

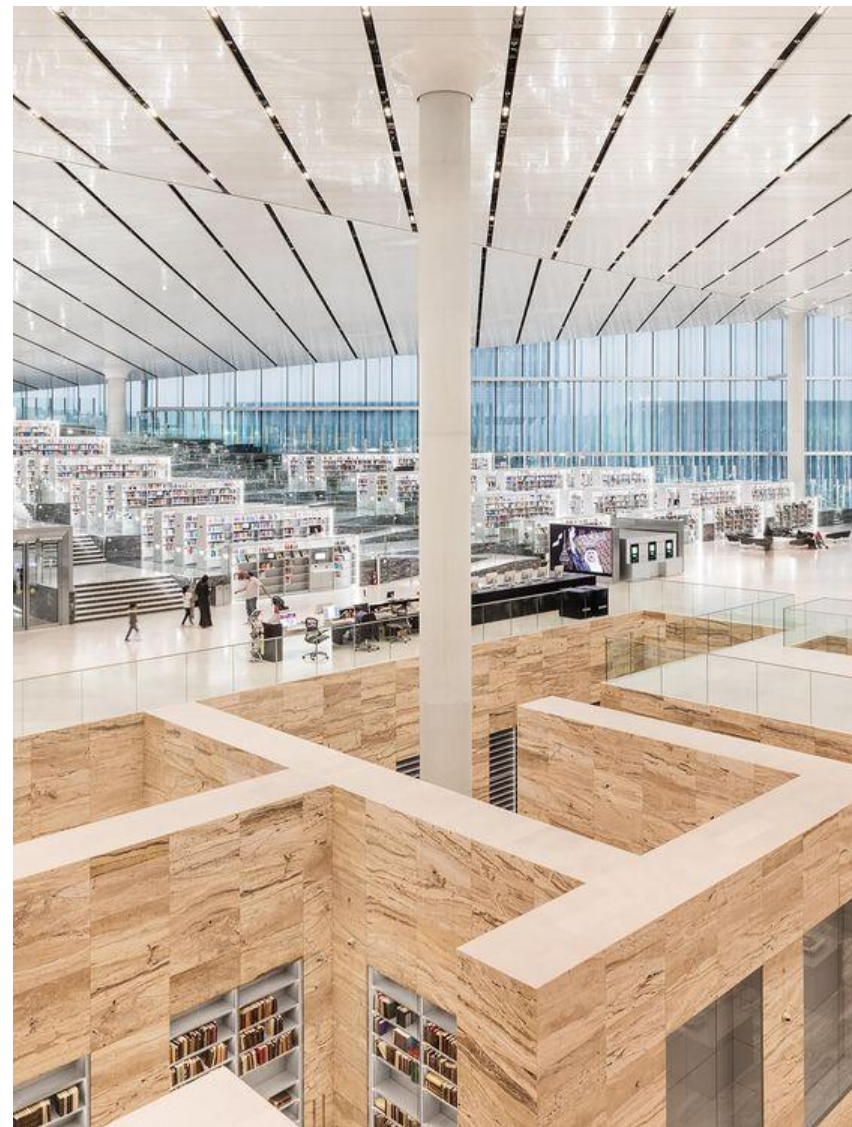
Биоадаптивное освещение НСЛ

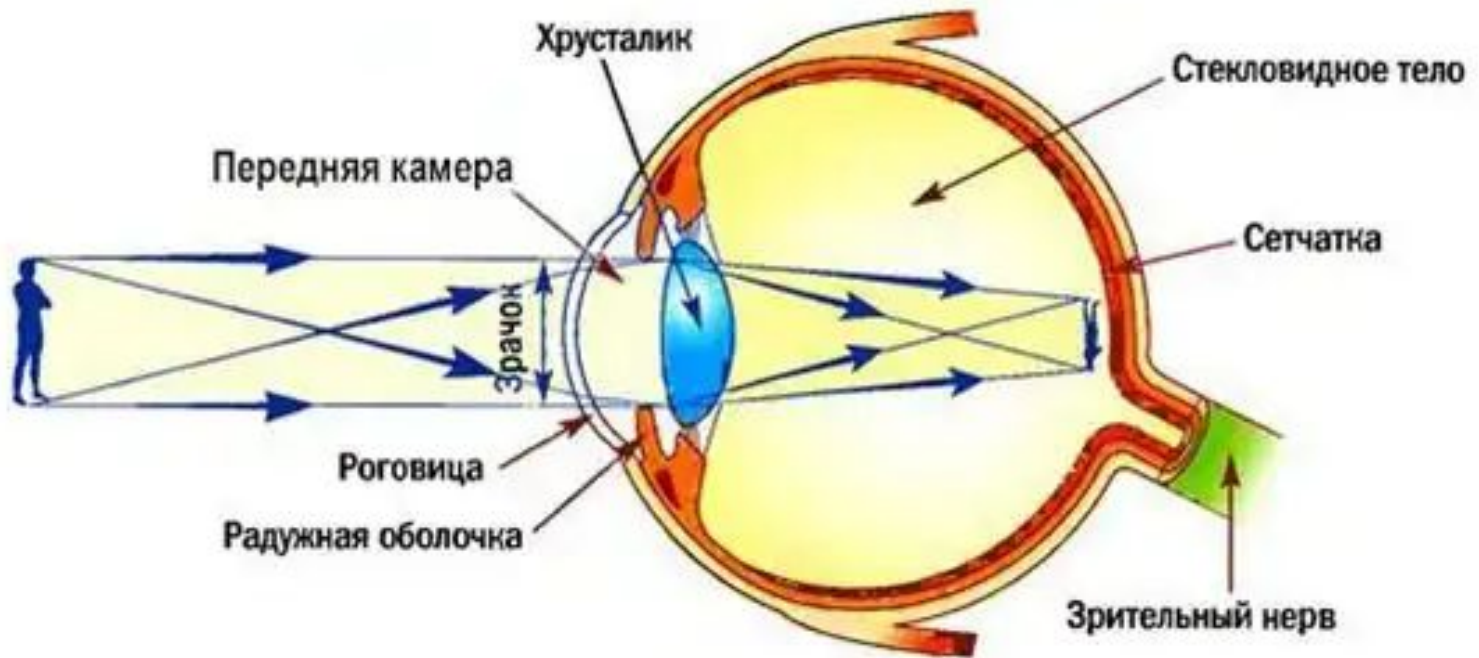
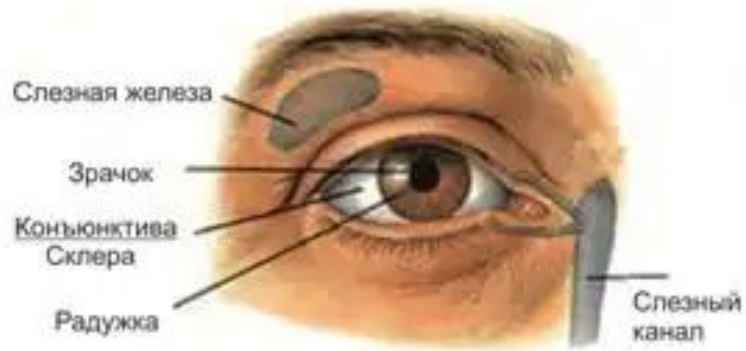
