает загрязнение, а также появление капелек воды.

Следует отметить, что указываемые в сводке значения RVR будут выше фактических, если не будут полностью компенсированы потери в окне. Экранирование снегом представляет худший случай, и его следует избегать или обнаруживать, с тем, чтобы вводящие в заблуждение значения RVR не указывались в сводке.

8.2.7 В отличие от трансмиссометров, когда каждый образец прибора можно калибровать отдельно (см. п. 7.3), калибровка измерителей прямого рассеяния является более сложной задачей. Возникают две проблемы:

- a) Чувствительность измерителя прямого рассеяния зависит от многих переменных, таких, как интенсивность луча излучателя, чувствительность приемника, размер и перекрытие лучей излучателя и приемника и средний угол рассеяния. Калибровка по каждому из этих параметров в отдельности была бы затруднительной. Вместо этого, рассеяние в условиях густого тумана моделируется с помощью блока калибровки измерителя рассеяния (SCU), конструкция которого зависит от конструкции каждого измерителя прямого рассеяния. SCU как правило состоит из диффузно-рассеивающего экрана (см. рис. 8-4), который применяется в сочетании с тем или иным методом ослабления сильного сигнала, поступающего от экрана, до уровня динамического диапазона приемника. SCU может состоять из двух отдельных компонентов (например, рассеивающий экран и оптический аттенуатор) или, для удобства, все компоненты могут быть объединены в одном блоке. Калибровка

измерителя прямого рассеяния может быть возвращена в некое стандартное положение путем измерения с помощью SCU и установки коэффициента усиления, обеспечивающего номинальную чувствительность SCU.



**Рисунок 8-2. Направленный вниз измеритель прямого рассеяния**



**Рисунок 8-3. Измеритель прямого рассеяния с четырьмя головками**

- b) Рассеянный сигнал, измеряемый измерителем прямого рассеяния, не может быть непосредственно соотнесен с показателем ослабления. Сигнал измерителя прямого рассеяния должен быть, в конечном счете, сопоставлен со значениями показателя ослабления, измеренными непосредственно с помощью трансмиссометра. Путем такого сопоставления можно определить эквивалентное условиям тумана значение показателя ослабления SCU.

Поскольку процесс калибровки имеет решающее значение для аттестации каждой конструкции измерителя прямого рассеяния, он будет более подробно рассмотрен в разделе 8.3.

8.2.8 Для того чтобы измеритель прямого рассеяния давал достоверное представление о показателе ослабления атмосферы, атмосфера в используемом рассеивающем объеме должна быть аналогичной свободной атмосфере. Необходимо избегать двух эффектов:

- a) Головки и несущие кронштейны измерителя прямого рассеяния не должны препятствовать ветру свободно переносить частицы, ухудшающие видимость, в рассеивающий объем (что, по-видимому, важно в условиях как тумана, так и снегопада). Эту проблему можно свести к минимуму, сделав головки и кронштейны небольших размеров и намного удалить их от рассеивающего объема. Эффекты блокирования ветра можно снизить на несколько процентов.
- b) Тепло от головок с датчиками или электронных компонентов не должно поступать в рассеивающий объем. Направленная вниз геометрия меньше подвержена этой проблеме, чем другие рассеивающие геометрии, поскольку головки размещены выше рассеивающего объема.

8.2.9 Поскольку измеритель прямого рассеяния производит усреднение в пределах очень небольшого объема пространства, задавался вопрос, будет ли измеритель прямого рассеяния представлять RVR на всей ВПП, равно как и трансмиссометр, который производит усреднение в пределах своей базисной линии  $b$  (м). Если ветер перемещает туман мимо измерителя прямого рассеяния, то пространственное среднее различие между двумя измерениями может быть намного меньше номинального различия между небольшим рассеивающим объемом и длинной базисной линией. При скорости ветра  $v$  (м/с) среднее значение показаний измерителя прямого рассеяния за одну минуту фактически будет эквивалентно среднему значению для расстояния  $60 \cdot v$  (м).

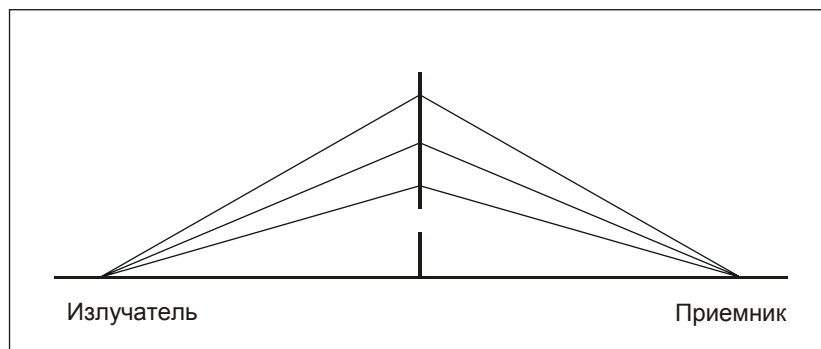
8.2.10 Проведенные в Соединенных Штатах Америки полевые исследования показали, что измерители прямого рассеяния и трансмиссометры обладают сопоставимыми возможностями оценки показателя ослабления на удалении 150 м от прибора.

### 8.3 КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ПРЯМОГО РАССЕЯНИЯ

8.3.1 Калибровка в полевых условиях конкретного измерителя прямого рассеяния осуществляется просто:

- a) очищаются окна;
- b) лучи экранируются и определяется нулевое значение показателя ослабления; и

- с) на датчик устанавливается SCU (см. п. 8.2.7) и производится измерение. Коэффициент усиления датчика устанавливается таким, чтобы он показывал значение, равное заданному эквиваленту “показателя ослабления тумана” калибратора, который регистрируется SCU.



**Рисунок 8-4. Измеритель прямого рассеяния  
с блоком калибровки (SCU)**

Хотя процедура проста, достоверность калибровки зависит от правильности “показателя ослабления в условиях тумана” калибратора и правильного выполнения процедуры калибровки. Независимая проверка калибровки в полевых условиях невозможна. На установках с несколькими датчиками показателя ослабления непротиворечивость результатов измерений, произведенных в нескольких точках, может в какой-то степени подтвердить калибровку при однородных условиях.

8.3.2 При “контрольной проверке” калибровки измерителя прямого рассеяния необходимо проверить калибровку до измеренного значения трансмиссометра в условиях тумана. Для каждой конструкции измерителя прямого рассеяния используется свой процесс калибровки. Она проводится в несколько этапов.

- а) При калибровке в условиях тумана несколько измерителей прямого рассеяния устанавливаются рядом с одним или несколькими трансмиссометрами. Поскольку калибровка может немного различаться при разных туманных условиях (наблюдались различия, достигающие  $\pm 7\%$ ), калибровка должна быть усреднена по нескольким туманным условиям. Изменения калибровки при одной группе условий по отношению к другой обычно не превышают  $\pm 3\%$ . Для сведения к минимуму изменений в процессе калибровки в условиях тумана сравнение показаний трансмиссометра и измерителя прямого рассеяния проводятся в таких условиях, при которых туман в разумной степени однороден (например, изменения до 10%). Степень однородности тумана можно оценить путем сравнения показаний двух перпендикулярно расположенных трансмиссометров или путем анализа изменений показаний одного трансмиссометра во времени.
- б) После завершения калибровки измерителей прямого рассеяния относительно трансмиссометров калибровка каждого измерителя прямого рассеяния известна с точностью до нескольких процентов. Затем можно тарировать SCU путем его установки в каждый откалиброванный прибор и осреднения значений показателя ослабления.

- с) Для удобства к контрольной проверке калибровки может добавлен один дополнительный этап. Контрольный блок SCU, тарированный в приборах, откалиброванных относительно трансмиссометра, может использоваться на заводе для калибровки других измерителей прямого рассеяния, которые затем будут использоваться для тарирования новых SCU:

На практике можно обеспечивать взаимозаменяемость SCU с точностью до нескольких процентов. Наибольшим источником погрешностей при контрольной проверке калибровки является использование рассеяния, создаваемого SCU, для моделирования объемного рассеяния в условиях тумана. В процессе калибровки предполагается, что отношение рассеяния, создаваемого SCU, к объемному рассеянию в условиях тумана, остается постоянным; это отношение зависит от идентичности геометрии рассеяния у различных экземпляров приборов. Полевые испытания часто указывают на наличие значительных различий (например, 15%) между измерителями прямого рассеяния, которые были откалиброваны с помощью одного и того же SCU. Компьютерное моделирование показывает, каким образом заводские допуски приводят к различиям в калибровке. В случае SCU с рассеивающим экраном особенно важны два эффекта: а) каким образом лучи излучателя и приемника перекрываются в месте размещения экрана SCU (см. рис. 8-5 и 8-6) и б) средний угол рассеяния датчика. Первый эффект снижает рассеяние на экране в более значительной степени, чем объемное рассеяние. Второй эффект важен, поскольку рассеяние в условиях тумана изменяется гораздо быстрее с изменением угла, чем рассеяние на калибровочном экране. С точки зрения влияния геометрии рассеяния на калибровку важно, чтобы а) приборы, используемые для определения калибровки в условиях тумана относительно эталонного трансмиссометра, относились к середине распределения калибровок заводской партии измерителей прямого рассеяния; и б) заводские допуски были как можно более жесткими для уменьшения диапазона распределения калибровок.

8.3.3 Вследствие процессов старения, происходящих в приборах или SCU, калибровка измерителя прямого рассеяния может систематически смещаться в течение срока службы системы измерения RVR. Поэтому калибровку SCU необходимо периодически сверять с помощью эталонного трансмиссометра.

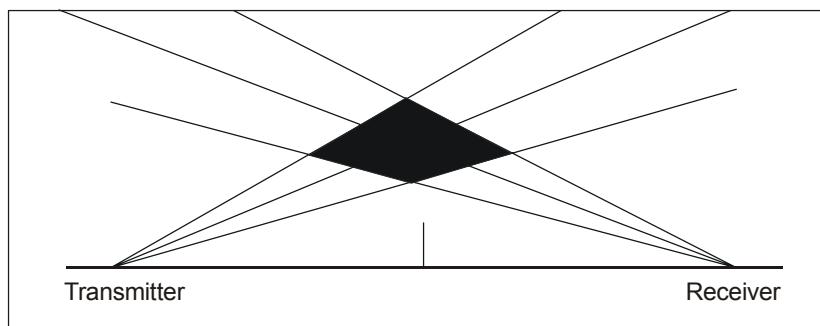
## 8.4 ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПРЯМОГО РАССЕЯНИЯ

8.4.1 Выявленный путем сравнения показаний измерителей прямого рассеяния и трансмиссометров в условиях однородного тумана типичный разброс отношения средних за одну минуту значений показателя ослабления составляет около  $\pm 5\%$  или менее между 25% и 75%-ными границами распределения значений этого отношения. Такой разброс может быть вызван изменениями калибровки при различных типах тумана. Более значительный разброс значений данного отношения между 25% и 75%-ными границами ( $\pm 10\%$  или менее) наблюдается в условиях снегопада. Менее значительный разброс значений отношения, как в условиях тумана, так и в условиях снегопада, наблюдаются при использовании датчиков с большим объемом рассеяния. Более значительный разброс в условиях снегопада может быть обусловлен как различными типами снега, так и эффектом усреднения по небольшому числу снежинок, пересекающих рассеивающий объем в минуту. Результаты, полученные в Соединенных Штатах Америки, приводятся в работе D.C. Burnham, E.A. Spitzer, T.C. Carty, and D.B. Lucas: United States Experience using forward-scatter meters for runway visual range. Re-port No. DOT/FAA/AND-97/1, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, March 1997.

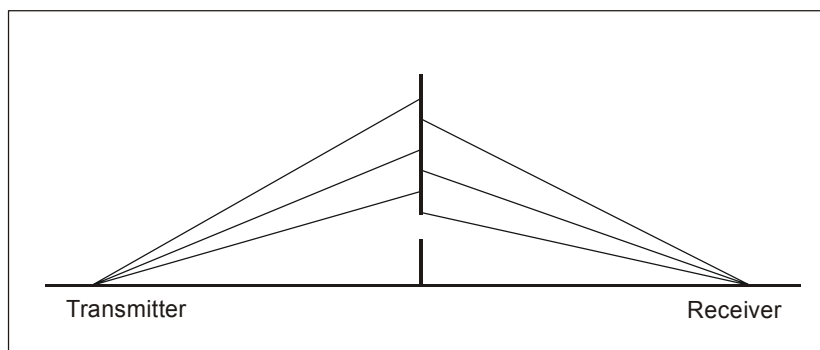
8.4.2 У измерителей прямого рассеяния могут наблюдаться систематические изменения калибровки для различных погодных явлений, ухудшающих видимость. К настоящему времени такие

изменения измерены для условий тумана, дождя, снегопада и мглы. Удобный угол рассеяния, равный примерно  $40^\circ$ , обеспечит равную медиану калибровок в условиях тумана и снегопада. У имеющихся в настоящее время в продаже измерителей прямого рассеяния калибровка в условиях снегопада и тумана может отличаться на  $\pm 30\%$ .

