



Оценка опасности воздействия белого светодиодного света на зрение и циркадные ритмы человека

Антон Шаракшанэ
ИБХФ РАН, ИРЭ РАН, ООО «ЛидерЛайт»
anton.sharakshane@gmail.com

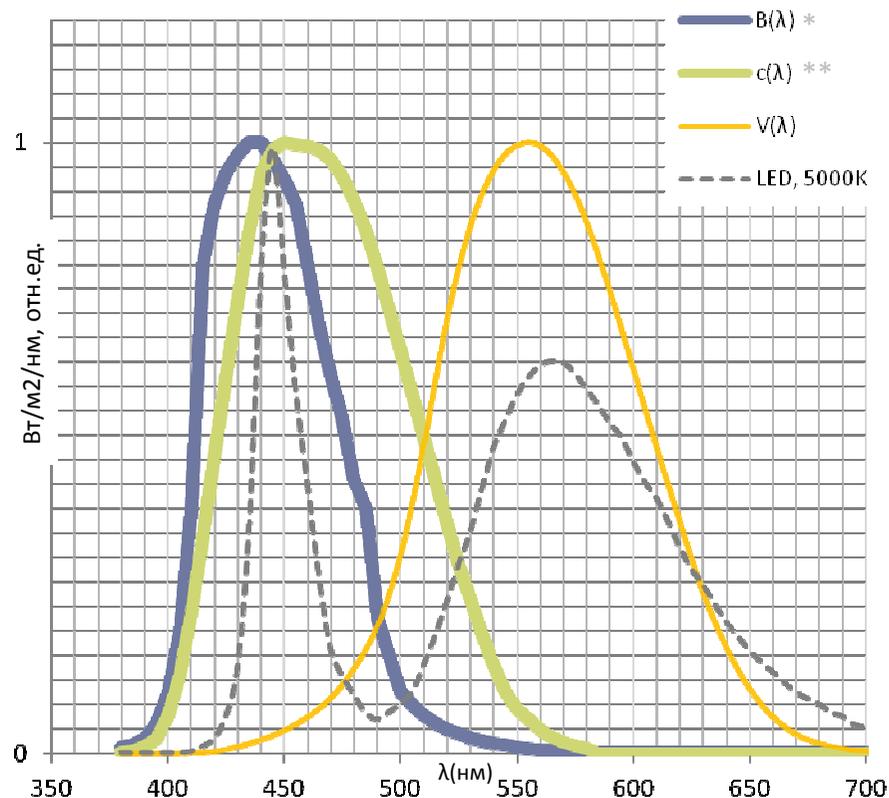
2012.11.07 LED FORUM MOSCOW

Влияния света на циркадный ритм и опасность синего света

Коротковолновая составляющая видимого света, воздействуя на сетчатку, приводит к снижению уровня мелатонина в крови, то есть оказывает будящее воздействие или воздействие на циркадный ритм. Зависимость степени такого воздействия от длины волны показывает кривая $c(\lambda)$.

При высоких габаритных яркостях источник света с большой долей коротковолновой компоненты представляет опасность и может повредить сетчатку. В этом заключается так называемая «опасность синего света». Зависимость степени фотоповреждающего воздействия от длины волны показывает кривая $B(\lambda)$.

Выраженный синий пик типичного спектра белого светодиода вызывает опасения, что белый светодиодный свет как-то по особенному влияет на здоровье человека. Это можно проверить, рассчитав коэффициенты a_{cV} и a_{BV} , оценивающие энергетическую долю коротковолновой составляющей в одном люмене света данного спектра.



*Gall, D.: Circadiane Lichtgrößen und deren messtechnische Ermittlung. unbekannt, 2002.

**IEC 62471:2006 Photobiological safety of lamps and lamp systems

- Коэффициент a_{cV} позволяет сравнить при прочих равных условиях влияние света различных спектров на циркадный ритм человека.
- Коэффициент a_{BV} позволяет сравнить степень опасности фотоповреждения сетчатки светом ярких источников с различным спектром, но при прочих равных условиях. При заведомо безопасных величинах яркости источника этот коэффициент не значим.