Светодизайн

Оксана Сергеевна

Рымаренко

rosuniver@ro.ru





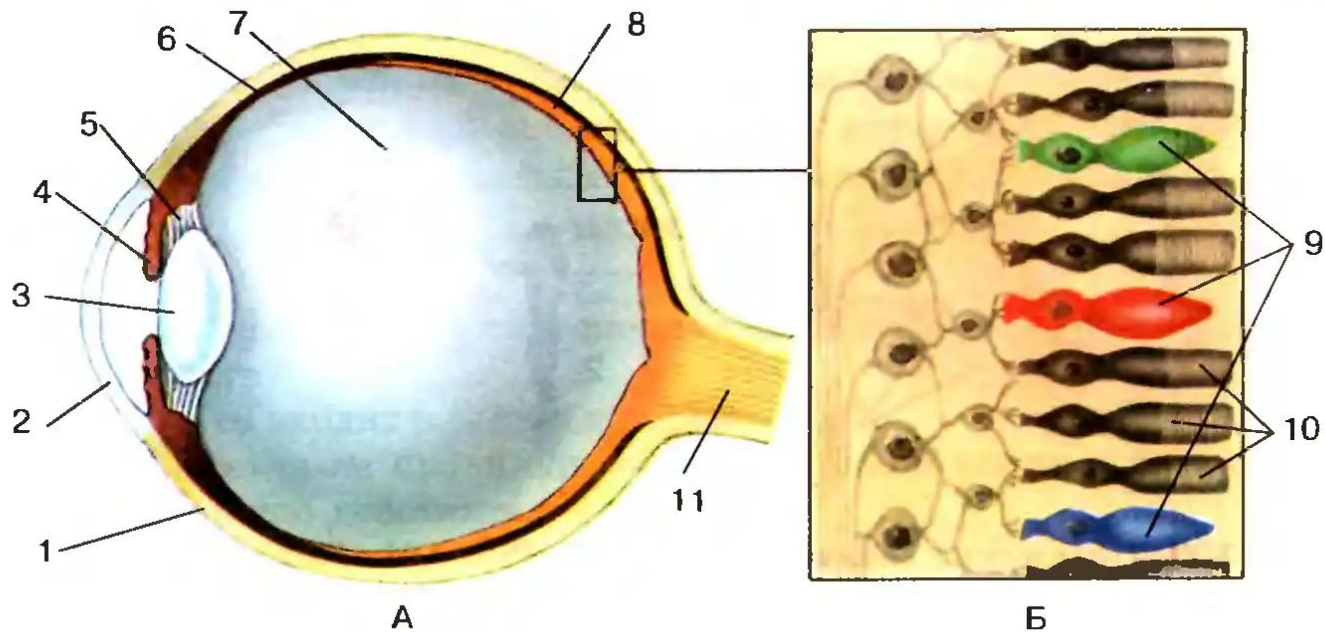


Рис. 102. Строение глаза.