8.4.3 Компьютерное моделирование, проводившееся в Соединенных Штатах Америки, позволяет предположить, что при небольших заводских допусках и хорошей геометрии рассеяния различия между отдельными экземплярами прибора в плане медианы калибровок в условиях тумана для измерителей прямого рассеяния могут составлять не более  $\pm 7\%$ . Не все измерители прямого рассеяния производятся с такими малыми допусками. Учитывая этот потенциальный источник погрешностей, при полевых испытаниях измерителей прямого рассеяния необходимо использовать несколько экземпляров каждой модели (см. пп. 9.4.6 – 9.4.8).



**Рисунок 8-5. Объемное рассеяние при неточном оптическом совмещении**



**Рисунок 8-6. Рассеяние в блоке калибровки измерителя рассеяния (SCU) при неточном оптическом совмещении**

## Глава 9

# СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ RVR С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРОВ

### 9.1 КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ RVR С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРОВ

9.1.1 Системы измерения RVR с помощью приборов могут различаться по сложности – от простых систем с одним прибором до совершенных, полностью автоматизированных систем с двумя, тремя или четырьмя приборами на каждой ВПП.

9.1.2 В самых простых системах, которые устанавливались в прошлом, оператор считывал информацию (то есть коэффициент пропускания  $t_b$ ), передаваемую прибором, и рассчитывал соответствующую RVR с помощью таблиц в зависимости от фактических значений силы света и порога освещенности глаза. Из-за больших затрат времени на получение и обновление результатов оценки RVR такая процедура мало пригодна для практических целей, поэтому следует избегать ее использования. Современные технологии позволяют рассчитывать RVR с помощью цифровых методов, исходя из данных измерения коэффициента пропускания и яркости, а также известных значений силы света огней ВПП. ЭВМ или соответствующая автоматическая система могут использоваться либо исключительно для оценки RVR или же входить в комплексную систему метеорологических наблюдений аэропорта.

9.1.3 На рис. 9-1 приведена схема полностью автоматизированной системы измерения дальности видимости на ВПП для трех ВПП с цифровым дисплеем, обеспечивающим выдачу информации для двух одновременно используемых ВПП. На горизонтальной ВПП, изображенной на данном рисунке, установлены четыре прибора, а на пересекающихся ее ВПП – по три прибора, два из которых являются общими с другой ВПП. В некоторых крупных аэропортах каждая параллельная ВПП оснащена тремя, а иногда четырьмя приборами. При использовании трех приборов рекомендуется размещать их сбоку от зоны приземления и участка завершения пробега, а третий прибор – в средней точке ВПП (см. п. 5.5).

9.1.4 Типичная автоматизированная система изображена на рис. 9-2, на котором перечислены различные компоненты системы измерения RVR: прибор (на рис. 9-2 показан трансмиссометр), датчик яркости фона (см. ниже), регистратор, ЭВМ RVR (специально выделенная или в составе комплексной системы наблюдений), средства ввода значений силы света. Рассчитанные значения RVR воспроизводятся в цифровом виде на дисплеях различных станций, включая индикаторы, установленные в соответствующих пунктах обслуживания воздушного движения. Эти дисплеи могут быть либо автономными, либо использоваться для отображения.

*Примечание. Приборы, измеряющие показатель ослабления ( $\sigma$ ) и/или пропускаемость ( $T$ ), подробно описаны в главах 7 и 8 и в настоящей главе не рассматриваются.*

#### 9.1.5 Датчик яркости фона (B)

Датчик яркости фона является одним из основных компонентов системы измерения RVR.

В идеальном случае, датчик должен замерять яркость фона, на котором пилот будет наблюдать огни ВПП. Однако иногда возникают трудности по двум основным причинам:

- a) *огни ВПП* не должны непосредственно освещать датчик и влиять на измерения; и
- b) следует исключать попадание *прямого солнечного света* на датчик.

Хотя непосредственного воздействия огней ВПП следует избегать, некоторые государства стремятся определить косвенное воздействие огней ВПП на повышение яркости фона, на котором должны наблюдаться огни ВПП. В этом случае датчик яркости фона необходимо тщательно расположить таким образом, чтобы исключить попадание прямого света огней ВПП, но при этом он должен регистрировать рассеянный свет огней ВПП. В других государствах датчик яркости фона располагается в местах, где свет огней ВПП не может быть обнаружен. Например, в Соединенном Королевстве наблюдение за северным небом осуществляется под углом возвышения 22,5°. На практике, исключение попадания прямого солнечного света означает, что RVR, наблюдаемая пилотом на освещенном фоне (например, на фоне солнца под низким углом возвышения), меньше RVR, о которой сообщает система приборов.

*Примечание. На аэродромах, оснащенных несколькими приборами, может использоваться всего один датчик яркости фона. Однако для повышения репрезентативности измерений и надежности системы (то есть исключения отказов) предпочтительно использовать два или несколько датчиков. Например, в Германии используется отдельный датчик яркости фона в конце каждой ВПП.*

### 9.1.6 Датчик силы света огней ВПП (*I*)

Датчик силы света огней ВПП, который может входить в состав системы измерения RVR с помощью приборов, обеспечивает информацию о режиме силы света огней ВПП. Хотя государства указывают в сводках METAR/SPECI значения RVR, полученные исходя из предполагаемого режима освещения ВПП (т. е. максимальная сила света), в большинстве государств указываемая в сводках RVR основывается на фактическом режиме освещения ВПП в соответствии с п. 4.3.5 добавления 3 в Приложении 3. В некоторых государствах для определения силы света при расчетах RVR используется режим, устанавливаемый с пульта управления командно-диспетчерского пункта. Однако может оказаться предпочтительным измерять фактический выход огней ВПП или ток.

### 9.1.7 Расчет RVR

9.1.7.1 В автоматизированных системах расчет RVR обычно осуществляется с помощью ЭВМ, в которую вводятся соответствующие значения трех переменных:  $T$  (или  $\sigma$ ),  $B$  и  $I$ . ЭВМ рассчитывает по законам Алларда и Кошмидера значения RVR; наибольшее значение принимается в качестве RVR, указываемой в сводках. Рассчитанные с помощью ЭВМ значения RVR следует округлять до ближайшего нижнего значения на шкале донесений.

9.1.7.2 В некоторых государствах на метеорологических станциях или в других местах установлены регистраторы, которые индицируют значения RVR и MOR. В этом случае целесообразно использовать логарифмические шкалы. В некоторых государствах данные хранятся в архиве в течение определенного времени (например, 1 мес).



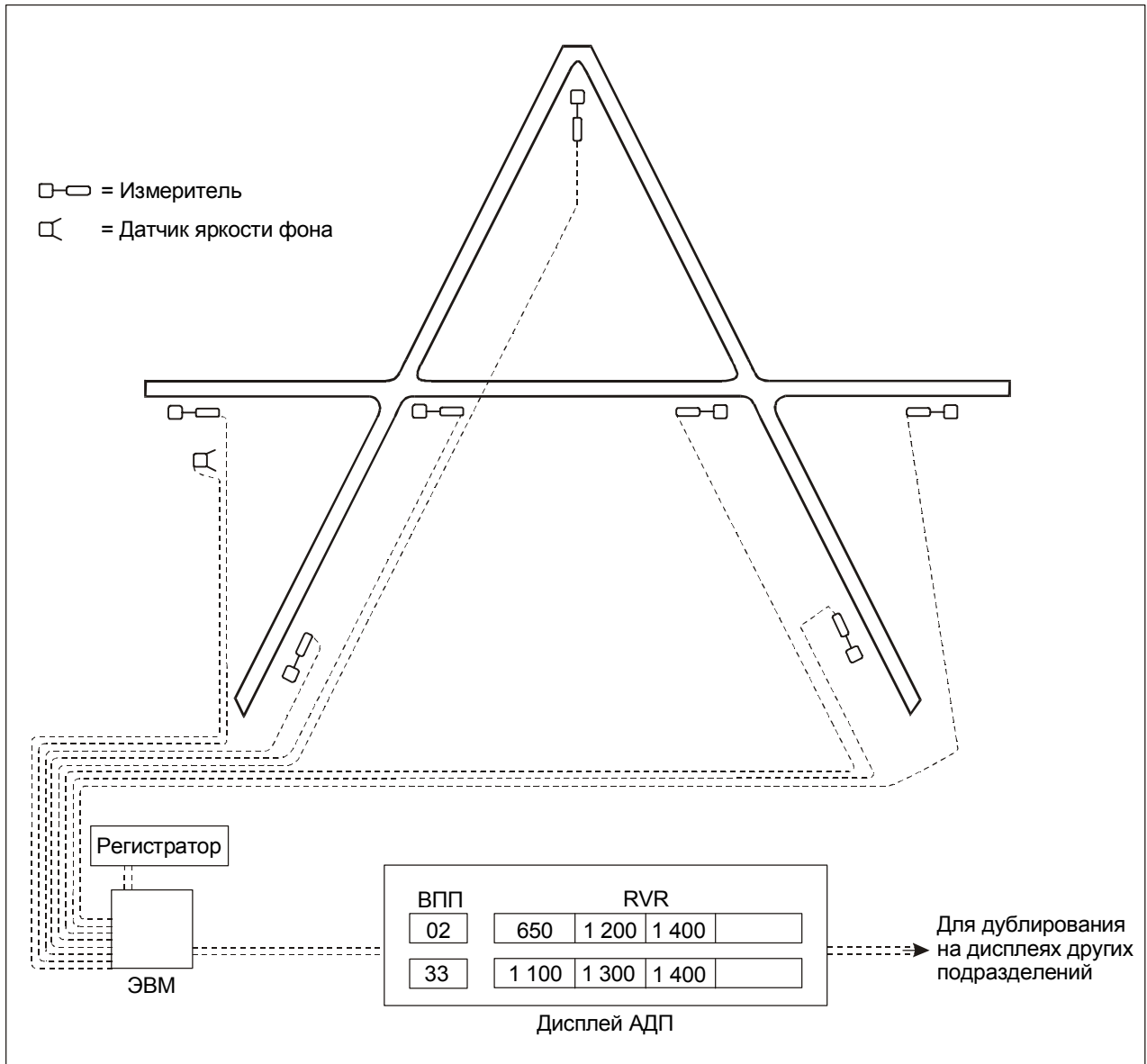
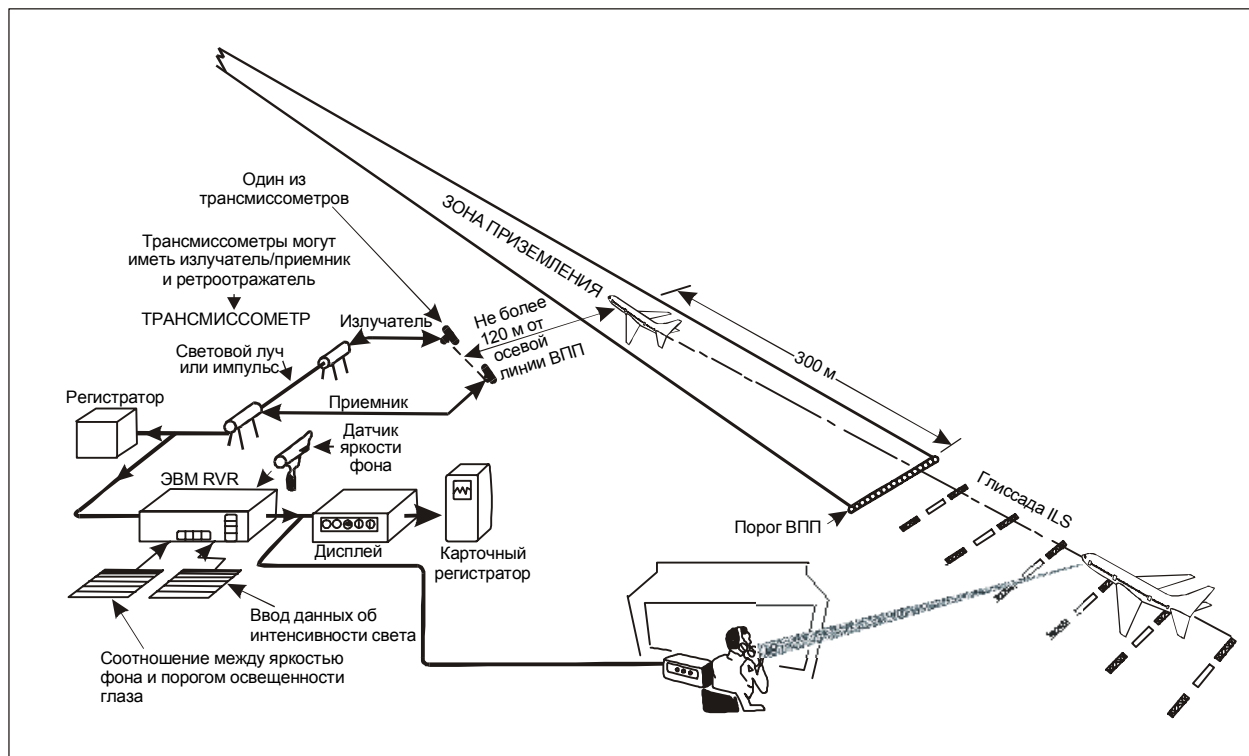


Рисунок 9-1. Схема автоматизированной системы RVR



**Рисунок 9-2. Пример автоматизированной системы измерения дальности видимости на ВПП**

9.1.7.3 Аналоговые регистраторы времени на картах могут по-прежнему использоваться, однако более широко применяется цифровая регистрация. На практике часто регистрируются значения RVR и выходные данные всех используемых приборов, т. е. регистрируется прозрачность или показатель ослабления атмосферы в различных местах. В некоторых государствах также регистрируются режим интенсивности огней, значения используемых визуальных порогов освещенности, яркость фона и, иногда, используемый закон (т. е. Алларда или Кошмидера).