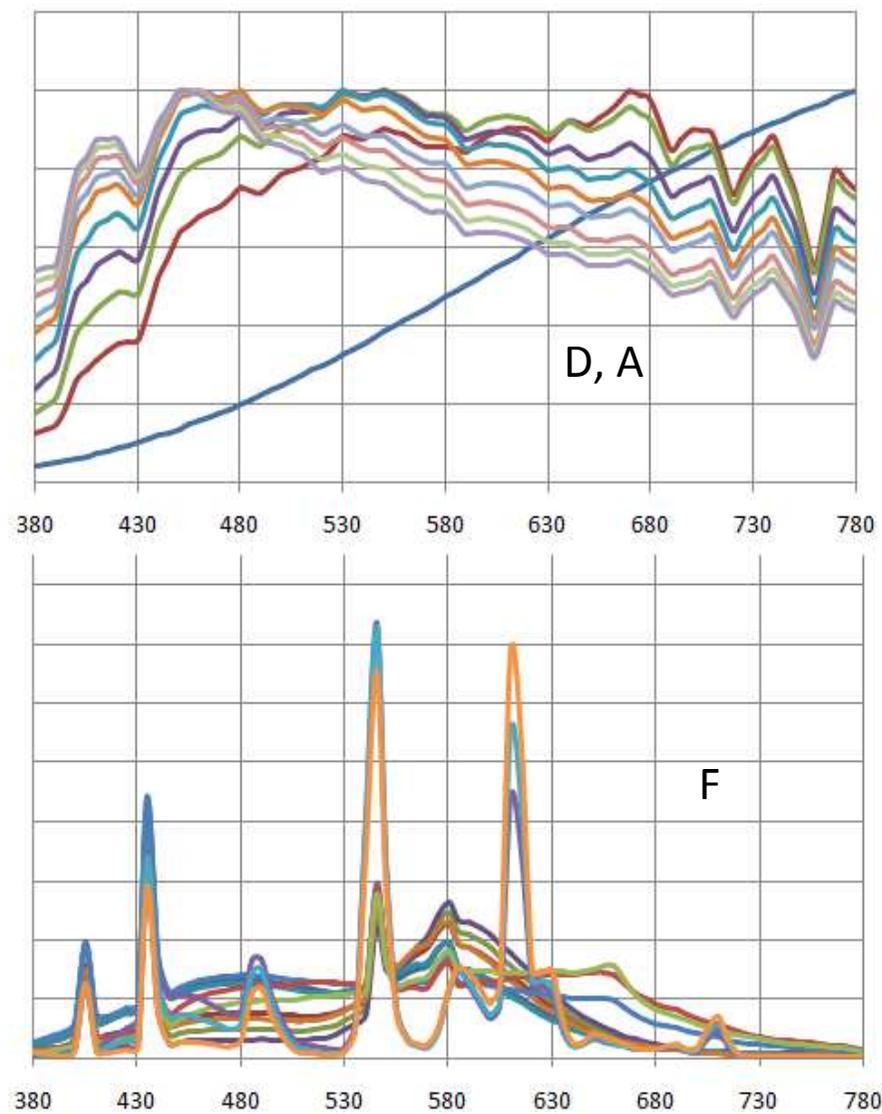
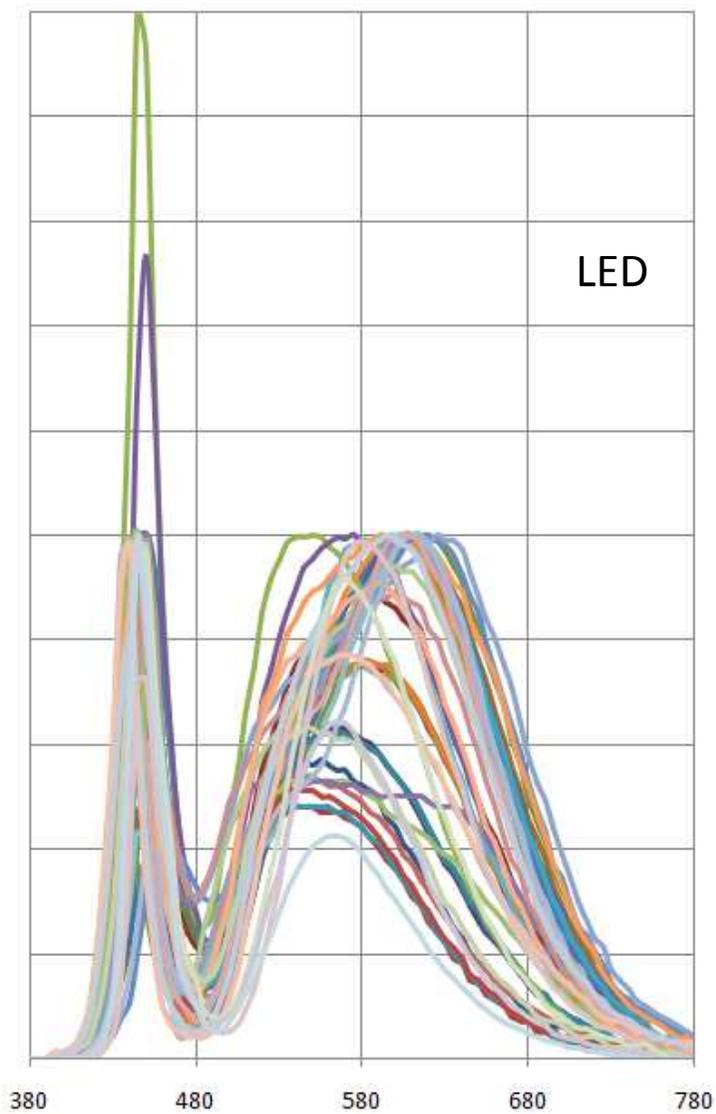
$$a_{cV} = \frac{\int X(\lambda) c(\lambda) d\lambda}{\int X(\lambda) V(\lambda) d\lambda}$$