А — внутреннее строение глаза; **Б** — восприятие света: 1 — склера (белочная оболочка); 2 — роговица; 3 — хрусталик; 4 — радужная оболочка со зрачком; 5 — ресничное тело; 6 — сосудистая оболочка; 7 — стекловидное тело; 8 — сетчатка; 9 — колбочки; 10 — палочки; 11 — зрительный нерв

Биоадаптивное освещение

HUMAN CENTRIC LIGHTING

Классический
светотехнический
подход:

- освещенность и
энергоэффективност
ь

HCL:

- акцент на
формировании
правильной
освещенности в
правильное время в
правильном месте

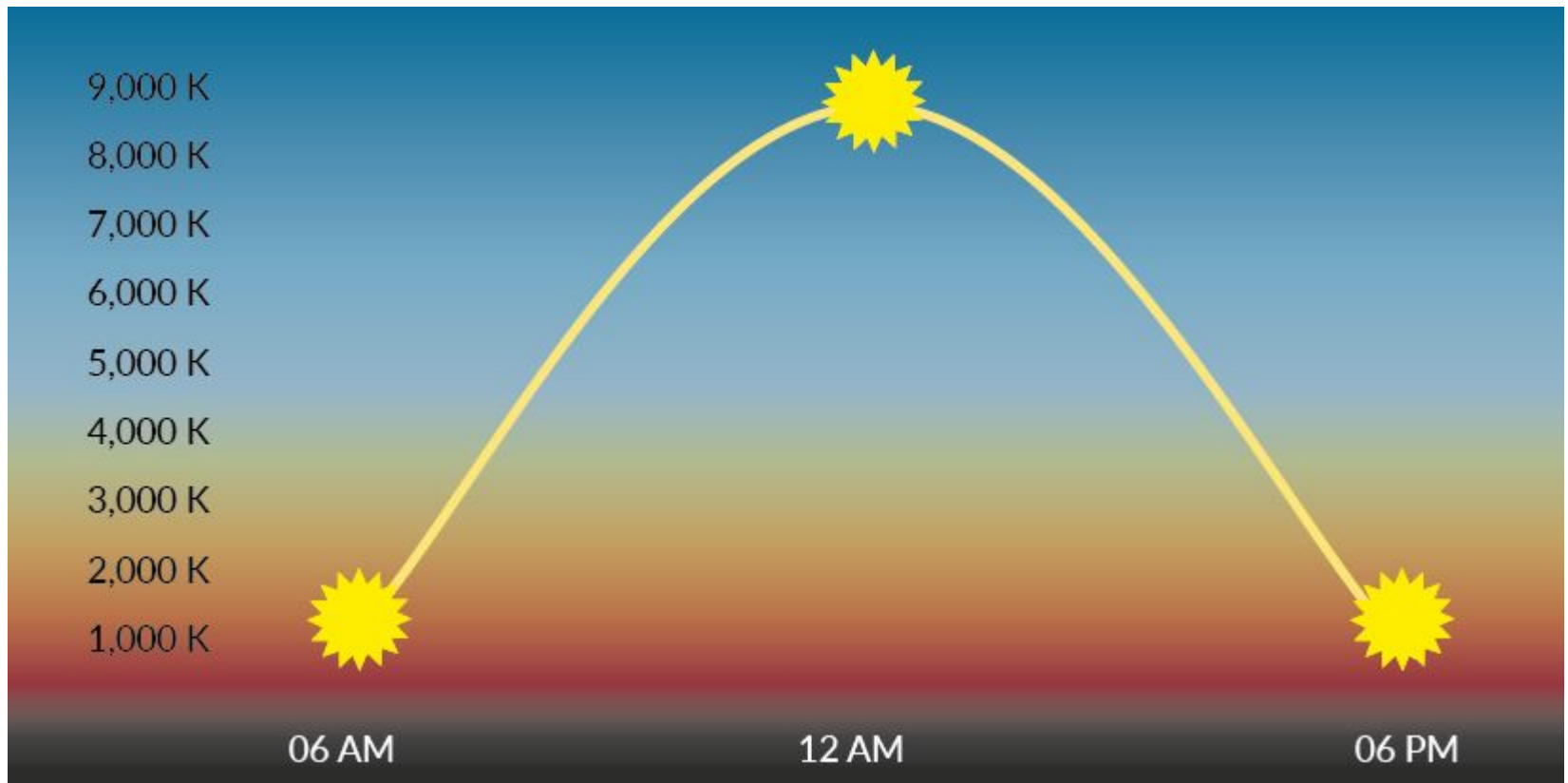
Параметры, принимаемые во внимание НСЛ

- "**цветность**" света, излучаемого осветительными приборами. В светотехнике для фиксации цветовых различий используют величину, называемую **цветовой температурой (К, Кельвины)**. Все стандартные светотехнические приборы излучают свет в диапазоне от $\sim 2700\text{К}$ до $\sim 7500\text{К}$. Условно света на нижней границе диапазона - это теплый белый, на верхней – холодный.