9.1.7.4 Для исключения влияния помех и небольших флуктуаций сигнала основные данные необходимо корректировать перед их обработкой с целью получения значений RVR. Для местных сводок следует использовать период усреднения показаний, равный 1 мин, как рекомендуется в п. 4.3.4 добавления 3 в Приложении 3. Период усреднения показаний, равный 10 мин, следует использовать для сводок METAR и SPECI (см. раздел 11.5).

## 9.2 ПРОВЕРКА ХАРАКТЕРИСТИК И ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

9.2.1 В обычной практике принято проверять работу приборов, датчиков, ЭВМ и систем обработки данных через регулярные промежутки времени и производить техобслуживание. Ограничения и периодичность техобслуживания зависят от типа используемых приборов, местных условий и рекомендаций изготовителя.

9.2.2 Для обеспечения правильной работы трансмиссометра необходим периодический уход (в некоторых условиях – ежедневный) для поддержания чистоты окон, правильного совмещения излучателей и приемников и правильной 100%-ной калибровки.

9.2.2.1 Для обеспечения оптимальной работы трансмиссометра необходимо производить тщательную очистку оптических элементов. Приборы следует проверять, а оптические элементы – очищать по мере необходимости после атмосферных возмущений, поскольку осадки, сопровождающиеся сильным ветром, могут быстро загрязнить или, в случае снега, экранировать окна. Потери при прохождении через окна могут привести к серьезным ошибкам при измерениях.

9.2.2.2 В некоторых трансмиссометрах предусмотрена внутренняя компенсация загрязнения, которая уменьшает необходимость в очистке оптических элементов. Однако внутренняя компенсация загрязнения может привносить погрешности, если фактическое загрязнение больше предусмотренного при компенсации. Эти погрешности можно выявить, если измеренная пропускная способность слишком мала при ясных условиях.

9.2.2.3 Неправильное оптическое совмещение особенно вероятно в районах, где часто наблюдается вспучивание мерзлого грунта.

9.2.2.4 Калибровку трансмиссометра следует проверять в периоды хорошей видимости (например, при дальности видимости свыше 10 км), в которые не наблюдается местных возмущений, таких, как сильные восходящие потоки или сильный дождь. При калибровке дальность видимости должна оставаться стабильной. Однородность условий, что необходимо для достоверной калибровки, можно проверить путем выявления относительно постоянного показателя пропускной способности или, при наличии других калиброванных приборов, путем выявления непротиворечивых показаний в различных точках.

9.2.3 Измерители прямого рассеяния менее чувствительны к загрязнению оптических элементов. Калибровку необходимо периодически проверять в соответствии с рекомендациями изготовителя. Что касается трансмиссометров, оптическое поле необходимо очищать от любых нитей паутины. Калибровка может производиться при самых различных метеорологических условиях, за исключением осадков с ветром и сильного ветра. Персонал, занимающийся техническим обслуживанием и эксплуатацией, должен быть осведомлен о возможности экранирования в периоды низкой метели, поскольку это явление может привести к завышенной оценке RVR. В зависимости от конструкции датчика, в этих условиях может потребоваться частая очистка линз датчика.

### **9.3 ЦЕЛОСТНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ RVR С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРОВ**

Третье совещание Группы экспертов по всепогодным полетам сформулировало рекомендацию 3/10, в которой государствам предлагалось принять меры для того, чтобы системы измерения RVR с помощью приборов имели такие же показатели целостности и надежности, как и другие наземные средства обеспечения всепогодных полетов. Под надежностью понимается способность системы выполнять необходимую функцию при заданных условиях в течение заданного периода времени. Это характеристика системы, выражаемая через вероятность того, что она будет выполнять необходимую функцию при заданных условиях в течение заданного периода времени. Под целостностью понимается состояние системы, на которое не должно влиять ухудшение состояния ее составных частей. Таким образом, целостность – это способность системы указывать значения RVR с “номинальной” точностью.

## 9.4 МЕТОД ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБОРА

### 9.4.1 Ведение

Желательная с эксплуатационной точки зрения точность измерения RVR, указываемая пользователями, представлена в дополнении А к Приложению 3. Окончательную точность значения RVR оценить трудно, поскольку RVR определяется сложным сочетанием нескольких параметров. Поэтому характеристики прибора трудно указывать в виде значений RVR. Показания прибора могут представлять коэффициент пропускания ( $t_b$ ) или показатель ослабления ( $\sigma$ ), которые могут указываться в виде метеорологической дальности видимости (MOR) (см. раздел 6.2). Общим в обоих случаях параметром является MOR. Поэтому легче охарактеризовать работу прибора, используя величину MOR.

### 9.4.2 Способы указания характеристик прибора

Указание характеристик прибора в виде точности измерений, представляемой одним числом (например,  $\pm 10\%$ ), мало что говорит о реальных характеристиках прибора. Может возникнуть вопрос, представляют ли эти 10% стандартное отклонение, среднюю погрешность, максимальное значение медианы погрешностей, систематическую погрешность или среднеквадратичную погрешность. Многочисленные взаимные сопоставления приборов в прошлом (и описанный здесь метод испытаний) основываются на одном и том же типе анализа данных, при котором используются столбиковые диаграммы различных классов (диапазонов) MOR. Эти диаграммы показывают распределение значений отношения между MOR, измеренной прибором, и MOR, используемой в качестве эталона: медиана, 25%-ная и 75%-ная границы (50%-ный интервал), 5%-ная и 95%-ная границы (90%-ный интервал) и иногда больше. Поэтому характеристики прибора лучше описываются коэффициентом распределения (например, медианой) и интервалами, содержащими определенный процент (например, 50, 90% и 99%) измерений.

### 9.4.3 Эталон(ы)

Благодаря реализованному в трансмиссомере принципу измерения он может использоваться в качестве эталонного прибора при полевых испытаниях. Однако в нем может происходить дополнительное ослабление сигнала из-за загрязнения окна. Поэтому трансмиссомер нуждается в хорошем техобслуживании, а его показания должны тщательно проверяться перед использованием в качестве эталона. Эти показания могут быть подвергнуты перекрестной проверке путем сравнения с показаниями известных измерителей прямого рассеяния. При больших значениях MOR значительные расхождения между показаниями трансмиссометра и измерителя прямого рассеяния могут указывать на загрязнение окна трансмиссометра (трансмиссометров). Под "известным" измерителем прямого рассеяния подразумевается прибор, характеристики которого были предварительно проверены путем сопоставления и который не дает систематической ошибки. Если имеется комплект таких измерителей прямого рассеяния, показания которых регулярно сверяются с показаниями трансмиссометров, то его можно использовать для получения эталонных данных. Поэтому "идеальным" эталоном является комплект приборов, состоящий по меньшей мере из двух трансмиссометров (в идеальном случае, с двумя различными базисными линиями) и двух измерителей прямого рассеяния, систематическая погрешность медианных значений показаний которых не превышает 5% при сравнении с показаниями трансмиссометров. С помощью такого комплекта приборов эталонное значение может определяться ежеминутно как медиана значений MOR, определяемых различными приборами. При сравнении показаний приборов необходимо убедиться в однородности тумана. Неоднородный туман может значительно исказить коэффициент

распределения значений MOR, регистрируемых прибором. Поэтому такие периоды необходимо выявлять и исключать из анализа. Автоматический критерий, применяемый при выявлении и исключении неоднородных периодов, описан в п. 9.4.8.

#### 9.4.4 Внешние факторы, воздействующие на приборы

9.4.4.1 На показания прибора могут влиять внешние факторы, такие, как:

- a) осадки;
- b) тип осадков;
- c) интенсивность внешней засветки; и
- d) температура.

Характеристики прибора должны проверяться при соответствующих условиях, которые должны быть однородными, например:

- жидкие осадки;
- твердые осадки (снег);
- дневные условия без осадков;
- ночные условия без осадков; и
- крайние значения температуры.

9.4.4.2 Кроме того, при оценке измерителя прямого рассеяния следует учитывать следующие факторы.

- a) *Средняя чувствительность измерителя прямого рассеяния, которая может быть различной при различных погодных явлениях, оказывающих воздействие на RVR.* Например, на одном аэродроме понижение RVR чаще всего происходит из-за тумана и снега, а на другом аэродроме – исключительно из-за тумана.
- b) *Непротиворечивость значений средней чувствительности различных экземпляров приборов в условиях тумана.* Необходимо производить проверку одновременно нескольких экземпляров приборов, желательно из различных заводских партий.
- c) *Увеличение загрязнения окна в ходе испытаний.* Важно выяснить, повлияло ли загрязнение окна на результаты испытаний. Степень загрязнения окна можно оценить путем сравнения показаний SCU (раздел 8.3) до и после очистки окна.

#### 9.4.5 Представление результатов

Результаты должны отображаться в виде диаграмм, представляющих распределение значений отношения между показаниями проверяемых приборов и эталонным значением. Это отношение должно представлять средние значения за минуту и рассчитываться ежеминутно. Распределение необходимо рассчитывать для следующих диапазонов значений MOR: 0–100, 100–200, ..., 800–900, 900–1000, 1000–1200, 1200–1500 и 1500–2000 м. На типичном графике (см. рис. 9-3) X представляет медиану, прямоугольник представляет 50%-ный интервал (между 25%-ной и 75%-ной границами), горизонтальная линия представляет 90%-ный интервал (между 5%-ной и 95%-ными границами). Шкалы X (отношение) и Y (эталонное значение MOR) являются логарифмическими. Символами |, > и < обозначены соответственно 99-процентная граница, минимальное и максимальное значения. Число выбранных точек (показаний) указано на правой стороне рисунка.

#### 9.4.6 Период испытания

Период испытаний должен охватывать по меньшей мере десять отдельных событий при MOR менее 500 м. В соответствующих случаях следует провести наблюдение по меньшей мере за тремя событиями в условиях снегопада и тремя событиями в условиях жидких осадков. Как правило, испытания удобно проводить в зимний период продолжительностью шесть месяцев. Показания прибора необходимо регистрировать ежеминутно в течение всего периода испытаний. С помощью наблюдателя или датчика погоды период испытаний следует разделить на следующие классы:

- a) без осадков;
- b) жидкие осадки и
- c) твердые осадки (снег).

#### 9.4.7 Площадка для испытаний

При установке приборов на площадке для испытаний должны соблюдаться условия, указанные изготовителем. Поэтому приборы должны размещаться как можно ближе с учетом взаимных помех и не далее 50 м от эталонных приборов. Все приборы должны устанавливаться на одинаковой высоте (отклонение не должно превышать 20%). Место для проведения испытаний необходимо выбирать таким образом, чтобы была возможность испытать приборы в условиях плохой видимости (MOR менее 200 м), желательно при событиях, сопровождающихся жидкими и твердыми осадками. Испытания в условиях наличия песка и пыли могут проводиться в специальных местах.

#### 9.4.8 Выявление однородных периодов

Анализ данных следует проводить только для “однородных” событий. Накопленный в прошлом опыт показывает, что для выявления неоднородных периодов можно использовать изменения MOR во времени. В такие периоды MOR, измеренная данным прибором, обычно быстро изменяется. Поэтому стабильность MOR в течение короткого периода времени указывает на ее пространственную (в масштабах площадки для испытаний) однородность. Для каждой точки данных можно построить показатель однородности путем расчета среднего и стандартного отклонения значений MOR за период, начавший на 5 мин раньше и закончившийся на 5 мин позже. В качестве показателя однородности принимается отношение стандартного отклонения к среднему значению. Если это отношение превышает 0,1, можно предположить, что в данную минуту условия являются

“неоднородными”. При малых значениях MOR применение порогового значения, равного 0,1, обычно приводит к исключению от 10 до 20% данных, относящихся к периоду продолжительностью несколько месяцев.

#### 9.4.9 Отчет об испытании

Отчет о полевых испытаниях должен содержать следующую информацию:

- используемый эталонный комплект приборов;
- размещение приборов;
- период испытаний;
- метеорологические условия в ходе испытаний;
- метод определения текущих погодных условий;
- применение метода исключения “неоднородных” периодов; и
- представляемые в виде столбиковых диаграмм полученные отношения значений MOR к эталонному значению для различных диапазонов значений MOR и различных метеорологических условий и времени суток (без осадков, снег, дождь, день, ночь).

На основании такого отчета характеристики прибора представляются в виде комбинации значений медианы и 90%-ных интервалов для различных диапазонов значений MOR и метеорологических условий. На рис. 9-3 приведены примеры столбиковых диаграмм.

