

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

А. ВОЛЬБЕНШТЕЙН

**О ВЫБОРЕ ЦВЕТА МАСКИРОВОЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 21 VI 1944)

1. Целесообразность применения цветного освещения при светомаскировке является предметом длительной дискуссии, начиная с первой мировой войны (1-7). Эта дискуссия, получившая сильное развитие во время текущей войны, до сих пор не привела к какому-либо единому и достаточно убедительному решению. В результате вопрос о цвете маскировочного освещения в разных странах на практике решается различно. Причиной подобного положения является сложность и внутренняя противоречивость всей задачи в целом (4, 7, 8) и не всегда правильные пути ее разрешения.

В основу нашей работы положены следующие исходные положения:

а) Маскировочное освещение осуществляется для того, чтобы находящиеся в пределах маскируемого объекта люди могли работать или хотя бы ориентироваться. В то же время освещенная территория не должна обнаруживаться вражеским наблюдателем на самолете, находящемся на тактически оправданном расстоянии от маскируемого объекта.

б) Освещенная территория является, с одной стороны, полем адаптации находящихся на ней людей, с другой стороны, — объектом наблюдения для вражеского летчика.

в) Зрительные задачи людей на земле отличаются от зрительных задач воздушного наблюдателя. Люди, находящиеся в пределах освещенной территории, должны или выполнять какие-либо работы (тогда создается «рабочее освещение») или должны иметь возможность ориентироваться (тогда создается «освещение ориентации»). Перед воздушным наблюдателем в обоих случаях стоит одна задача: обнаружение маскируемого объекта по воспринятому свету.

г) Для каждого из двух видов маскировочного освещения следует совместно рассматривать функции зрения, характеризующие зрительную работу летчика и человека на земле. При этом следует иметь в виду, что глаза летчика всегда адаптированы к темноте, тогда как глаза человека на земле находятся в состоянии темновой адаптации при «освещении ориентации» и адаптированы к свету при «рабочем освещении».

2. Задача маскировочного освещения сводится к созданию такого освещения на земле, при котором освещенность на зрачке вражеского летчика будет пороговой при любом спектральном составе света.

Сравнивая между собой спектральную чувствительность глаза, принятую Международной осветительной комиссией, как среднюю для светоадаптированного глаза (и лежащую в основе принятой системы световых величин и единиц), со спектральной чувстви-

ностью темноадаптированного глаза <sup>(9)</sup>, мы получим следующую таблицу.

Отношение значений освещенности земных покровов, освещенных лампами СМ и БМ (синие и белые маскировочные лампы), обеспечивающих одинаковую маскировку (с учетом спектральных кривых отражения земных покровов и рассеяния света в атмосфере)

(Расстояние наблюдения—1 км)

Земные покровы	$E_{СМ}/E_{БМ}$	Земные покровы	$E_{СМ}/E_{БМ}$
Песок мелкий . .	0,15	Зелень сухая . .	0,15
Песок крупный .	0,17	Фанера . . . . .	0,18
Почва полуболотн.	0,16	Снег . . . . .	0,13
Зелень свежая .	0,19		

Из таблицы следует, что для обеспечения одинаковых условий маскировки от вражеского летчика, находящегося на расстоянии 1 км от объекта, освещенность земных покровов должна быть примерно в 5 раз более низкой при применении синих ламп, чем при применении белых. Сравнение белого света с желтым светом натриевых ламп показывает, что освещенности при желтом свете могут быть в 1,5—3 раза выше. Для расстояния наблюдения 10 км освещенность земных покровов при синем свете должна быть примерно в 3,5 раза ниже, чем при белом.

Эти количественные соотношения еще не дают права сделать каких-либо выводов о целесообразности применения того или иного источника света.

3. Выбор источника света зависит от назначения маскировочного освещения <sup>(10-15)</sup>.

Рассмотрим для каждого вида маскировочного освещения совместно зависимость функций зрения, характеризующих зрительную работу летчика и человека на земле, от длины волны монохроматического света.

Рис. 1 относится к освещению ориентации. Сплошная кривая характеризует зрительную работу летчика и является кривой равной световой чувствительности. Пунктирная кривая характеризует зрительную работу человека на земле и является кривой равной контрастной чувствительности. Обе кривые построены в одном относительном масштабе яркостей и приведены к одному и тому же белому свету ( $T_{цв} = 2360^\circ \text{K}$ ). При расчете сплошной кривой учтено избирательное пропускание атмосферы <sup>(16)</sup>. На основании имеющегося экспериментального материала можно показать, что ход кривых равной световой и равной контрастной чувствительности вдоль спектра является одним и тем же, если исключить рассеяние света атмосферой. Иначе говоря, выбор цвета маскировочного освещения