Осветительные устройства, допускающие управление цветовой температурой излучаемого света.

- активность человека значительно увеличивается при $T_{\text{цв}} = 4000\text{-}6000 \text{ К}$ и снижается при $T_{\text{цв}} = 2700\text{-}3500 \text{ К}$.
- Работать в течение всего дня при высоких цветовых температурах ($T_{\text{цв}} \sim 6000 \text{ К}$) – вредно, поскольку уровень вырабатываемого мелатонина может не достичь нормального показателя, что сбьет суточный ритм и может привести к перенапряжению, бессоннице.

Стандартные цветовые температуры

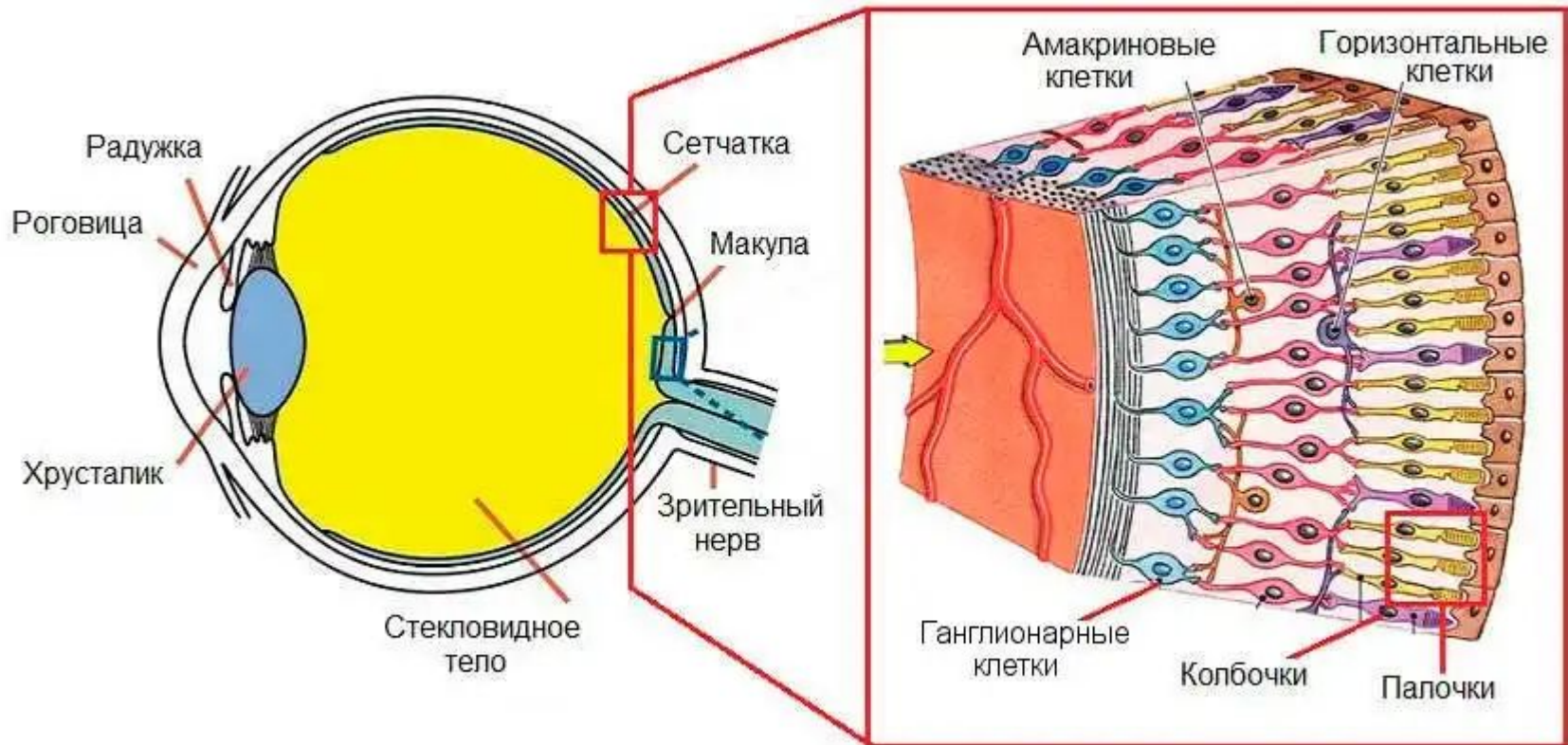


Параметры, принимаемые во внимание НСЛ

- **Цветопередача**. Для хорошей цветопередачи важно, чтобы спектр излучения источника света был более «сплошным» и содержал излучение всех длин волн. Этот параметр характеризуется индексом цветопередачи и обозначается Ra или CRI (Colour Rendering Index). Чем выше индекс цветопередачи (максимальное значение – 100), тем лучше источник света передаёт цвета.

- общее освещение должно быть таким, чтобы нивелировать сезонный дефицит естественного освещения и учитывать функциональные особенности помещения.