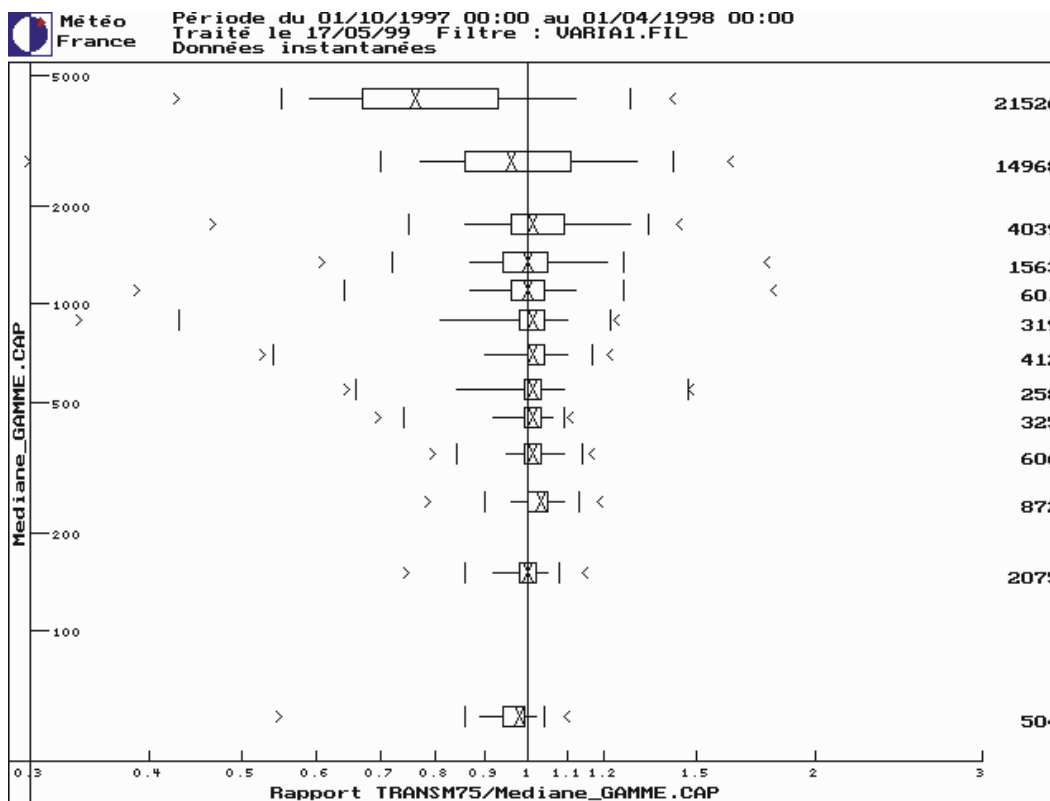


Рисунок 9-3 а). Пример столбиковой диаграммы показаний трансмиссометра за шестимесячный период (1 октября 1997 г. – 1 апреля 1998 г.)

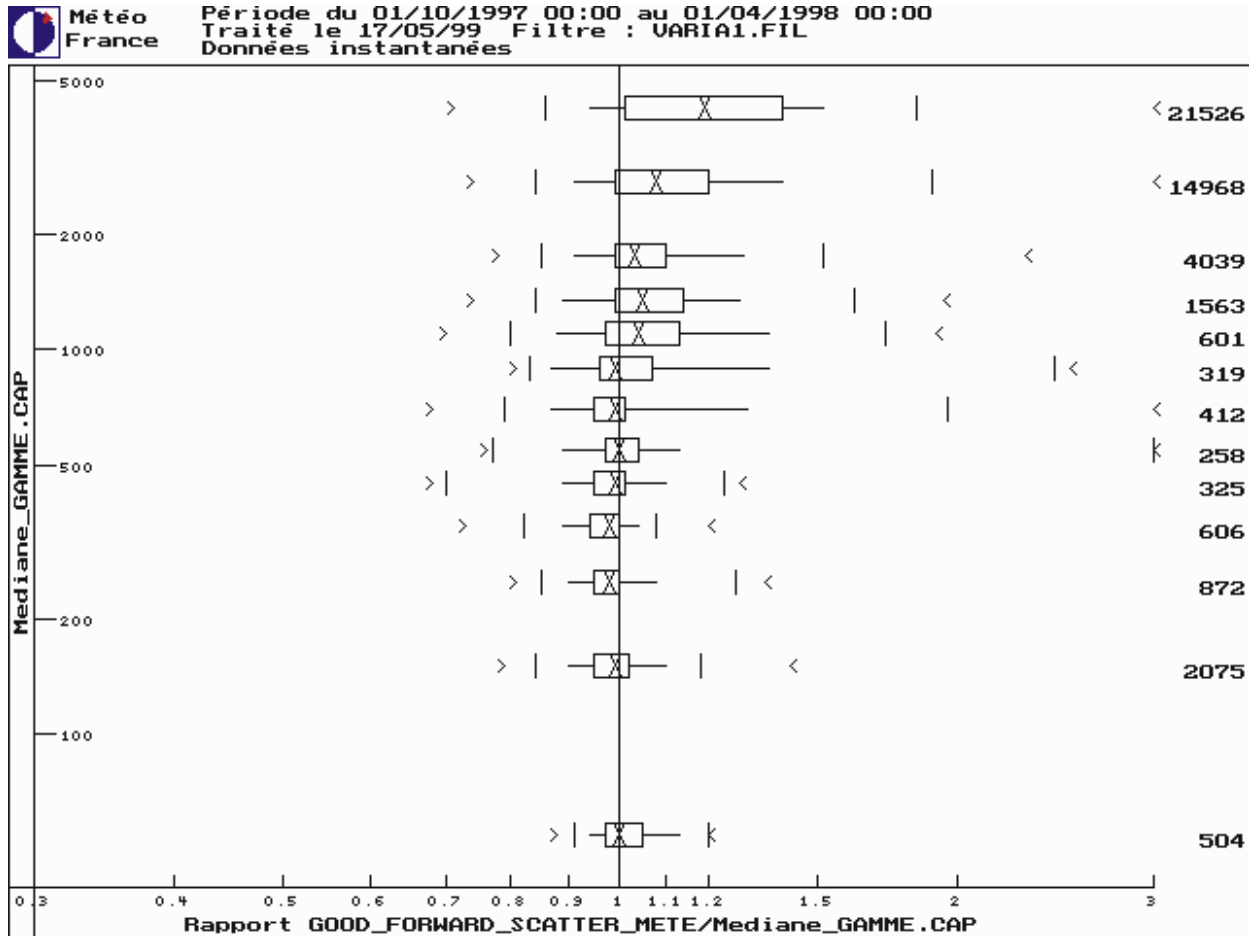


Рисунок 9-3 б). Пример столбиковой диаграммы показаний измерителя прямого рассеяния с хорошими характеристиками за шестимесячный период (1 октября 1997 г. – 1 апреля 1998 г.)



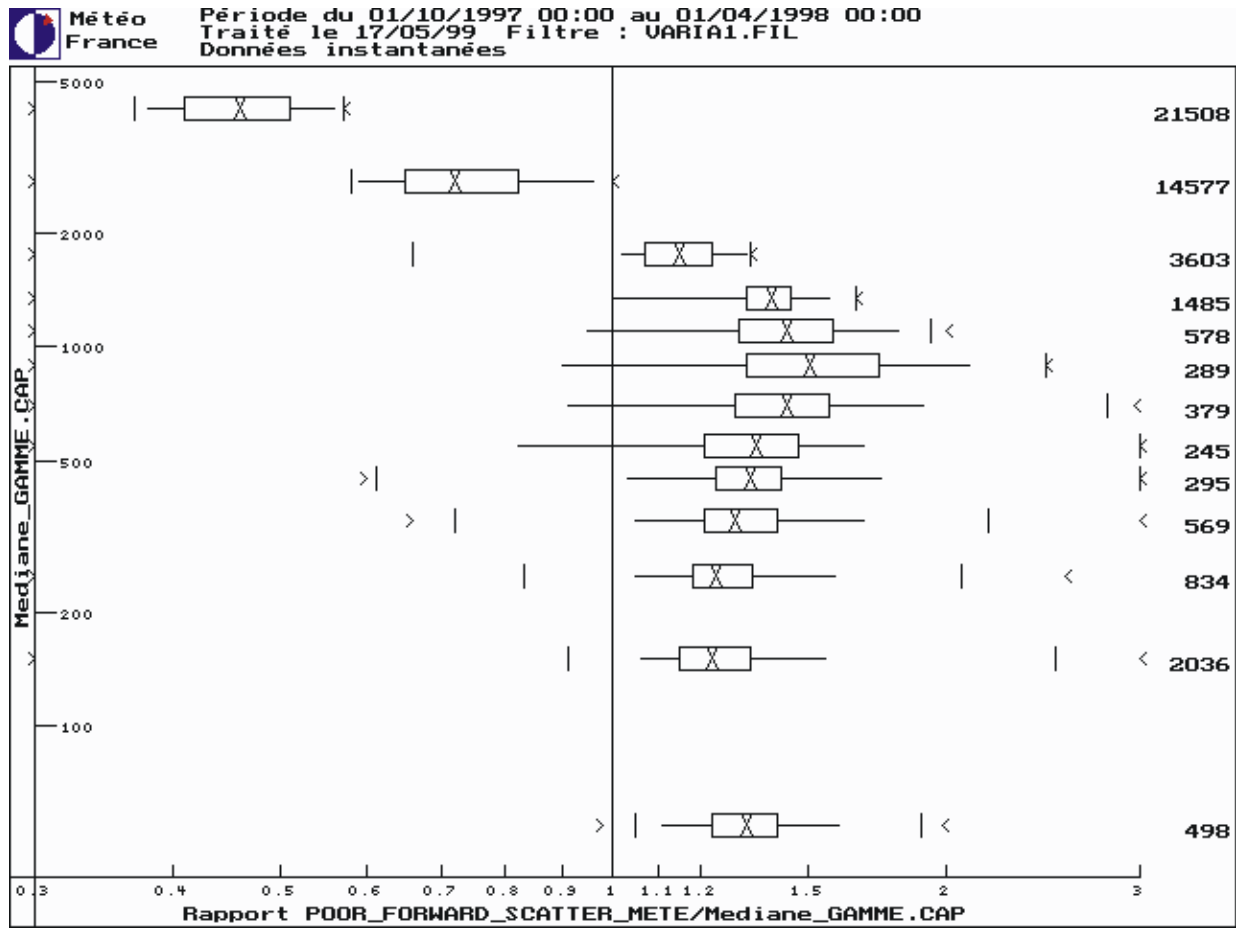


Рисунок 9-3 с). Пример столбиковой диаграммы показаний измерителя прямого рассеяния с плохими характеристиками за шестимесячный период (1 октября 1997 г. – 1 апреля 1998 г.)



# Глава 10

## СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ RVR С ПОМОЩЬЮ НАБЛЮДАТЕЛЯ

### 10.1 ВВЕДЕНИЕ

До внедрения систем измерения RVR с помощью приборов метод оценки RVR основывался на системе визуальных наблюдений с использованием огней или специальных маркеров, которые осуществлялись наблюдателем. В некоторых государствах она по-прежнему является единственной системой, в то время как в других она сохраняется в качестве резервной для использования в случае отказа системы, основанной на приборах. Вследствие недостатков (см. п. 5.3.1), присущих методу измерений с помощью наблюдателя, его следует использовать лишь в следующих случаях:

- а) на аэродромах с малой вероятностью туманов или любых других погодных явлений, понижающих RVR ниже 1500 м (не рекомендуется для категорий II и III);
- б) для ВПП, не оборудованных для точного захода на посадку; и
- в) в качестве резервной системы в случае отказа системы, основанной на приборах (не рекомендуется для категорий II и III).

### 10.2 ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ОГНЕЙ

10.2.1 При использовании метода визуальных наблюдений с помощью огней RVR должна, в идеальном случае, оцениваться на высоте 5 м над осевой линией ВПП и наблюдатель должен подсчитывать количество огней ВПП от порога ВПП или от зоны приземления. Если бы такая оценка RVR была возможной, данное положение наблюдателя обеспечивало бы наибольшее приближение к тому, что видит пилот. Однако при выполнении полетов наблюдатель, вместе со своим транспортным средством, должен находиться за пределами ВПП и непосредственно прилегающей к ней зоны, с тем чтобы соблюдались относящиеся к ограничению препятствий положения Приложения 14 "Аэродромы", том I "Проектирование и эксплуатация аэродромов". Поскольку также необходимо, чтобы в ходе выполнения полетов пилоты непрерывно получали информацию о RVR, очевидно, что оценки RVR с помощью наблюдателей не могут осуществляться с самой ВПП. Поэтому для постоянной оценки RVR выбирается безопасное место наблюдения. Кроме того, конструкции, предназначенные для наблюдений за RVR, делаются настолько ломкими, насколько это возможно с учетом их назначения. Во всех случаях, когда применяются системы измерения RVR с помощью наблюдателя, зрение наблюдателей должно соответствовать определенному стандарту и должно периодически проверяться.