$$a_{BV} = \frac{\int X(\lambda) B(\lambda) d\lambda}{\int X(\lambda) V(\lambda) d\lambda}$$

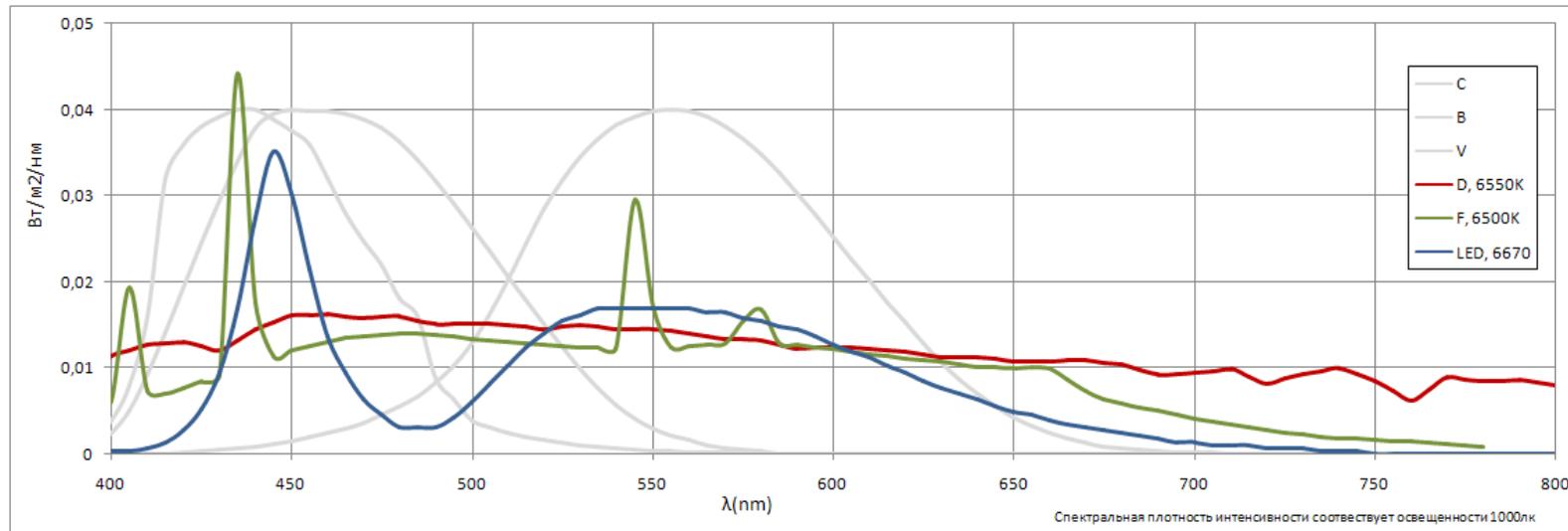
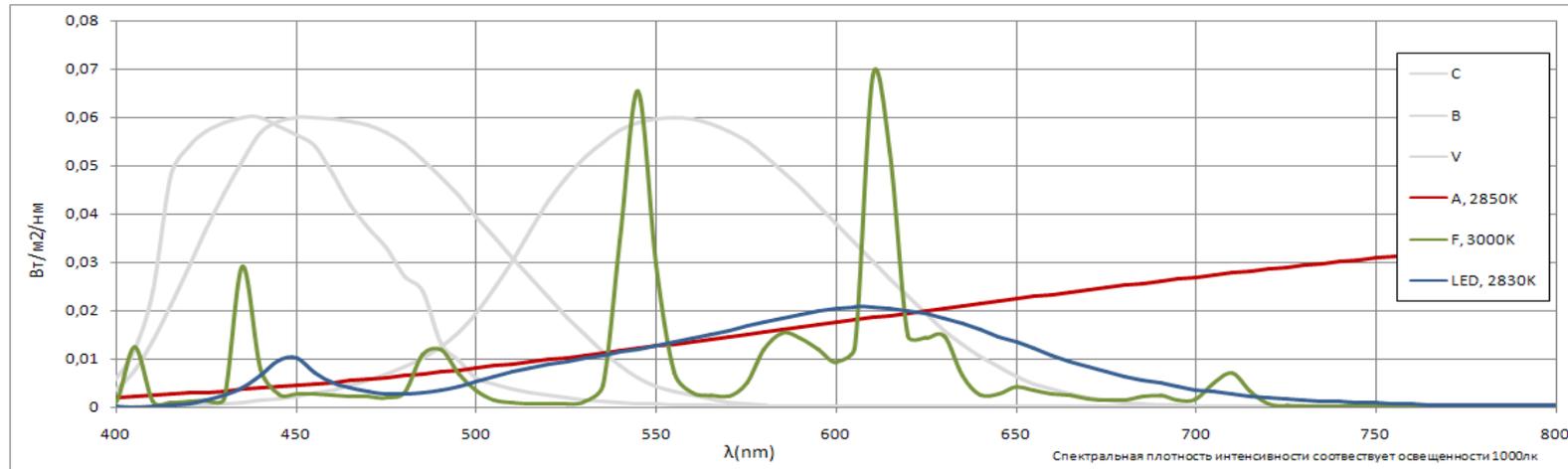
Сравним коэффициенты a_{cV} и a_{bV} для различных светодиодных спектров, а также для спектров дневного света и люминесцентных ламп