помимо палочек и колбочек, на сетчатке присутствует ещё один тип фоторецепторов. Это **ганглионарные** (или «**ганглиозные**») **клетки** типа ipRGC (intrinsically photosensitive retinal ganglion cells)



ганглионарные (или «ганглиозные») клетки

- Они содержат особый светочувствительный пигмент меланопсин (отличный от родопсина палочек и йодопсина колбочек) и реагируют на коротковолновую, **синюю часть видимого спектра с длиной волны от 450 до 480 нм.**
- Особенность этих клеток в том, что они **не участвуют в создании цветового образа в мозгу человека.**
- Импульсы ганглионарных клеток идут от сетчатки к гипоталамусу тремя разными путями, **обеспечивая световое управление циркадными ритмами, а также по отдельному нервному пути обеспечивают реакцию сужения зрачка на свет.**

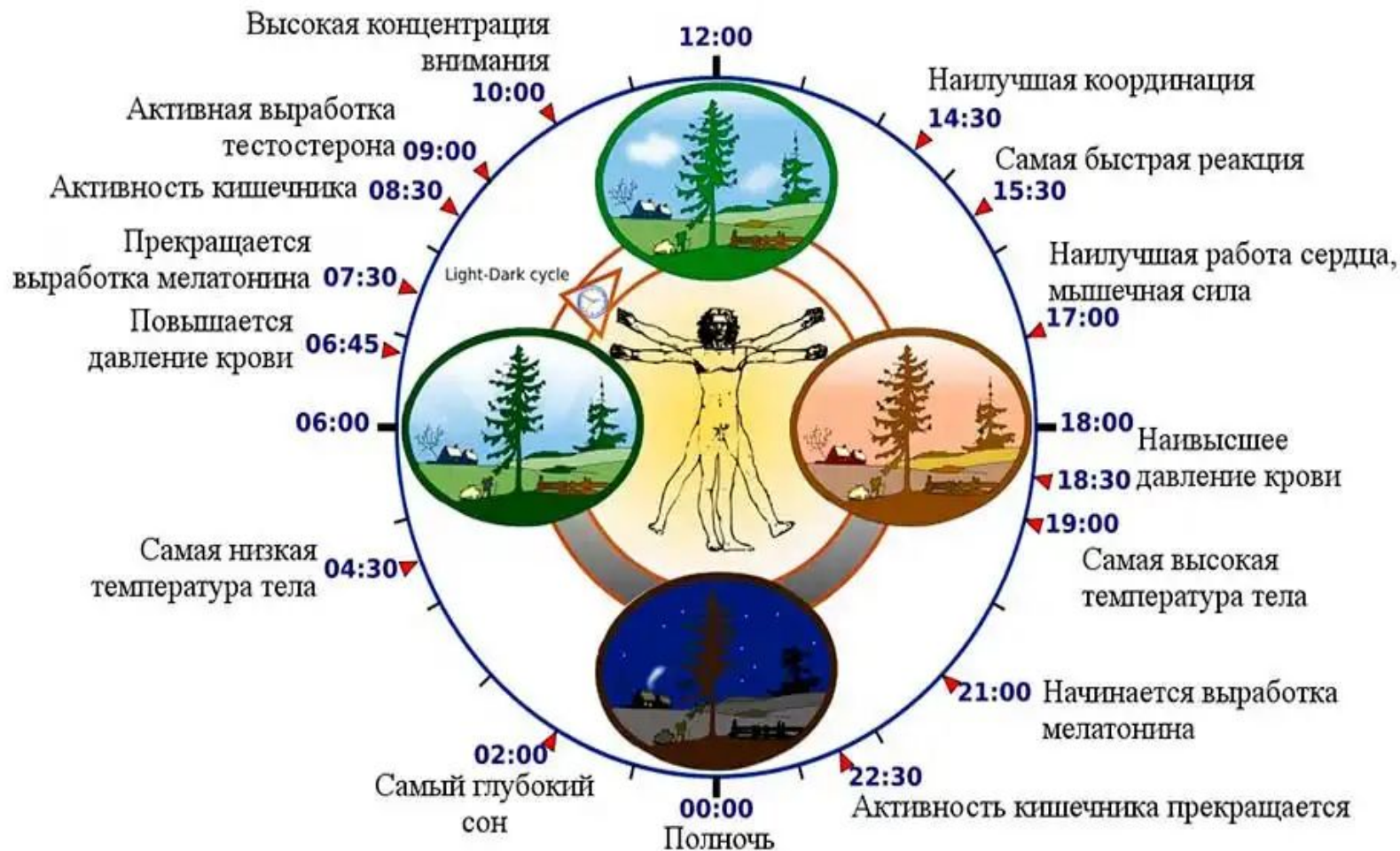
- Октябрь 2017 года в Стокгольме объявили имена лауреатов Нобелевской премии по физиологии и медицине – награду получили ученые из США Джеффри Холл, Майкл Росбаш и Майкл Янг за «открытие молекулярных механизмов, контролирующих циркадные ритмы (биологические часы)»

- «Циркадный ритм — это эндогенный биологический ритм с периодом около 24 часов. Биологический ритм (биоритм) — регулярное, периодическое повторение во времени характера и интенсивности биологических процессов, явлений, состояний, событий».