*Примечание. В тех случаях, когда конкретные местные условия, такие, как уклон местности или наличие сугробов, не позволяют оценивать RVR из точки, расположенной за*

*пределами ВПП, она может оцениваться с самой ВПП. При таких обстоятельствах необходимо принять меры для того, чтобы все подвижные объекты выводились за пределы ВПП при ее использовании для посадки и взлета.*

10.2.2 Обычно подсчитываются боковые огни ВПП, расположенные по кромке, противоположной точке наблюдения; из этой точки огни на осевой линии, которые установлены заподлицо с поверхностью, недостаточно видны. (Кроме того, ВПП с огнями на осевой линии, как правило, оборудуются системами измерения RVR с помощью приборов.) Подсчет огней на противоположной стороне обеспечивает лучшую оценку условий вдоль ВПП, чем подсчет огней на той же стороне, где находится наблюдатель. В базисной системе измерения RVR с помощью наблюдателя измеряется расстояние по прямой линии от точки наблюдения до каждого огня, и это значение указывается в сводке о RVR, однако такой метод характеризуется значительной неточностью, хотя и в сторону уменьшения (безопасности), если интенсивность огней неодинакова для всех углов азимута (см. п. 10.3). Боковые огни обычно располагаются с интервалом 60 м, кроме пересечений рулежных дорожек, где используются другие интервалы (например, 120 м). Визуально оцениваемая RVR представляет собой расстояние в направлении ВПП между наблюдателем и самым удаленным видимым боковым огнем. Часто составляется простая таблица пересчета, в которой число наблюдаемых огней соотносится со значением RVR, которое указывается в сводке. В таблице 10-1 приводится пример таблицы пересчета.

10.2.3 Подсчет боковых огней, которые видны на ближней или на дальней от наблюдателя стороне ВПП, является трудной задачей, так как боковые огни можно перепутать с другими белыми огнями аэродрома; кроме того, воспринимаемые наблюдателем интервалы между огнями уменьшаются по мере удаления от них, что затрудняет точный подсчет количества огней. Поэтому в некоторых государствах для оценки RVR используются отдельные огни, идентичные используемым огням ВПП, при этом интенсивность этих огней изменяется таким же образом. Поскольку наблюдатель и используемые ряды огней находятся за пределами зоны ограничения препятствий, оценки RVR возможны в ходе выполнения полетов при условии, что эти огни не указывают пилотам неправильное положение ВПП (см. п. 5.3.1.2 Приложения 14). В некоторых системах предусмотрена возможность включения и выключения отдельных огней в помощь наблюдателю. Использование отдельных рядов огней требует применения особых процедур калибровки (см. п. 10.3), выполнение которых может быть затруднительным. Такие огни также нуждаются в периодической чистке, как и огни ВПП.

### **10.3 КАЛИБРОВКА ВИЗУАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

10.3.1 Поскольку точка оценки RVR отличается от точки, расположенной в 5 м над осевой линией ВПП, возникает необходимость в калибровке системы. Калибровка важна также в тех случаях, когда вместо боковых или осевых огней используются специальные, предназначенные для визуальных измерений ряды огней. Она осуществляется путем одновременного подсчета по меньшей мере двумя наблюдателями количества огней, видимых: а) из точки наблюдения (часто расположенной на земле); и б) из эталонной точки, то есть точки, расположенные на осевой линии ВПП на высоте 5 м. Калибровка должна проводиться при различных значениях дальности видимости в пределах всего диапазона значений RVR, указываемых в сводках. На основе статистически достаточной выборки парных наблюдений составляется таблица пересчета, аналогичная образцу, приведенному в таблице 10-1. Теоретически, таблица пересчета должна составляться с учетом различных условий внешней освещенности (например, ночью, в сумерки, днем, при ясном дне). Однако опытные испытания, проведенные в Соединенном Королевстве, показали, что калибровка при различных условиях внешней освещенности почти не дает различий в результатах и что при калибровке при дневном свете крайне трудно, если вообще невозможно, различать отдельные огни. Такой метод калибровки предъявляет высокие требования к погодным условиям, в которых

проводится калибровка. Необходимо исключить любые неоднородные погодные явления, например, наличие гряд тумана.

10.3.2 Использование описанного в п. 10.3.1 метода затруднено, так как не всегда имеются пригодные для калибровки условия видимости. В другом случае, калибровку можно осуществить исходя из известных значений силы света, луч которого направлен в сторону наблюдателя и пилота (см. рис. 6-2). В Соединенном Королевстве калибровка осуществляется с помощью измерителя видимости “Голд”. Он состоит из фильтра с бесконечно изменяемой плотностью, через который можно наблюдать заданный боковой огонь. Каждый огонь наблюдается через измеритель “Голд” из точки оценки RVR при обычной высоте положения глаз наблюдателя, а затем с осевой линии ВПП на траверзе точки оценки RVR на высоте 5 м. В обеих точках наблюдения фильтр устанавливается таким образом, чтобы огонь едва перестал быть различимым. Подставляя в формулу показания измерителя “Голд”, когда огонь едва перестал быть различимым в обеих точках, можно составить таблицу пересчета количества огней, видимых из точки оценки RVR, в значение RVR, которое указывается в сводке. Чтобы устранить большинство источников погрешностей, два набора показаний считываются ясной ночью каждым из двух проводящих калибровку специалистов, использующих отдельные измерители “Голд”, в каждую из двух ночей подряд, и все восемь пар показаний усредняются. Зрение проводящих калибровку специалистов должно отвечать тем же критериям, которые установлены для наблюдателей RVR.

**Таблица 10-1. Образец таблицы пересчета для случая, когда боковые огни расположены с интервалом 60 м и расстояние от первого огня до наблюдателя составляет 50 м. В сводках указываются значения RVR с интервалами, используемыми в Европейском регионе (см. п. 11.4.2). Указываемые в сводках минимальное и максимальное значения составляют соответственно 50 и 1200 м.**

<i>Количество боковых огней, которые видит наблюдатель в точке наблюдения</i>	<i>Наблюдаемое значение RVR (в метрах)</i>	<i>Указываемое в сводках значение RVR (в метрах)</i>
1	50	50
2	110	100
3	170	150
4	230	225
5	290	275
6	350	350
7	410	400
8	470	450
9	530	500
10	590	550
11	650	650
12	710	700
13	770	750
14	830	800
15	890	800
16	950	900

Количество боковых огней, которые видит наблюдатель в точке наблюдения	Наблюдаемое значение RVR (в метрах)	Указываемое в сводках значение RVR (в метрах)
17	1010	1000
18	1070	1000
19	1130	1100
20	1190	1100
21	1250	1200

#### 10.4 ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАРКЕРОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ ПО БОКАМ ВПП

10.4.1 Если ВПП используется ночью, она должна быть оборудована боковыми огнями в соответствии с п. 5.3.9.1 тома 1 Приложения 14. Эти боковые огни могут использоваться также и для оценки RVR, как описано выше в п. 10.2. Кроме того, ночью любые маркеры на поверхности будут недостаточно различимы для оценки RVR. Однако в дневное время для визуальных наблюдений с целью оценки RVR был бы полезен ряд специальных маркеров, установленных вблизи ВПП.

10.4.2 Визуальные маркеры могут устанавливаться рядами вблизи точки наблюдения с учетом положений об ограничении препятствий для ВПП. Кроме того, маркеры должны быть такими, чтобы пилоты не путали их с боковыми маркерами ВПП (см. п. 5.5 тома 1 Приложения 14). Маркеры обычно изготавливаются в форме треугольных призм или вертикальных прямоугольных стенок; их окраска должна свидетельствовать о наличии двух смежных поверхностей площадью от 1 до 1,5 м<sup>2</sup>, одна из них окрашена в черный (или красный) цвет, а другая – белый. Они устанавливаются на расстоянии от 4 до 10 м от кромки ВПП, чаще всего на противоположной стороне от наблюдателя, и обычно размещаются с равными интервалами до 100 м. Это приводит к незначительному смещению интервалов шкалы наблюдений, так как линия визирования маркеров наблюдателем не параллельна ВПП. Эта трудность может быть преодолена за счет использования различных расстояний между маркерами, что обеспечивает равномерные интервалы на шкале наблюдений.

#### 10.5 ПОГРЕШНОСТИ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ RVR С ПОМОЩЬЮ НАБЛЮДАТЕЛЯ

В идеальном случае, значение RVR, указываемое в сводке, должно соответствовать условиям на ВПП, с которыми сталкивается пилот при посадке или взлете. Однако при визуальных наблюдениях возможны погрешности, возникающие в силу ряда факторов.

- a) *Различия в положении по отношению к видимым огням.* Яркости фона и посторонних огней, которые обращены в сторону наблюдателя и пилота, могут существенно различаться. Это может оказаться важным в тех случаях, когда наблюдения осуществляются не на осевой линии ВПП (например, с помощью отдельного ряда огней в направлении, отличном от направления используемой ВПП).
- b) *Различия в остроте зрения наблюдателей.* Пилоты обязаны периодически проходить проверку остроты зрения; как правило, в этом отношении предъявляются высокие требования, однако это необязательно относится к персоналу,

осуществляющему оценку RVR. Среди группы наблюдателей возможны различия в дальности зоркости, существенные отклонения в значениях визуального порога освещенности при различных условиях яркости фона или другие ослабленные характеристики зрения.

- c) *Воздействие на наблюдателей высоких уровней освещенности.* Если это происходит непосредственно перед проведением визуальных наблюдений с помощью огней, например, когда наблюдатель покидает освещенное пространство для выполнения ночных наблюдений, это снижает способность наблюдателя различать огни, и значения RVR оказываются заниженными, что может привести к необоснованному направлению на запасные аэродромы. Поэтому наблюдатель должен в течение нескольких минут адаптироваться к условиям реальной освещенности.
  - d) *Направленность боковых огней ВПП.* Боковые огни ВПП направлены таким образом, что интенсивность луча на осевой линии ВПП высока, но быстро падает в направлении кромок. Поскольку наблюдение за огнями ВПП осуществляется не на осевой линии, значения интенсивности в направлении наблюдателя являются более низкими. Если не будет проведена тщательная калибровка визуальных наблюдений, как описано в п. 10.3, в значениях RVR, указываемых в сводках, будут возникать погрешности.
-





## Глава 11

# МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ

### 11.1 МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ О RVR

11.1.1 В случае применения систем оценки RVR с помощью приборов, получаемые значения предоставляются автоматически на метеорологическую станцию с использованием цифровых дисплеев для отображения данных в реальном масштабе времени; аналогичные дисплеи RVR, связанные с теми же точками наблюдения и подсоединенные к тем же измерительным устройствам, устанавливаются в местах расположения соответствующих органов обслуживания воздушного движения (ОВД) (см. п. 4.3.3.1 добавления 3 в Приложении 3 и п. 7.1.4.4 Приложения 11).

11.1.2 Обычный метод передачи в орган ОВД результатов оценки RVR с помощью наблюдателя с места наблюдений на ВПП предусматривает использование телефона или радиотелефона. Применяемые методы меняются в зависимости от этапа, на котором результаты наблюдений огней или маркеров преобразовываются в значение RVR. В одних случаях это преобразование осуществляется наблюдателем, а в других – о количестве видимых огней или маркеров сообщается в АДП, где осуществляется преобразование данных.

### 11.2 ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ

11.2.1 Информация о RVR включается в местные метеорологические сводки, а также в сводки METAR/SPECI во всех случаях, когда наблюдаемая видимость либо RVR меньше 1500 м (см. п. 5.2.3). Указанные сводки передаются на воздушные суда через органы ОВД, линии передачи данных (т. е. D-ATIS, D-VOLMET) и/или по каналам аэронавигационного радиовещания (т. е. ATIS, VOLMET). С помощью различных систем рассылки данных эти сводки могут быть также получены для инструктажа либо других целей пилотами и авиационным персоналом на земле на местном аэродроме и на многих других аэродромах.

11.2.2 Все органы, ответственные за выполнение оценок с помощью наблюдателей, должны сообщать значения RVR в соответствующие местные органы ОВД во всех случаях, когда в значениях возникает изменение, подлежащее включению в сводки в соответствии с используемой шкалой донесений. Согласно п. 4.3.3.2 добавления 3 в Приложении 3 передача сводок в заинтересованные органы ОВД должна обычно завершаться в течение 15 с после окончания наблюдений. Однако когда оценка RVR осуществляется с помощью приборов при наличии надлежащих дисплеев в соответствующих органах ОВД (см. п. 11.1.1 выше), обычно существует соглашение об использовании этих дисплеев для представления местных регулярных и специальных сводок, что исключает необходимость передачи информации об изменениях в значениях RVR в местные органы.

11.2.3 Специальные сводки (т. е. местные специальные сводки и сводки SPECI) следует передавать при изменениях значений RVR, достигающих уровня (либо переходящих этот уровень), который в наибольшей степени соответствует эксплуатационным минимумам эксплуатантов, использующих данный аэродром, а также величин 150, 350, 600 или 800 м, соответствующих

согласованным переходным значениям между категориями полетов, обслуживаемых в аэропортах. Однако при наличии в органах ОВД дисплеев, отображающих данные в реальном режиме времени (см. п. 11.1.1 выше), передача местных специальных сводок, связанная с изменениями в RVR, не является обязательной (при условии существования соглашения об использовании этих дисплеев при проведении наблюдений для представления местных регулярных и специальных сводок). Вместе с тем сохраняются требования в отношении представления сводок SPECI; сводка SPECI, содержащая информацию об уменьшении значения RVR, должна передаваться незамедлительно после окончания наблюдения, тогда как сводка, содержащая данные об увеличении значения RVR, должна передаваться только после того, как указанное увеличение сохраняется в течение 10 мин.