<ul style="list-style-type: none"> • Cree XP-C Cool White • Cree XP-C Warm White • Cree XP-E Neutral White • Cree XP-E-HEW Cool White • Cree XP-E-HEW Neutral White • Cree XP-E-HEW Outdoor White • Cree XP-E-HEW Warm White 85-90CRI • Nichia Warm White (color rank e) • Nichia Warm White (Hight CRI - color rank sw35) • Nichia Warm White (Moderate CRI - color rank sw35) • Nichia White (color rank c) • Nichia White (Hight CRI - color rank sw50) • Nichia White (Moderate CRI - color rank sw50) • OLP-X3528F4A, 3000K • OLP-X3528F4A, 4000K • OLP-X3528F4A, 5000K • OLP-X3528F4A, 6500K • Osram Oslon Square LCW_CQAR EC • Osram Oslon Square LCW_CQAR PC • Osram Oslon Square LUW_CQAR_(EQW) cool white • Osram Oslon Square LUW_CQAR_(streetwhite) • Osram Oslon SSL LCW_CQDP CC warm white • Osram Oslon SSL LCW_CQDP EC warm white • Osram Oslon SSL LCW_CQDP PC neutral white • Osram Oslon SSL LCW_CRDP EC warm white • Osram Oslon SSL LCW_CRDP PC warm-neutral white • Osram Oslon SSL LUW_CQDP cool white • Osram Oslon SSL LUW_CRDP_(streetwhite) 	<ul style="list-style-type: none"> • Philips Lumileds LXM3-PW51 • Philips Lumileds LXM3-PW61 • Philips Lumileds