Циркадные ритмы

- – это наши «внутренние часы», колебания интенсивности различных биологических процессов в организме, связанные со сменой дня и ночи.
- Смена состояний «сон/бодрствование» + в организме человека в течение суток постоянно происходит и смена других состояний, более относящихся к эмоциональным ощущениям: всплеск энергии, бодрость, спад активности, утомлённость, расслабленность...
- **Весь набор состояний, пережитый человеком за одни сутки называется циркадным циклом.**
- На физическом уровне нашими биоритмами управляют гормоны мелатонин, кортизол и серотонин. В зависимости от внешних условий (одним из важнейших факторов влияния является освещение) их концентрация в организме меняется и человек меняет одно состояние на другое.

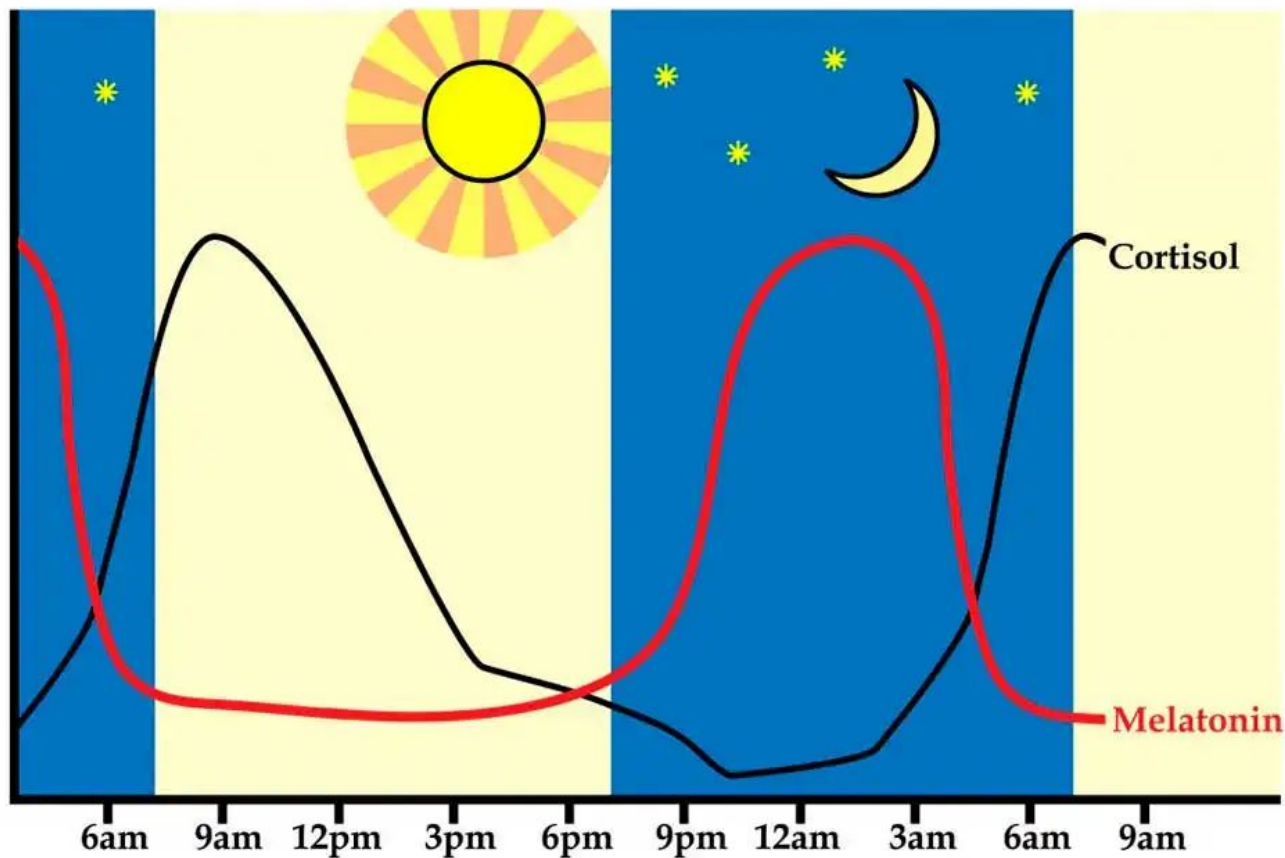
Циркадные ритмы человека



Мелатонин и кортизол

- **Мелатонин** – «гормон сна» **вырабатывается эпифизом только в темноте**. При наступлении дня, когда солнце всходит, и небо становится из чёрного голубым, ганглионарные клетки на сетчатке глаза получают сигнал о том, что появился источник света (а точнее, источник синего света – именно к нему они чувствительны) и начинают блокировать выработку мелатонина.
- **Кортизол** – «гормон бодрости». Главная функция - обеспечение организма энергией, добыча глюкозы. Чтобы поставить в организм нужное количество этого вещества, кортизол перерабатывает жиры в жирные кислоты, а потом в глюкозу. Чтобы утром, когда человек просыпается, у него были силы сразу начать активную жизнь, кортизол насыщает клетки глюкозой примерно с середины ночи. **Пик выработки кортизола приходится на время утреннего подъёма, когда солнце начинает светить в окно**. В пасмурный день кортизола вырабатывается меньше, поэтому человек может ощущать себя вялым, неактивным, ему не хочется двигаться. В ясный, солнечный день напротив наблюдается прилив сил и энергии как бы само собой

Баланс мелатонина и кортизола в циркадном цикле



Кортизол и сератонин

- Серотонин – «гормон счастья», обеспечивает хорошее настроение и общее ощущение счастья. Его синтез облегчается с повышением количества глюкозы в крови, поэтому тесно связан с работой кортизола. Так же, как и он, серотонин активнее вырабатывается при солнечном свете.