11.2.4 Если RVR оценивается только с одного места вдоль ВПП (на расстоянии приблизительно 300 м от порога), то в местные сводки данные оценки следует включать без указания места наблюдения. Однако, если RVR оценивается с нескольких мест вдоль ВПП, то в начале сводки следует указывать величину, репрезентативную для зоны приземления, а затем последовательно величины, репрезентативные для средней точки (если таковая определяется) и дальнего конца ВПП. Места, для которых эти величины являются репрезентативными, следует соответственно обозначать как TDZ, MID и END.

11.2.5 В сводках METAR/SPECI, следует указывать только величину, репрезентативную для зоны приземления; указывать расположение места наблюдения на ВПП не следует. Когда для выполнения посадки имеется несколько ВПП, то для каждой из них, но не более чем для четырёх, в сводки следует включать значения RVR для зоны приземления. Выбор указанных четырёх ВПП, включаемых в сводки, осуществляется в соответствии с соглашением между заинтересованными полномочными органами и эксплуатантами. ВПП, к которым относятся данные значения, следует указывать в форме, предусмотренной в таблице 11-2, где приведена подробная структура сводок METAR/SPECI.

### 11.3 ДИАПАЗОН СООБЩАЕМЫХ ЗНАЧЕНИЙ

11.3.1 В качестве нижнего предела сообщаемого диапазона RVR следует считать 50 м. Ниже этого предела в сводках должно просто указываться, что RVR составляет менее 50 м, как это показано в таблицах 11-1 и 11-2. Когда RVR ниже минимального значения, которое способна определить применяемая система, её следует указывать, используя сокращения BLW (в местных сводках) и M (в сводках METAR/SPECI), после которых должен следовать нижний предел измерения, обеспечиваемый данной системой.

11.3.2 В качестве верхнего предела сообщаемого диапазона RVR следует считать 2000 м. Выше этого предела в сводках должно просто указываться, что RVR составляет более 2000 м, как это показано в таблицах 11-1 и 11-12. Когда RVR выше максимального значения, которое способна определить применяемая система, её следует указывать, используя сокращения ABV (в местных сводках) и P (в сводках METAR/SPECI, после которого должен следовать верхний предел измерения, обеспечиваемый данной системой).

### 11.4 ИНТЕРВАЛЫ ШКАЛЫ ДОНЕСЕНИЙ

11.4.1 В связи с тем, что решения, имеющие иногда юридические последствия, принимаются на основе сообщаемых значений RVR, определенная точность шкалы донесений является существенным фактором. Слишком точная шкала не оправдывает себя, так как значения RVR не могут полностью соответствовать условиям обзора из кабины пилота, что обусловлено изменениями во времени и в пространстве и ограничениями, присущими методам наблюдения.

11.4.2 В п. 4.3.6.1 добавления 3 в Приложении 3 предусмотрено, что при RVR вплоть до 400 м сообщаются величины, кратные 25 м, при значении RVR от 400 до 800 м сообщаются величины, кратные 50 м, и при RVR свыше 800 м сообщаются величины, кратные 100 м. В таблице 11-3 приводятся диапазоны RVR и интервалы шкалы донесений, используемые при включении значений RVR в метеорологические сводки. Любое наблюдаемое значение RVR, которое не соответствует применяемой шкале донесений, следует округлить до ближайшего меньшего значения шкалы донесений.

## 11.5 ПЕРИОД УСРЕДНЕНИЯ И ЧАСТОТА ОБНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ

*Примечание. Требования в отношении усреднения и обновления данных о RVR не могут быть выполнены при оценке RVR с помощью наблюдателей.*

11.5.1 Колебания в видимости обычно "преувеличиваются" трансмиссометрами и измерителями прямого рассеяния, так как они учитывают атмосферу в пределах дистанции, которая обычно короче линии дальности видимости. Усреднение данных может исключить или, по крайней мере, уменьшить такое "преувеличение". В то же время это может сделать результаты наблюдения репрезентативными для большего района, чем непосредственно примыкающий к прибору, где производятся замеры в атмосфере. Однако усреднение не должно приводить к "затушевыванию" важных изменений и тенденций. В Приложении 3 это учтено за счет того, что измерения с помощью приборов должны усредняться за период 1 мин.

**Таблица 11-1. Подробная структура представления данных о RVR, включаемых в местные метеорологические сводки<sup>1</sup>**

<i>Подробное содержание</i>	<i>Шаблон</i>	<i>Примеры</i>
Название элемента	RVR	RVR RWY 10 BLW 50M;
ВПП <sup>2</sup>	RWY nn[L] или RWY nn[C] или RWY nn[R]	RVR RWY 14 ABV 2000M;
Участок ВПП <sup>3</sup>	TDZ	RVR RWY 32L 400M;
RVR	[ABV или BLW] nn[n][n]M	RVR RWY 16 TDZ 600M MID 500M END 400M;
Участок ВПП <sup>3</sup>	MID	RVR RWY 26 500M RWY 20 800M;
RVR	[ABV или BLW] nn[n][n]M	RVR RWY 20R 500M;
Участок ВПП <sup>3</sup>	END	RVR RWY 12 ABV 1200M;
RVR	[ABV или BLW] nn[n][n]M	RVR RWY 10 BLW 150M

*Примечания.*

1. Включается в сводки при видимости или RVR < 1500 м.
2. Включается в сводки при использовании нескольких ВПП.
3. Включается в сводки, если наблюдения за RVR ведутся с нескольких мест вдоль ВПП.

**Таблица 11-2. Подробная структура представления данных о RVR, включаемых  
в сводки METAR/SPECI<sup>1</sup>**

<i>Подробное содержание</i>	<i>Шаблон</i>	<i>Примеры</i>
Название элемента	R	R10/M0050; R14L/P2000;
ВПП	nn[L]/ или nn[C]/ или nn[R]/	R32/0400; R16L/0650 R16C/0500 R16R/0450; R17L/0450;
RVR	[P или M] nnnn	R26/0550N R20/0800D; R20/0700V1200;
Изменение RVR <sup>2</sup>	V[P или M] nnnn	R09/0375V0600U; R12/1100U;
Предшествующая тенденция RVR <sup>3</sup>	U, D или N	R12/P1200; R10/M0150V0500D

**Примечания.**

1. Значение RVR включается в сводки при видимости или RVR < 1500 м максимум для четырех ВПП.
2. Включается в сводки, если значения RVR за 1 мин 10-минутного периода, непосредственно предшествующего наблюдению, отличаются от среднего значения более чем на 50 м или более чем на 20%, в зависимости от того, какая величина больше. Указываются среднее минимальное и среднее максимальное значения за 1 мин (вместо среднего значения за 10 мин).
3. Включается в сводки, если в течение 10-минутного периода наблюдается отчетливая тенденция к изменению значений RVR таким образом, что в течение первых 5 мин среднее значение отличается на 100 м или более от среднего значения за вторые 5 мин данного периода.

11.5.2 Значение RVR иногда изменяется очень быстро: на несколько сотен метров в течение менее минуты. Исследования туманов показали, что такие большие изменения могут происходить в тех случаях, когда через аэропорт проходит фронт гряды тумана. Однако большие и быстрые изменения в замеряемых значениях RVR могут происходить во время периодов приземного тумана. Они обычно вызываются незначительными изменениями высоты верхней границы тумана, которая в действительности имеет незначительную эксплуатационную важность, хотя туман попеременно охватывает траекторию измерений или соответствующий объем атмосферы. Большие изменения могут также возникнуть при попадании в зону измерения прибора сгустков тумана, переносимых легким ветром. Таким образом, как указывалось выше в главе 4, большие изменения в RVR трудно поддаются интерпретации, в частности, когда образуется радиационный туман, и рассчитанные значения не обязательно характеризуют фактическую RVR. Однако быстрые изменения в дальности видимости создают трудности для органов ОВД при передаче информации на борт воздушных судов; поэтому желательно некоторое "сглаживание" результатов наблюдений за счет усреднения данных за определенный период времени.

11.5.3 В местных метеорологических сводках следует использовать период усреднения, равный одной минуте. В некоторых случаях с помощью вычислительного устройства для RVR ежеминутно

осуществляется простое усреднение; в других случаях в режиме реального времени отображается среднее текущее значение RVR за самую последнюю минуту. В сводках, передаваемых в кодовых формах METAR/SPECI, значение RVR следует указывать по средней величине за 10-минутный период, непосредственно предшествующий наблюдению. Если в течение указанного 10-минутного периода регистрируется заметная нестабильность значений RVR, для определения средних значений следует использовать только те значения, которые получены после периода нестабильности.

*Примечание. Считается, что заметная нестабильность имеет место в том случае, когда в течение по крайней мере 2 мин наблюдается резкое и устойчивое изменение значений RVR, при котором они достигают или превышают критерии RVR для выпуска сводок SPECI (т. е. 150, 350, 600 или 800 м).*

11.5.4 В п. 4.3.4 добавления 3 в Приложении 3 предусмотрено, что измерения с помощью приборов следует обновлять по крайней мере каждые 60 с, что обеспечит выдачу текущих, репрезентативных значений RVR. Периоды между обновлениями данных о RVR в основном колеблются от 1 (т. е. типовая частота измерений) до 60 с (т. е. максимальный период, предусмотренный положениями Приложения 3).

**Таблица 11-3. Диапазоны RVR и интервалы шкалы донесений, используемые при включении значений RVR в метеорологические сводки**

Элемент	Диапазон		Интервал
	Местная сводка	METAR/SPECI	
ВПП (без ед. изм.)	01 – 36	01 – 36	1
RVR	M 0 – 400	0000 – 0400	25
	M 400 – 800	0400 – 0800	50
	M 800 – 2000	0800 – 2000	100

### 11.6 ВКЛЮЧЕНИЕ ДАННЫХ ОБ ИЗМЕНЕНИИ RVR В СВОДКИ METAR/SPECI

*Примечание. Указанные изменения значений RVR не могут быть определены с помощью наблюдателей.*

11.6.1 В сводки METAR/SPECI включается дополнительная информация об изменениях значений RVR. Все эти изменения относятся к 10-минутному периоду, непосредственно предшествующему наблюдению. Для включения данной информации в сводки необходимо, чтобы система измерения RVR с помощью приборов осуществляла расчет и сохранение значений RVR, соответствующих следующим периодам времени:

- a) 10-минутный период, непосредственно предшествующий наблюдению;
- b) два 5-минутных периода, предшествующих наблюдению; и
- c) десять 1- минутных периодов, предшествующих наблюдению.

11.6.2 Если в течение 10-минутного периода наблюдается отчетливая тенденция к изменению значений RVR (т. е. в течение первых 5 мин среднее значение отличается на 100 м или более от

среднего значения за вторые 5 мин данного периода), то такое изменение следует указывать с использованием сокращения U в случае тенденции к увеличению значения RVR, и сокращения D в случае тенденции к его уменьшению. Если в течение 10-минутного периода никакой четко выраженной тенденции к изменению значений RVR не наблюдается, то следует использовать сокращение N (соответствующие примеры приводятся в таблице 11-2). При отсутствии информации о наличии тенденций ни одно из вышеуказанных трех сокращений использовать не следует.

11.6.3 Если значения RVR за какую-либо минуту (в течение 10-минутного периода, предшествующего наблюдению) отличаются от среднего значения более чем на 50 м или более чем на 20% от среднего значения, в зависимости от того, какая величина больше, то вместо среднего значения за 10 мин следует указывать среднее минимальное и среднее максимальное значения за 1 мин (соответствующие примеры приводятся в таблице 11-2).

11.6.4 Если в течение 10-минутного периода регистрируется заметная нестабильность значений RVR, для определения этих изменений следует использовать только те значения, которые получены после периода нестабильности. (Определение заметной нестабильности приводится в примечании к п. 11.5.3).

---

## Глава 12

# РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О СИСТЕМЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА RVR

12.1 В Приложении 15 ИКАО (Службы аэронавигационной информации) предусматривается, чтобы сборники аэронавигационной информации (AIP) содержали сведения о конкретном виде системы наблюдений и количестве мест для наблюдения и представления сообщений о RVR (Приложение 15, добавление 1, п. GEN 3.5.3 4)). Подробное описание и примеры, касающиеся способов включения этой информации в AIP, содержатся в *Руководстве по службам аэронавигационной информации* (Doc 8126, добавление к главе 5, п. GEN 3.5, 3d)) и приведенных в нем образцах AIP (таблица GEN 3.5.3).

12.2 В п. 4.6.3.5 главы 4 Приложения 3 ИКАО требуется, чтобы органы, обслуживающие воздушное движение в районе аэродрома и обеспечивающие аэродром аэронавигационной информацией, незамедлительно ставились в известность об изменении эксплуатационной надежности системы наблюдений за RVR. Во всех случаях должен существовать механизм информирования органов ОВД о любых неисправностях, возникающих в системе измерения RVR с помощью приборов.

12.3 В п. 13.6.1 к) Приложения 4 ИКАО (Аэронавигационные карты) предусматривается, чтобы на картах аэродрома указывалось местоположение приборов наблюдения за RVR. В *Руководстве по аэронавигационным картам* (Doc 8697) на образце карты № 11 приведен пример обозначения мест наблюдения за RVR.