LXM3-PW71 • Philips Lumileds LXM3-PW81 • Philips Lumileds LXM7-PW40 • Philips Lumileds LXM8-PW27 • Philips Lumileds LXM8-PW30 • Philips Lumileds LXML-PW31, PW21, PW11 • Philips Lumileds LXML-PW51 • Philips Lumileds LXML-PW71 • Philips Lumileds Neutral White • Philips Lumileds Warm White • XLampML-B Cool White • XLampML-B Neutral White • XLampML-B Warm White • XLampML-E Cool White • XLampML-E Neutral White • XLampML-E Warm White • XLampMPL-EZW • XLampMX-3 Cool White • XLampMX-3 Neutral White • XLampMX-3 Warm White • XLampMX-3S Cool White • XLampMX-3S Neutral White • XLampMX-3S Warm White • XLampMX-6 Cool White • XLampMX-6 Neutral White • XLampMX-6 Warm White • XLampXM-L • XP-E-HEW-Warm & 80 CRI White 	<ul style="list-style-type: none"> • CIE F1 • CIE F2 • CIE F3 • CIE F4 • CIE F5 • CIE F6 • CIE F7 • CIE F8 • CIE F9 • CIE F10 • CIE F11 • CIE F12
		<ul style="list-style-type: none"> • Illuminant A • d4000 • d4500 • d5000 • d5500 • D6000 • Illuminant D65 • d7000 • d7500 • d8000

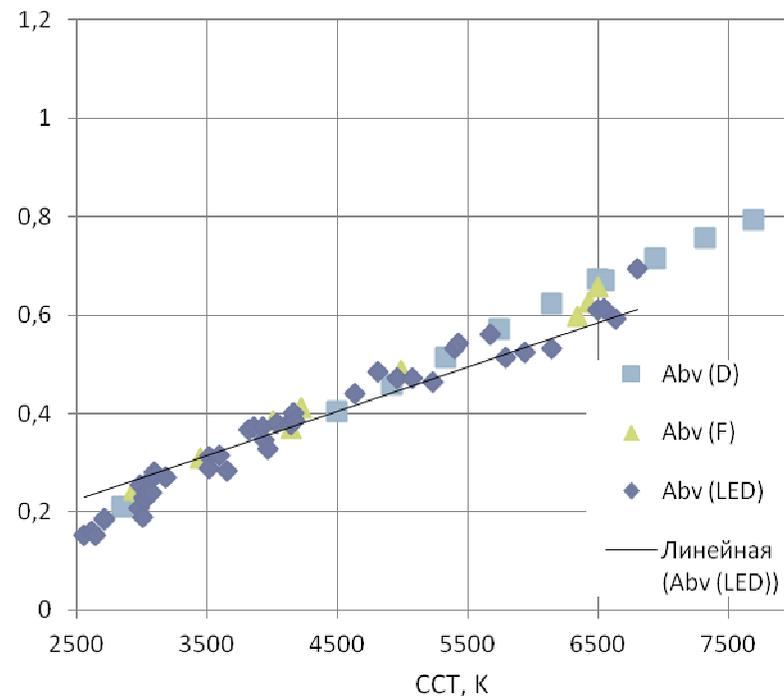
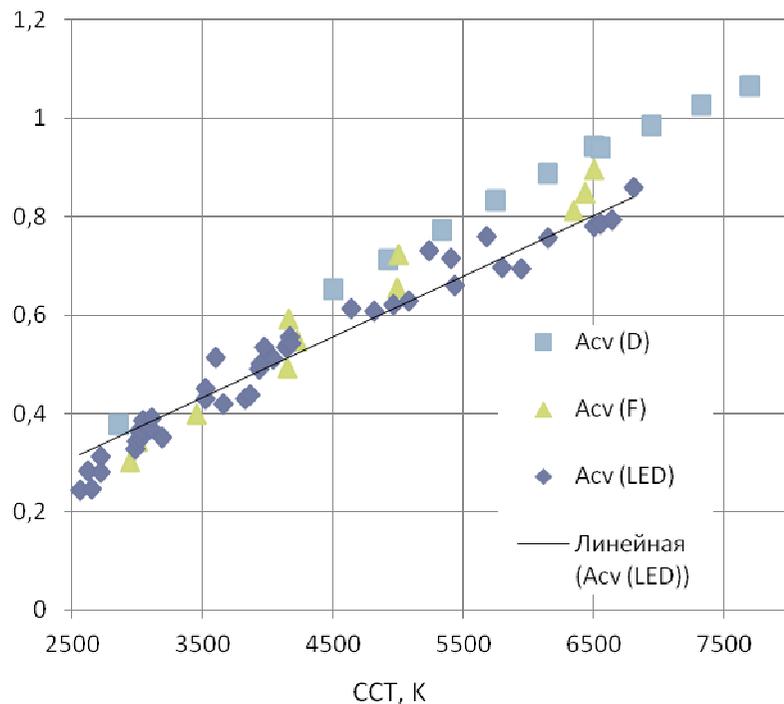
Значения коэффициентов для различных спектров, конечно, же, различны