СЕЗОННЫЕ, ГОДОВЫЕ ЦИКЛЫ

- Сезонное аффективное расстройство (САР): трудность ранних подъёмов, сонливость, недостаток энергии (как следствие – желание потреблять высокоуглеводную пищу), сложности в концентрации и принятии решений, общее плохое настроение и состояние уныния. С наступлением весны и увеличением времени пребывания солнца над горизонтом эти симптомы уходят сами собой.

Настраивание освещения

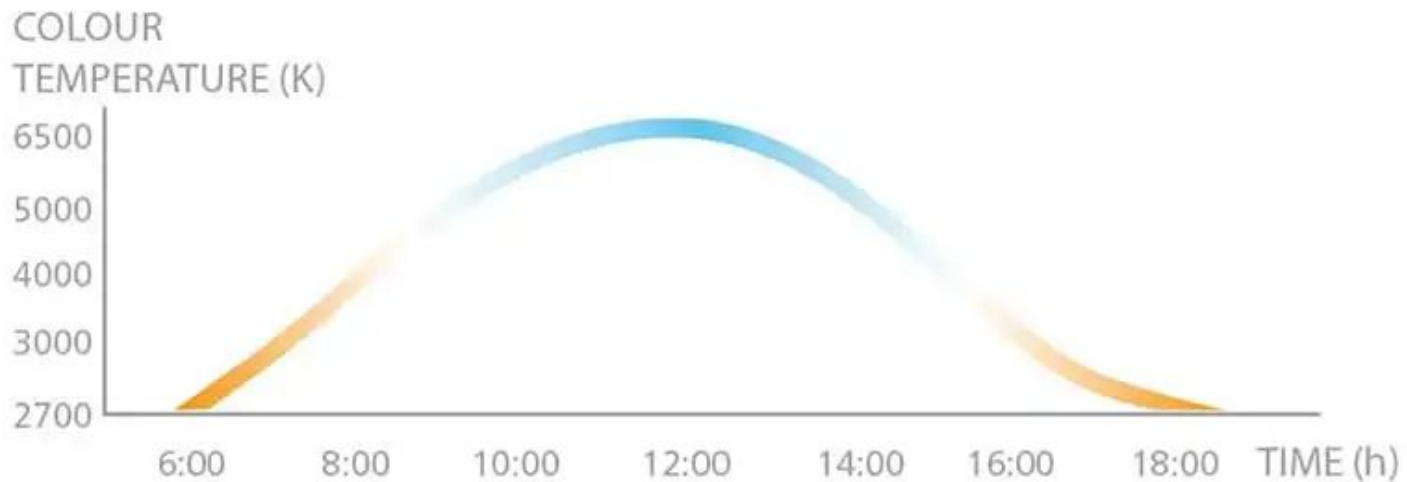
- человеку необходим свет с тем же содержанием синего, что и в спектре солнца. В частности, этим руководствуется стандарт DIN SPEC 67600:2013-04 «Биологически эффективное освещение – рекомендации по проектированию». Производители ламп и светильников стали специально расширять и повышать синюю составляющую в спектрах своих изделий, маркируя их «full-spectrum» (источники света полного спектра) и позиционируя, как помогающие справиться с усталостью и депрессией.
- варьирование параметров излучения во времени: возможность регулировать и яркость, и спектральный состав света.

В течение дня и количественные и качественные характеристики солнечного света изменяются. Утром и на закате свет приглушённый и тёплый, жёлтого оттенка. Днём – «более белый» и намного более яркий.



Изменение цветовой температуры солнечного света в течение дня

Искусственное освещение, максимально приближенное к естественным условиям



Изменение цветовой температуры светодиодных светильников в офисе



Совещани
е



Обе
д

Правила при планировании человеко-ориентированного освещения в офисных

помещениях

1. По умолчанию, в течение дня цветовая температура источников света должна плавно меняться аналогично солнечному свету: от тёпло-белого (утром) к нейтрально- или холодно-белому (днём) и снова к тёплому оттенку (вечером).
2. В зависимости от конкретных рабочих задач должна быть возможность прервать автоматический сценарий и включить нужный режим яркости и цветовых характеристик тогда, когда это понадобилось.