12.4 Подробные эксплуатационные требования, касающиеся представления результатов оценок RVR по каждому участку ВПП (т. е. TDZ, MID, END), приводятся в таблице AOP региональных аэронавигационных планов.





# Добавление А

## ЗАКОН АЛЛАРДА

*Примечание. В настоящем добавлении приводятся подробные уравнения, которые дополняют положения раздела 6.4, касающегося определения RVR с помощью огней.*

1. Световой поток луча ослабляется по мере его прохождения через атмосферу. Часть потока, которая остается после прохождения световым лучом дистанции ( $b$ ), известна как коэффициент пропускания ( $t_b$ ), где подстрочный индекс обозначает расстояние ( $b$ ).

2. Коэффициент пропускания ( $t_b$ ) может быть также выражен пропускаемостью на единицу расстояния. Полученная оставшаяся часть излученного потока носит название прозрачность ( $T$ ) атмосферы, которая связана с коэффициентом пропускания следующим уравнением:

$$t_b = T^b \text{ или} \tag{1}$$

$$T = \sqrt[b]{t_b} \tag{2}$$

3. Коэффициент пропускания атмосферы ( $t_b$ ) обычно измеряется с помощью трансмиссометра, который излучает и принимает световой луч при прохождении им определенной дистанции ( $b$ ). Таким образом, с помощью уравнения 2 можно определить прозрачность.

4. В качестве альтернативы прозрачности ( $T$ ) свойство атмосферы поглощать свет может быть выражено с помощью показателя ослабления ( $\sigma$ ). Взаимосвязь между ними выражается следующим образом:

$$\sigma = -\ln T, \tag{3}$$

где  $\ln$  означает натуральный логарифм.

$$\text{Таким образом, } T = e^{-\sigma}, \tag{4}$$

$$\text{т. е. } T^b = e^{-\sigma b} = t_b, \tag{5}$$

где  $e$  – основание натурального логарифма.

5. Источник света с интенсивностью ( $I$ ) создает освещенность ( $E$ ) на плоскости, перпендикулярной световым лучам и расположенной на расстоянии ( $x$ ) от источника света, при прохождении его через атмосферу с прозрачностью ( $T$ ) или показателем ослабления ( $\sigma$ ). Эти переменные связаны следующим уравнением:

$$E = \frac{IT^x}{x^2} = \frac{Ie^{-\sigma x}}{x^2}. \tag{6}$$

6. Именно освещенность глаза наблюдателя определяет, будет ли виден данный огонь. Для того чтобы огонь был виден, освещенность ( $E$ ) должна превышать значение визуального порога освещенности ( $E_T$ ). Расстояние, при котором  $E_T$  равно  $E$ , является дальностью видимости огня ( $R$ ). Таким образом, при  $x = R$ :

$$E_T = \frac{IT^R}{R^2} = \frac{Ie^{-\sigma R}}{R^2}. \quad (7)$$

При использовании вместо прозрачности ( $T$ ) из уравнения 2 коэффициента пропускания ( $t_b$ ), измеренного трансмиссометром с базисной линией ( $b$ ), уравнение 7 принимает следующий вид:

$$E_T = \frac{It_b^{R/b}}{R^2}. \quad (8)$$

7. Соотношение величин, выраженных уравнениями 7 и 8, носит название закона Алларда.

---

## Добавление В

# ЗАКОН КОШМИДЕРА

*Примечание. В настоящем добавлении приводятся подробные уравнения, которые дополняют положения раздела 6.3, касающегося определения RVR с помощью маркеров или других черных или темных предметов.*

1. Днём предметы обладают определённой фотометрической яркостью (L) вследствие попадания на них света, а также их отражающих способностей. Они становятся видимыми, когда их контрастность на данном фоне достаточно велика.

2. Считается, что предмет, находящийся рядом с наблюдателем, имеет собственную яркость. При увеличении расстояния яркость уменьшается из-за влияния атмосферы, и в этом случае её называют видимой яркостью.

3. Контрастность объекта, наблюдаемого на определённом фоне, можно выразить как разницу в яркости предмета и фона, делённую на яркость фона. Это отношение известно как яркостный контраст (C). Взаимосвязь между видимым яркостным контрастом ( $C_x$ ) и коэффициентом собственной яркости ( $C_o$ ), приводится в законе Кошмидера.

$$C_x = C_o T^x = C_o e^{-\sigma x} \quad (9)$$

где  $T$  = прозрачность атмосферы; и

$\sigma$  = показатель ослабления.

4. Чёрный предмет имеет собственную яркость, равную нулю, но при наблюдении на расстоянии он имеет видимую яркость, вызванную рассеянием света из-за влияния атмосферы. Таким образом, собственный яркостный контраст равен единице, и поэтому уравнение 9 принимает следующий вид:

$$C_x = T^x = e^{-\sigma x} \quad (10)$$

5. По мере удаления такого объекта от наблюдателя, он остаётся видимым до тех пор, пока видимый яркостный контраст ( $C_x$ ) не станет количественно равным порогу контрастной чувствительности глаза ( $\epsilon$ ) на расстоянии ( $x$ ), поэтому:

$$\epsilon = T^x = e^{-\sigma x} \quad (11)$$

6. Для оценки метеорологической видимости днём метеонаблюдатель использует, в принципе, чёрные или очень тёмные предметы подходящих размеров, наблюдаемые на фоне неба или тумана. Считается, что дальность видимости не зависит от яркости фона и направления линии визирования наблюдателя относительно солнца.

7. Исследования, проведённые в ряде государств в области дальности видимости предметов, показали, что порог контрастной чувствительности глаза изменяется в зависимости от размеров предмета. Для приблизительно квадратных предметов, расположенных под углом более  $0,5^\circ$ , применяемый порог контрастной чувствительности глаза ( $\varepsilon$ ) равен 0,02, а для предметов, находящихся под углом менее  $0,15^\circ - 0,05$ . Экспериментальные результаты полевых наблюдений, проведённых с помощью чёрных маркерных плит в широком диапазоне условий видимости, включая туман, подтвердили действительность закона Кошмидера и показали целесообразность использования порога контрастной чувствительности глаза, приблизительно равного 0,05. ИКАО и Всемирная метеорологическая организация (ВМО) считают, что значение 0,05 является приемлемым для визуальных наблюдений. С учётом данного значения уравнение 11 принимает следующий вид:

$$e^{-\alpha} = 0,05, \quad (12)$$

$$\text{поэтому } x = \frac{-\ln(0,05)}{\sigma} \approx \frac{3}{\sigma} \equiv \text{MOR}. \quad (13)$$

8. Расстояние, определённое по уравнению 13, называется метеорологической дальностью видимости (MOR).

---

## Добавление С

### ПРОЗРАЧНОСТЬ ЛОБОВЫХ СТЕКОЛ

*Примечание. Ниже приведены результаты индивидуального исследования; они включены в настоящее руководство для информации и с целью стимулирования дальнейших работ по этому вопросу.*

1. Потери света в лобовых стеклах воздушных судов обычно игнорируются при применении лабораторных и практических данных по порогу освещенности в отношении пилота, однако они могут быть значительными.
2. Если линия визирования проходит через отдельный лист неокрашенного стекла в перпендикулярном направлении, то потери будут номинальными, около 9%, соответствующими коэффициенту пропускания 0,91. Большая часть этих потерь вызвана отражением на двух поверхностях "воздух – стекло".
3. Лобовое стекло транспортного воздушного судна обычно имеет четыре поверхности "воздух – стекло" и две или более поверхностей "стекло – пластик"; кроме того, линия визирования не всегда перпендикулярна лобовому стеклу, и лобовое стекло может иметь электропроводную пленку, обеспечивающую обогрев для удаления льда.
4. Подсчитано, что угол наклона лобового стекла типового воздушного судна относительно линий визирования может колебаться в диапазоне от 45° до 70°. Влияние этого угла наклона на коэффициент пропускания лобовых стекол показано в таблице С-1, в которой указаны коэффициенты пропускания набора из двух листов чистого стекла в зависимости от угла наклона.
5. Исходя из перечисленных в таблице С-1 коэффициентов пропускания и оценки влияния других вышеперечисленных факторов, значение порога освещенности, полученное без учета влияния лобового стекла, необходимо умножить на коэффициент порядка 1,5–2,5, что позволит получить значение порога освещенности, применяемого к пилоту в кабине воздушного судна. Следует отметить, что при разработке критериев порога освещенности, рассматриваемых в данном руководстве и приведенных на рис. 6-8, коэффициент пропускания лобового стекла не учитывался.

Таблица С-1

<i>Угол наклона лобового стекла относительно линии визирования (градусы)</i>	<i>Коэффициент пропускания лобового стекла</i>
45	0,82
50	0,80
55	0,77
60	0,73
65	0,65
70	0,54
75	0,38

Перечисленные выше коэффициенты пропускания не включают потери из-за полировочного материала или потери, создаваемые окрашенными или токопроводящими пленками

## Добавление D

### ВОПРОСЫ ДЛИНЫ БАЗИСНОЙ ЛИНИИ

*Примечание. Ниже приведены результаты индивидуального исследования; они включены в данное руководство для информации и с целью стимулирования дальнейшей работы по этому вопросу.*

1. Из уравнения 1 (добавление A) можно видеть, что максимальная длина базисной линии трансмиссометра определяется следующим образом:

$$b' = \frac{\ln t_{b'}}{\ln T_{b'}} = \frac{\ln t_b}{-\sigma}; \quad (14)$$

$$b' = \frac{R \ln t_{b'}}{\ln E_T + 2 \ln R - \ln I}, \quad (14a)$$

где

$b'$  – максимальная длина базисной линии;  
 $T_{b'}$  – минимальная замеренная пропускательность;  
 $t_{b'}$  – минимальный коэффициент пропускания, который может быть измерен прибором;  
 $E_T$  – визуальный порог освещенности;  
 $R$  – дальность видимости, и  
 $I$  – сила света.

Хорошие данные современных приборов характеризуются минимальным значением коэффициента пропускания, равным 0,005 (если дальность видимости ( $R$ ) (или RVR) составляет порядка 100 м).

Ниже приводятся два примера расчета с использованием уравнения (14a), где сила света ( $I$ ) равна 10 000 кд.

Для *дневных* условий:

допустим  $E_T = 10^{-4}$  лк и  $RVR = 100$  м,

поскольку  $t_b = 0,005$ ,  $\ln t_{b'} = -5,3$ ,

то  $b' = \frac{5,3}{0,092} = 57,5$  м.

Аналогично для *ночных* условий:

допустим  $E_T = 10^{-6}$  лк,  $RVR = 100$  м,

таким образом,  $b' = 38,4$  м.

Этим доказывается тот факт, что в ночных условиях при тех же значениях интенсивности света и минимального коэффициента пропускания доминирующим фактором является максимальная длина базисной линии ( $b'$ ).

**Таблица D-1. Числовое соотношение между минимальным коэффициентом пропускания  $t_b$  и максимальной длиной базисной линии  $b'$  в дневных и ночных условиях**

<i>Днем</i>		<i>Ночью</i>	
$t_b$ (%)	$b'$ (м)	$t_b$ (%)	$b'$ (м)
5	32,5	5	21,6
1	50	1	33,3
0,5	57,5	0,5	38,4
0,1	75	0,1	50
0,05	82,5	0,05	55
0,01	100	0,01	66,7
0,005	107,5	0,005	71,7

Из таблицы D-1 видно, что показатель точности (т. е. минимальный коэффициент пропускания, который может быть измерен прибором), помноженный на сто, позволяет увеличить максимальную длину базисной линии примерно лишь вдвое.



## Добавление Е

### РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ КАЛИБРОВОЧНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ТРАНСМИССОМЕТРА НА ЗНАЧЕНИЯ RVR

*Примечание. Нижеприведенный материал представляет собой аналитическую основу для раздела 7.4, касающегося погрешностей трансмиссометра.*

1. Типичными значениями калибровочных погрешностей, описанных в разделе 7.4 главы 7 для существующих конструкций трансмиссометров, являются следующие:

- a) сдвиг сигнала  $\Delta t_o$  до  $< 0,001$  (хорошо);  $< 0,005$  (удовлетворительно);
- b) погрешность шкалы  $\Delta t_s < 0,005$  (очень хорошо);  $< 0,01$  (хорошо);
- c) дрейф сигнала  $\Delta t_d < 0,0001$  (хорошо);  $< 0,0005$  (удовлетворительно).

2. Как показано на рисунке 7-3, величина погрешностей, за исключением дрейфа сигнала, изменяется в зависимости от коэффициента пропускания, но отношение  $\Delta t/t$  сохраняется постоянным. Хотя погрешности показаны как положительные, каждая из них может быть положительной или отрицательной.