Более высокая цветовая температура соответствует большей доле синего и голубого в спектре. Следовательно a_{cV} и a_{bV} должны коррелировать с ССТ.



Но оказывается, что a_{CV} и a_{BV} линейно зависят от ССТ, причем для светодиодных источников света значения a_{CV} и a_{BV} не выше, чем значения этих же коэффициентов для люминесцентных ламп и дневного света.



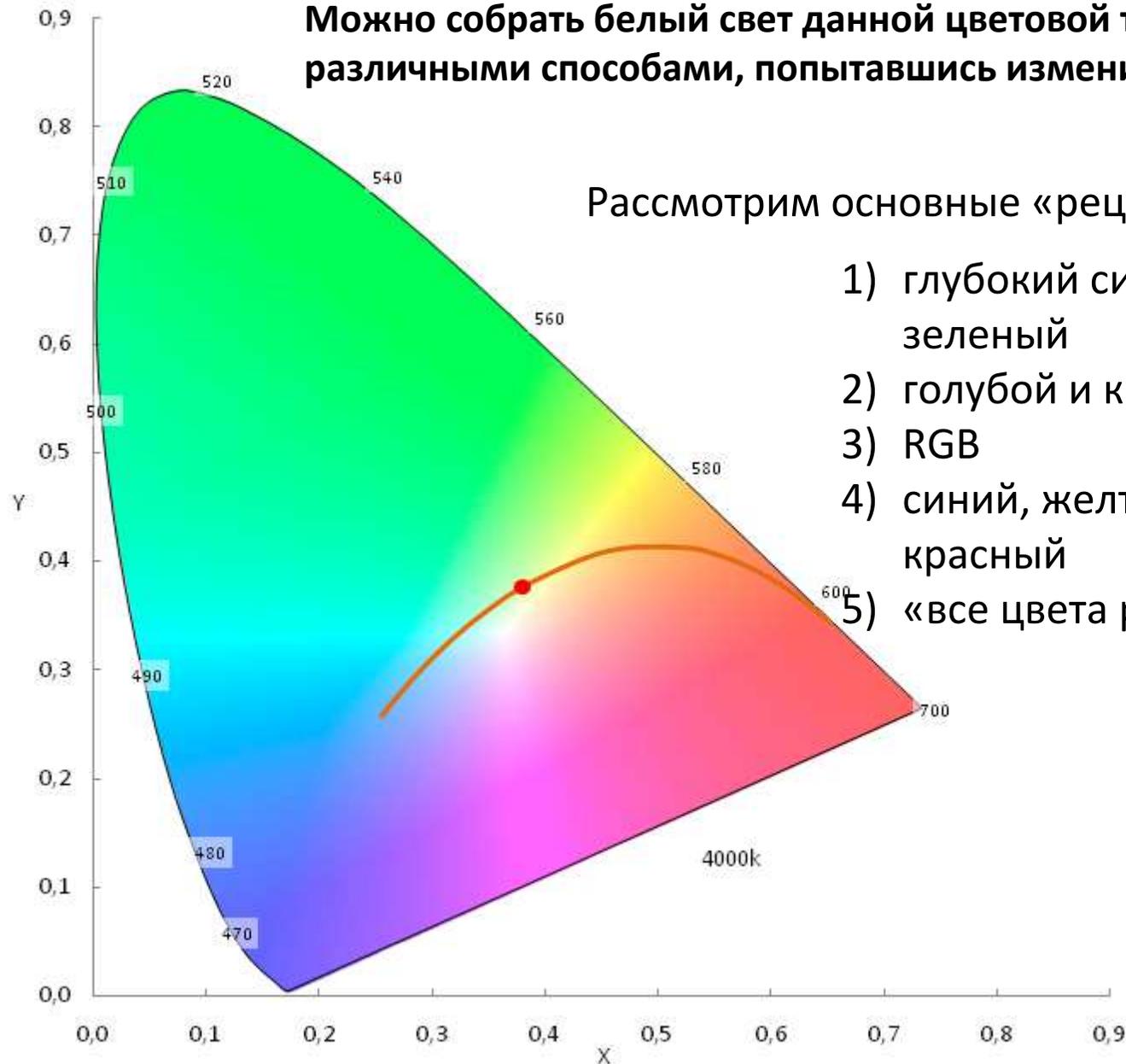
Это значит, что:

- 1) Светодиодный свет при прочих равных условиях оказывает на циркадный ритм человека не большее влияние, чем дневной свет или свет люминесцентных ламп
- 2) При соблюдении нормативов по габаритной яркости и равномерности яркости рассеивателя светодиодный свет представляет не большую опасность для сетчатки, чем свет люминесцентных ламп

Можно собрать белый свет данной цветовой температуры различными способами, попытавшись изменить a_{cV} и a_{bV}

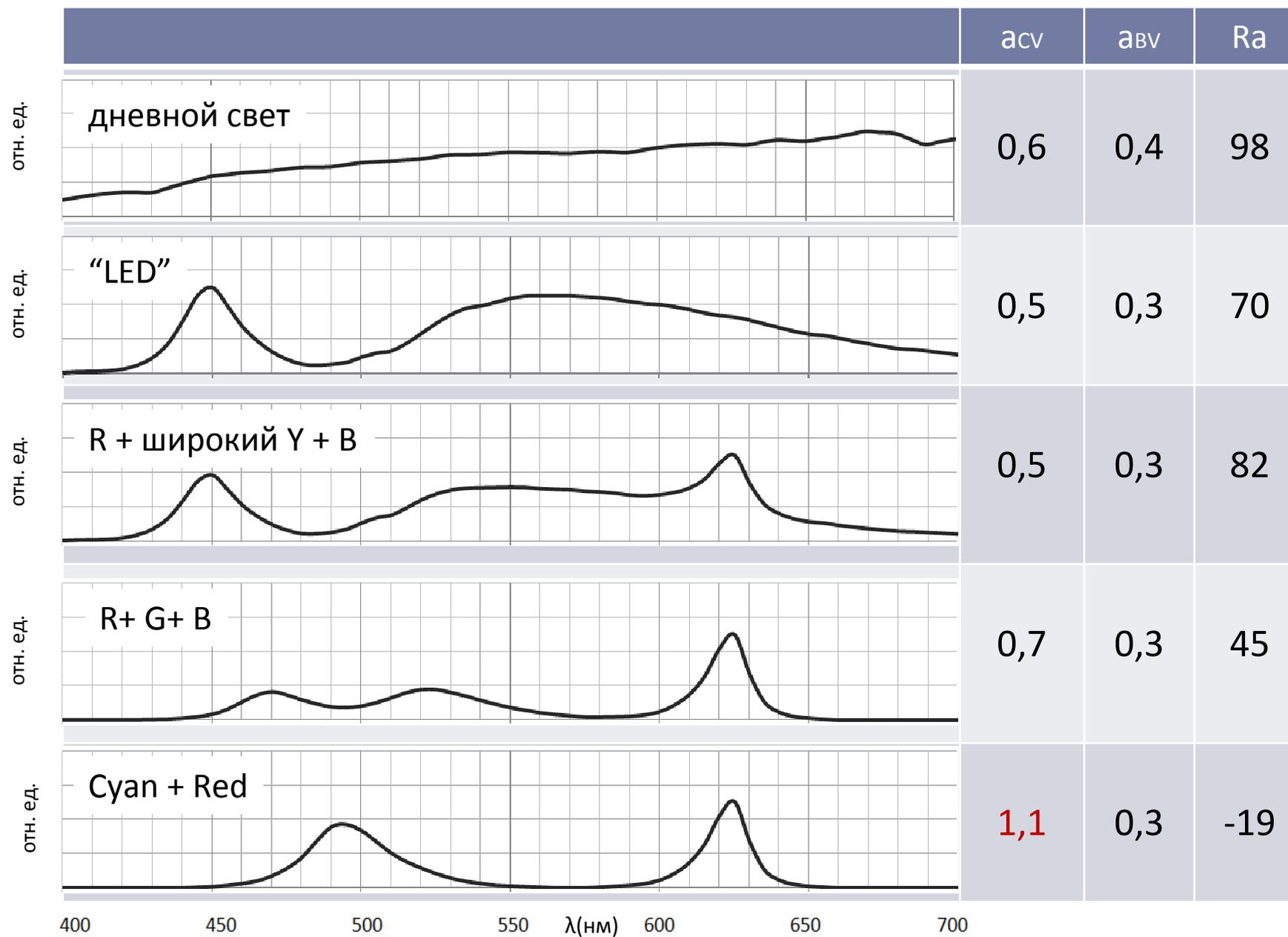
Рассмотрим основные «рецепты» белого света:

- 1) глубокий синий и желто-зеленый
- 2) голубой и красный
- 3) RGB
- 4) синий, желто-зеленый и красный
- 5) «все цвета радуги»



Варианты белого света с CCT=4000K:

возможно некоторое увеличение a_{cv} в ущерб эффективности и цветопередаче

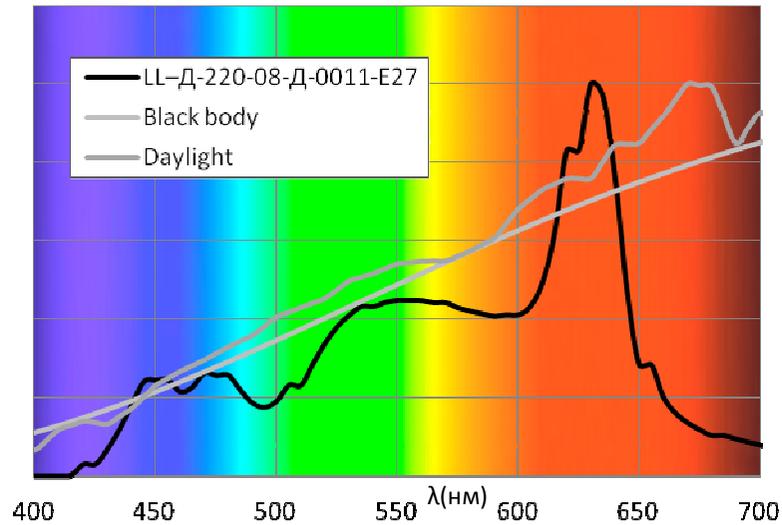




**Значения a_{cV} и a_{bV} для реального светодиодного источника полного спектра,
и опыт использования такого источника в домашнем освещении**



$R_a = 95$
 $\eta = 75 \text{ лм/Вт}$
 $CCT = 3\ 200 \text{ К}$
 $F = 700 \text{ лм}$
 $W = 9 \text{ Вт}$



	a_{cV}	a_{bV}
LED, 3200K	0,42	0,24
daylight, 3200K	0,45	0,25

Выводы

- Спектры белого светодиодного света являются удачным сочетанием цветов, сочетающим невысокие значения a_{cV} и a_{bV} с высокой эффективностью и приемлемой цветопередачей
- При соблюдении нормативов по габаритной яркости и распределению яркости по выходному отверстию, а также при прочих равных условиях, белый **светодиодный свет оказывает на здоровье человека не большее влияние, чем свет традиционных источников света** той же цветовой температуры