Производители, учитывающие HCL

- Helvar:
<https://www.helvar.com/ru/osveshение-segodnya/biologicheskii-aktivnoe-osveshение/>
- Световые технологии

Реализация сложных решений с автоматическим динамическим изменением цветовой температуры в течение дня: повторением солнечного цикла

Возможности выбора сценария освещения в продуктах Helvar



НСL освещение в главном офисе Helvar



Используя беспроводное управление и программируемые контроллеры DALI, сотрудники офиса могут устанавливать на своих рабочих местах такие цветовую температуру и яркость источника света, которые наиболее комфортны для них в данный момент

Human Centric Lighting В архитектурном бюро RSHP



Светильники в главном пространстве студии в течение всего дня меняют цвет и интенсивность света, отражая естественный солнечный цикл. При этом учитывается и доля естественного освещения, свет, проникающий через окна. Программируемые роутеры (технология Intelligent Colour – «Умный Цвет») с помощью датчиков-мультисенсоров управляют параметрами излучения

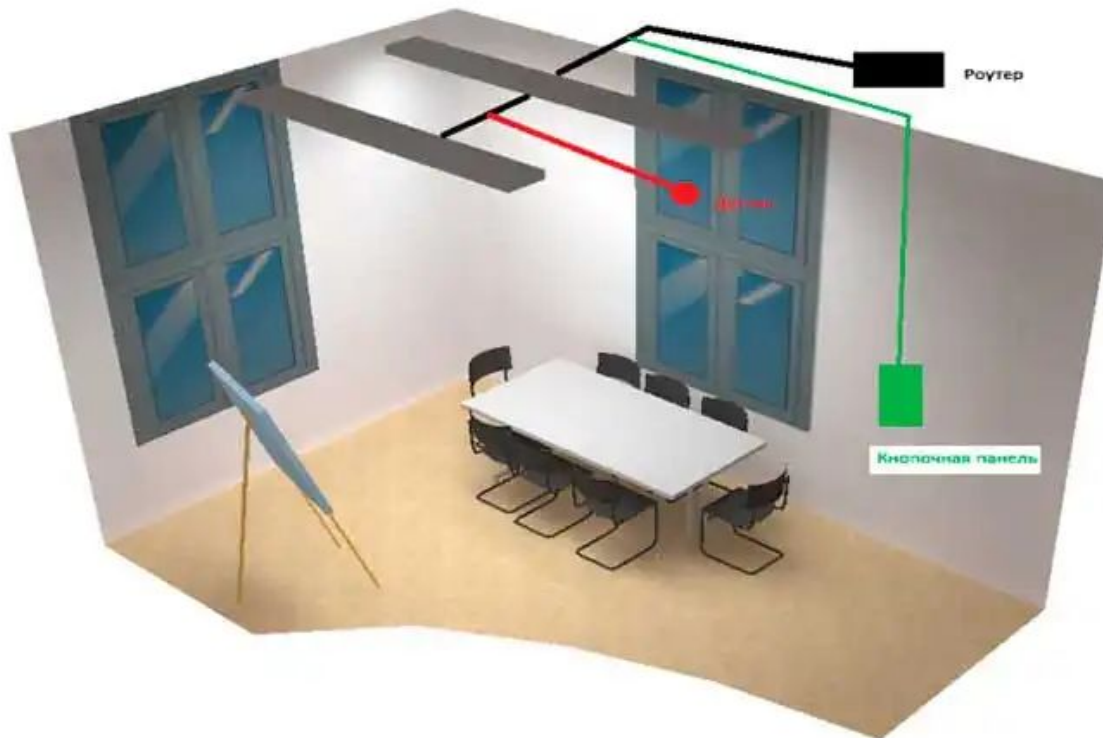
МОСКОВСКИЙ ОФИС КОМПАНИИ «БЛ Трейд»



GALAD Арис с изменяемой цветовой температурой –
в них установлены поровну два типа светодиодов: холодно-белые
(Тцв=6500 К) и
тёпло-белые (Тцв=2700 К).

Управляющие компоненты: драйверы DALI 8, роутер и мультисенсор Digidim

Примерно посередине над
рабочей поверхностью на потолке
установлен мультисенсор. На
стене – управляющая кнопочная
панель.



Видео.

НС1

*Проектная визуализация
решения*

Список литературы

- Entraining Circadian Rhythms, Ian Ashdown, FIES, 21 Jan 2015, <http://agi32.com/blog/tag/biologically-effective-lighting/>
- Human-centric lighting set to drastically improve workplace and individual performance, Mark Halper, 21 Oct 2016, <http://www.ledsmagazine.com>
- People and health – human-centric lighting, light-building.messefrankfurt.com
- <http://humancentriclighting.org>
- Ten human centric lighting stories you MUST read, 18 July 2016, <http://luxreview.com>
- Освещение и биоритмы человека, Кодряну К.И., 11 августа 2008, <http://www.designrules.ru>
- Восприятие света как стимула незрительных реакций человека, Г.К. Брейнард, И. Провенцио, Светотехника №1, 2008
- Светотехника завтра: что самое «жгучее»? В. Ван Боммель, Нидерланды, Светотехника №3, 2010.
- Dali драйверы от moons' с поддержкой технологии tunable white <http://www.lumen2b.ru/hcl-moons/>