3. Общую дробную погрешность  $\Delta t/t$  можно определить для любого значения коэффициента пропускания. Её можно выразить в значениях  $\Delta\sigma/\sigma = \Delta V/V$  ( $V = MOR$ ) с помощью следующего уравнения:

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{\log_e t} \cdot \frac{\Delta t}{t}. \quad (15)$$

Для отрицательных значений погрешности  $\Delta t$  уравнение (15) можно записать следующим образом:

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta V}{V} = \frac{\log_e \left[ 1 + \frac{\Delta t}{t} \right]}{\log_e t}. \quad (15a)$$

4. Можно показать, что дробные погрешности  $\Delta\sigma/\sigma$  и  $\Delta V/V$  связаны с RVR (обозначаемой буквой  $R$ ) следующим уравнением:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta V}{V} \left[ \frac{1}{1 + \frac{2V}{3R}} \right], \quad (16)$$

таким образом можно определить изменение  $\Delta V/V$  по  $V$ , а  $\Delta R/R$  по RVR.

---

## Добавление F

### РАСЧЕТЫ ВЛИЯНИЯ ПОГРЕШНОСТИ MOR (ВИДИМОСТИ), ПОГРЕШНОСТИ СИЛЫ СВЕТА И ПОГРЕШНОСТИ ВИЗУАЛЬНОГО ПОРОГА ОСВЕЩЕННОСТИ НА ЗНАЧЕНИЯ RVR

*Примечание. Нижеприводимый материал основан на общепринятом методе оценки погрешности в случае независимого влияния нескольких факторов. В целях упрощения вместо MOR используется V, а вместо RVR используется R. Настоящее добавление представляет собой аналитический вариант анализа, изложенного в разделе 6.7.*

1. Влияние погрешностей в значениях а) порога освещенности, б) силы света и с) MOR (или ослабления) на погрешности RVR может быть определено с помощью следующих трех уравнений:

а) Влияние порога освещенности

$$\frac{\Delta R/R}{\Delta E_T/E_T} = \frac{-1}{2+3R/V} \quad (17)$$

б) Влияние силы света

$$\frac{\Delta R/R}{\Delta I_V/I_V} = \frac{1}{2+3R/V} \quad (18)$$

с) Влияние MOR либо, в качестве альтернативы, ослабления

$$\frac{\Delta R/R}{\Delta V/V} = \frac{1}{1+2V/3R} \quad (19a)$$

или

$$\frac{\Delta R/R}{\Delta \sigma/\sigma} = \frac{-1}{1+2V/3R} \quad (19b)$$

2. Величины  $\Delta E_T/E_T$ ,  $\Delta I_V/I_V$ ,  $\Delta V/V$  и  $\Delta \sigma/\sigma$  известны как дробные погрешности соответственно величин  $E_T$ ,  $I_V$ ,  $V$  или  $\sigma$ . Используя указанные дробные погрешности, за максимальную погрешность величины  $\Delta R/R$  можно принять следующее:

$$\Delta R/R = [(\Delta E_T/E_T) - (\Delta I_V/I_V)] \frac{1}{2+3R/V} + (\Delta V/V) \frac{1}{1+2V/3R} \quad (20)$$

3. Если известны абсолютные погрешности, включая их знак и величину, но в качестве возможных погрешностей приняты значения  $\overline{\Delta E_T}/E_T$ ;  $\overline{\Delta I_V}/I_V$  и/или  $\overline{\Delta \sigma}/\sigma$ , то результирующую возможную погрешность RVR следует определить путем усреднения квадратов величин случайных погрешностей:

$$\overline{\Delta R}/R = \sqrt{[(\overline{\Delta E_T}/E_T)^2 + (\overline{\Delta I_V}/I_V)^2] \left(\frac{1}{2+3R/V}\right)^2 + (\overline{\Delta V}/V)^2 \left(\frac{1}{1+2V/3R}\right)^2} \quad (21)$$

4. Необходимо иметь в виду, что влияние, оказываемое погрешностями в значениях четырех параметров  $E_T$ ,  $I_V$ ,  $V$  (т. е. MOR) и  $\sigma$  на значение RVR, определяется только двумя функциональными зависимостями, т. е. двумя парами ( $E_T$  и  $I_V$ ;  $V$  (MOR) и  $\sigma$ ). В таблице F-1 показана зависимость указанных погрешностей от соотношения RVR/MOR при положительной корреляции погрешностей этих параметров. Следует учитывать, что отношение упомянутых дробных погрешностей в случае погрешностей  $E_T$  и  $I_V$  в 3-4 раза меньше соответствующего значения в случае погрешностей  $V$  (MOR) и  $\sigma$ .

5. В таблицах F-2 и F-3 показана зависимость указанных погрешностей от значений RVR и MOR как независимых переменных. В них также перечислены параметры с положительной корреляцией погрешностей. Альтернативные параметры ( $E_T$  и  $\sigma$ ) имеют лишь противоположные знаки. Следует иметь в виду, что, когда погрешности параметров  $E_T$  и  $I_V$  становятся большими, дифференциальный анализ уравнений 17-21 может оказаться неприменимым. На рис. 6-15 и 6-16 показаны результаты больших погрешностей (в 2 и 4 раза) в значениях параметра  $I_V$ .

**Таблица F-1. Зависимость отношения относительной погрешности RVR к относительной погрешности параметров от коэффициента RVR/MOR**

RVR/MOR	$(\Delta R/R)/(\Delta I_V/I_V)$	$(\Delta R/R)/(\Delta V/V)$
1	0,2	0,6
2	0,125	0,75
3	0,091	0,818
4	0,071	0,857
5	0,059	0,882

**Таблица F-2. Зависимость величины  $(\Delta R/R)/(\Delta I_V/I_V)$  от значений RVR и MOR**

RVR	MOR							
	10	20	50	100	200	500	1000	2000
100	0,031	0,059	0,125	0,200				
200	0,016	0,031	0,071	0,125	0,200			
500	0,007	0,013	0,031	0,059	0,105	0,200		
1 000	0,003	0,007	0,016	0,031	0,059	0,125	0,200	
2 000	0,002	0,003	0,008	0,016	0,031	0,071	0,125	0,200

**Таблица F-3. Зависимость величины  $(\Delta R/R)/(\Delta V/V)$  от значений RVR и MOR**

RVR	MOR							
	10	20	50	100	200	500	1000	2000
100	0,938	0,882	0,750	0,600				
200	0,968	0,938	0,857	0,750	0,600			
500	0,987	0,974	0,938	0,882	0,789	0,600		
1 000	0,993	0,987	0,968	0,938	0,882	0,75	0,600	
2 000	0,997	0,993	0,984	0,968	0,938	0,857	0,750	0,600

---



## Добавление G

### НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Один из наиболее важных вопросов связан с необходимостью получения значений RVR, которые применялись бы во всем мире для одинаковых визуальных расстояний. В этом отношении необходимо продолжить работу по стандартизации существующих и проектируемых систем измерения RVR и эксплуатационных правил. Такая необходимость усиливается в связи с существующей тенденцией к увеличению объема движения и полетов в условиях все более ограниченной видимости.

2. Дальнейшего исследования могут потребовать также следующие вопросы:

a) изменение плотности тумана во времени и с расстоянием;

В ряде государств были проведены исследования туманов, но эффект различий в RVR еще не выяснен. Представляется желательным разработать инструкции или методику обработки данных о RVR, полученных в различных условиях, с тем чтобы определить наиболее полезный вид сводок.

b) суммарный эффект ряда огней, вызванный их слиянием из-за интервалов и углов, под которыми они наблюдаются пилотом\*;

Этот вопрос представляет особый интерес в связи с наблюдением осевых огней в различных условиях видимости.

c) порог освещенности глаза ( $E_T$ ) с учетом условий наблюдения, в которых находится пилот\* ;

d) влияние остекления пилотской кабины на значения RVR и  $E_T$ ;

e) влияние человеческих факторов (например, усталость и иное физическое состояние человека) на восприятие пилотом огней и оценку RVR;

f) короткий период прогнозирования RVR;

Это имеет особую важность, так как в настоящее время RVR является основным фактором при определении эксплуатационных минимумов.

g) ухудшение RVR в условиях, не связанных с дымкой или туманом (например, песчаная буря, метель и т. д.).

---

\* Этот вопрос рекомендован для изучения четвертым совещанием Группы экспертов по всепогодным полетам.





# Добавление Н

## БИБЛИОГРАФИЯ

### **МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (ИКАО)**

*Приложение 3. Метеорологическое обеспечение международной авиации.*

*Приложение 4. Аэронавигационные карты.*

*Приложение 11. Обслуживание воздушного движения.*

*Приложение 14. Аэродромы, том I "Проектирование и эксплуатация аэродромов".*

*Приложение 15. Службы аэронавигационной информации.*

*Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения (PANS–ATM, Дос 4444).*

*Правила аэронавигационного обслуживания. Сокращения и коды ИКАО (PANS–ABC, Дос 8400).*

*Руководство по аэронавигационным картам (Дос 8697).*

*Руководство по службам аэронавигационной информации (Дос 8126).*

*Руководство по проектированию аэродромов, часть 4 "Визуальные средства" (Дос 9157).*

*Руководство по аэропортовым службам, часть 6 "Контролирование препятствий" (Дос 9137).*

*Третье совещание Группы экспертов ИКАО по всепогодным полетам (1967 г.), том 2 (Дос 8685, более не переиздается).*

*Четвертое совещание Группы экспертов ИКАО по всепогодным полетам (1971 г.) (более не переиздается).*

*Пятая Аэронавигационная конференция (1967 г.) (Дос 3720, более не переиздается).*

*Пятое совещание Группы экспертов ИКАО по визуальным средствам (1970 г.) (Дос 8862, более не переиздается).*

*Одиннадцатое совещание Группы экспертов ИКАО по визуальным средствам (1987 г., более не переиздается).*

*Восьмая Аэронавигационная конференция (1974 г.) (Дос 9101, более не переиздается).*

*Руководство по всепогодным полетам (Дос 9365).*

*Девятая Аэронавигационная конференция (1976 г.) (Дос 9168, более не переиздается).*

### **ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ (ВМО)**

*Указания по метеорологическим приборам и методам наблюдения, 6-е издание, (ВМО–No. 8).*

### **ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ**

D.C. Burnham, E.A. Spitzer, T.C. Carty, and D.B. Lucas “United States Experience using forward-scatter meters for runway visual range” Report No. DOT/FAA/AND–97/1, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, March 1997.

— КОНЕЦ —

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ ИКАО

*Ниже приводится статус и общее описание различных серий технических изданий, выпускаемых Международной организацией гражданской авиации. В этот перечень не включены специальные издания, которые не входят ни в одну из указанных серий, например "Каталог аэронавигационных карт ИКАО" или "Метеорологические таблицы для международной аэронавигации".*

**Международные стандарты и Рекомендуемая практика** принимаются Советом ИКАО в соответствии со статьями 54, 37 и 90 Конвенции о международной гражданской авиации и для удобства пользования называются Приложениями к Конвенции. Единообразное применение Договаривающимися государствами требований, включенных в Международные стандарты, признается необходимым для безопасности и регулярности международной аэронавигации, а единообразное применение требований, включенных в Рекомендуемую практику, считается желательным в интересах безопасности, регулярности и эффективности международной аэронавигации. Для обеспечения безопасности и регулярности международной аэронавигации весьма важно знать, какие имеются различия между национальными правилами и практикой того или иного государства и положениями Международного стандарта. В случае же несоблюдения какого-либо Международного стандарта Договаривающееся государство, согласно статье 38 Конвенции, обязано уведомить об этом Совет. Для обеспечения безопасности аэронавигации могут также иметь значение сведения о различиях с Рекомендуемой практикой, и, хотя Конвенция не предусматривает каких-либо обязательств в этом отношении, Совет просил Договаривающиеся государства уведомлять не только о различиях с Международными стандартами, но и с Рекомендуемой практикой.

**Правила аэронавигационного обслуживания (PANS)** утверждаются Советом и предназначены для применения во всем мире. Они содержат в основном эксплуатационные правила, которые не получили еще статуса Международных стандартов и Рекомендуемой

практики, а также материалы более постоянного характера, которые считаются слишком подробными, чтобы их можно было включить в Приложение, или подвергаются частым изменениям и дополнениям и для которых процесс, предусмотренный Конвенцией, был бы слишком затруднителен.

**Дополнительные региональные правила (SUPPS)** имеют такой же статус, как и PANS, но применяются только в соответствующих регионах. Они разрабатываются в сводном виде, поскольку некоторые из них распространяются на сопредельные регионы или являются одинаковыми в двух или нескольких регионах.

---

*В соответствии с принципами и политикой Совета подготовка нижеперечисленных изданий производится с санкции Генерального секретаря.*

**Технические руководства** содержат инструктивный и информационный материал, развивающий и дополняющий Международные стандарты, Рекомендуемую практику и PANS, и служат для оказания помощи в их применении.

**Аэронавигационные планы** конкретизируют требования к средствам и обслуживанию международной аэронавигации в соответствующих аэронавигационных регионах ИКАО. Они готовятся с санкции Генерального секретаря на основе рекомендаций региональных аэронавигационных совещаний и принятых по ним решений Совета. В планы периодически вносятся поправки с учетом изменений требований и положения с внедрением рекомендованных средств и служб.

**Циркуляры ИКАО** содержат специальную информацию, представляющую интерес для Договаривающихся государств, включая исследования по техническим вопросам.

© ИКАО 2005  
3/05, R/P1/100  
5/08, R/P2/10

Заказ № 9328  
Отпечатано в ИКАО

ISBN 978-92-9231-092-9