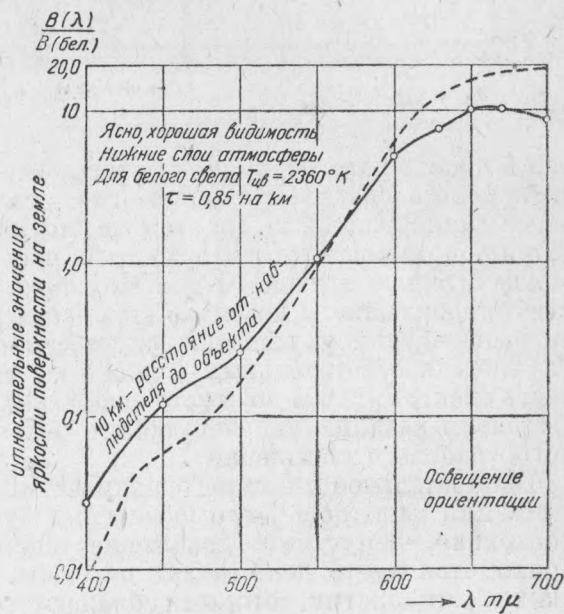


Рис. 1

в данном случае определяется не различием зрительных задач у летчика и человека на земле, а избирательным рассеянием атмосферы. Та область спектра, где пунктирная кривая проходит ниже сплошной кривой, является выгодной для ориентации.

Это — участок спектра, начиная с его желтой части в сторону к синей, где расхождение кривых наибольшее. Поэтому для «освещения ориентации» может быть рекомендовано применение коротковолнового света.

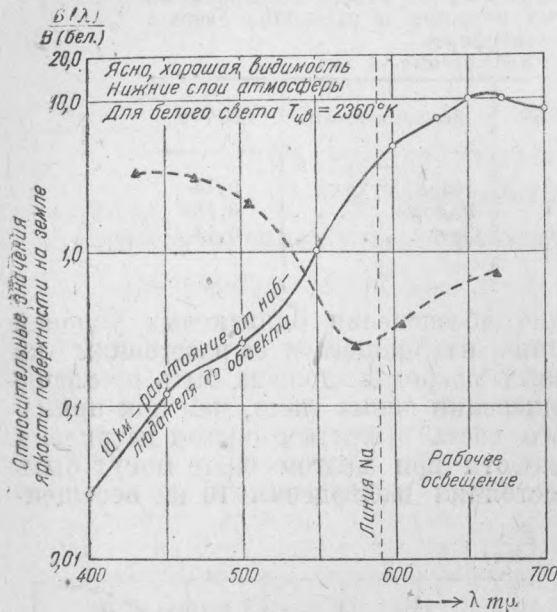


Рис. 2

Совершенно иная картина получается при «рабочем освещении», как это видно из рис. 2, построенного аналогично предыдущему. Здесь только вместо кривой равной контрастной чувствительности нанесена кривая равной остроты зрения. Ход кривых в данном случае настолько различен, что избирательное пропускание атмосферы уже никакого существенного влияния оказать не может. Рас-

суждая как и раньше, приходим к выводу, что для «рабочего освещения» целесообразно применять свет, начиная примерно с 540 мμ и более длинноволновый. На этом же рисунке нанесено положение линии натрия, показывающее, что желтый свет натриевых ламп является исключительно выгодным для маскировочного освещения. Дальнейшее продвижение в красную часть спектра не представляет значения ни в отношении ухудшения видимости с самолета, ни в отношении улучшения осветительных условий на земле. Таким образом, средняя часть спектра вплоть до желто-оранжевых цветов и, конечно, «белый» свет ламп накаливания могут быть рекомендованы для маскировочного «рабочего освещения».

Окончательное решение о применении того или иного источника света для маскировочного освещения будет зависеть также от того, насколько допустимо искажение цвета предметов, с которыми приходится иметь дело людям на земле, а также от тех экономических характеристик, которыми обладают те или иные источники света.

Государственный оптический институт

Поступило  
21 VI 1944

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Luckiesh, Illum. Eng. USA, 2, 113 (1942).
- <sup>2</sup> W. Everett and M. Kirk, Illum. Eng. USA, 10, 1184 (1941).
- <sup>3</sup> L. Porter, Electr. Rev., 12, 674 (1942).
- <sup>4</sup> C. Ferree and Rand, Arch. Ophthal., March (1943); Brit. J. Ophthal., 4, 173 (1943).
- <sup>5</sup> Licht u. Lampe, 3, 376 (1940).
- <sup>6</sup> Das Licht, 4/5, 71 (1943).
- <sup>7</sup> С. О. Майзель. Светомаскировка и маскировка, 1942.
- <sup>8</sup> А. А. Гершун, Принципы и приемы световой маскировки, 1943.
- <sup>9</sup> K. Weaver, JOSA, 1, 36 (1937).
- <sup>10</sup> W. Arndt, Цит. R. Sewig, Handb. d. Lichttechn., Berlin, 1938.
- <sup>11</sup> J. Blanchard, Phys. Rev., XI, 2, Sec. 2, Ser., 81 (1918).
- <sup>12</sup> Л. И. Демкина, Тр. первой конференции по физиол. оптике, 1936, стр. 373.
- <sup>13</sup> R. Weigel u. O. Knoll, Das Licht, 9, 179 (1940).
- <sup>14</sup> A. König (mit Brodchun E.), Gesamte Abhandl. Physiol. Optik, Leipzig, 116, 135.
- <sup>15</sup> P. Bouma, Цит. R. Sewig, Handb. Lichttechn., Berlin, 1938, S. 577.
- <sup>16</sup> A. et M. Vassy, J. de Phys. et le Radium, 2, 75; 9, 403; 11, 459 (1939).