**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СВЕТОТЕРАПИИ**

.

**Введение**

На человека на протяжении всей его жизни на земле воздействуют физические силы различной природы – физические факторы, которые являются одним из основных элементов существования живых организмов.

Физиотерапия – область медицины, изучающая физиологическое и лечебное действие на организм человека природных и искусственно создаваемых физических факторов и реализующая их методы в медицинской практике с лечебно-профилактической целью. В зависимости от физических свойств различают методы электро-, свето-, магнито-, вибро-, водо-, теплолечения и другие.

К методам физиотерапии, использующим электромагнитное излучение, относятся методы воздействия магнитным полем (магнитотерапия), методы воздействия различными электрическими токами и зарядами (электротерапия). К этим же методам относится и терапия с использованием света, поскольку он по своей природе также является электромагнитным излучением. В светолечение входят методы, в которых используется энергия светового (видимого), ультрафиолетового и инфракрасного излучения.

Подчеркнем еще раз, что данное направление физиотерапии является одним из способов лечения, основной отличительной чертой которого, является воздействие на организм не химическими факторами или лекарствами, а электрическими токами, магнитными полями, лазером и ультразвуком[[1]](#footnote-1) в безвредных для здоровья дозах.

Неотъемлемой частью при лечении с использованием методов физиотерапии является учет конкретных ситуаций, когда не рекомендуется применять эти методы, вследствие различных противопоказаний. Противопоказания по применению того или иного вида лечения, метода воздействия, как и показания, определяются целесообразностью их применения при определенном заболевании и зависят от особенностей взаимодействия с организмом и совместимостью с другими, одновременно применяющимися факторами воздействия, а также условиями применения и квалификацией лиц, оказывающих лечебные процедуры.

В перечень противопоказаний к применению всех видов физиотерапии относят болезни, при которых имеются выраженные необратимые структурные изменения. К противопоказаниям разумно причислить и ситуации, когда требуется неотложная медицинская помощь. В список противопоказаний физиотерапии включены также болезни, при которых пока не набрано достаточных данных для рекомендаций. При наличии сопутствующих заболеваний (эндокринные, вегетативные расстройства) рекомендуется в индивидуальном порядке решать вопрос о целесообразности лечения с помощью приведенных методов физиотерапии с врачом. С осмотрительностью следует использовать физиотерапию при беременности.

***Основными противопоказаниями при проведении процедур физиотерапии являются:***

хронические заболевания с выраженной патологией:

* выраженный тиреотоксикоз;
* гипертоническая болезнь III степени;
* резко выраженный атеросклероз сосудов головного мозга;
* гипотония выраженная;
* злокачественные образования;
* болезни крови;
* недостаточность кровообращения II и III стадий;
* психические заболевания с явлениями психомоторного возбуждения;
* истерия с тяжелыми судорожными припадками;
* заболевания сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации;
* эпилепсия с частыми припадками;

острые заболевания и некоторые другие состояния:

* активный туберкулез;
* все сроки беременности;
* лихорадочное состояние (температура тела больного свыше 38°С);
* кровотечения и наклонности к ним;
* общее тяжелое состояние больного;
* острые воспалительные процессы в брюшной полости и в женской половой сфере;
* ранний постинфарктный период;
* расстройства мозгового кровообращения (острый период);
* резкое истощение организма.

**Особый интерес к использованию физических факторов** для лечебных целей обусловлен не только их широкими лечебно-профилактическими, реабилитационными и диагностическими возможностями, но и теми преимуществами и особенностями, которыми они обладают по сравнению с другими лечебными средствами.

Одним из важнейших достоинств физических методов лечения является универсальность их действия, благодаря чему один и тот же фактор может применяться при самых различных заболеваниях. Не менее важное достоинство физиотерапии – ее физиологичность. Физические факторы, являясь элементами внешней среды, представляют собой привычные для организма раздражители, к которым в процессе индивидуального развития вырабатываются безусловные рефлексы. Благодаря физиологичности действие физических факторов реализуется по тем же анатомическим путям и теми же механизмами, которые сложились в процессе эволюции и взаимодействия организма с внешней средой.

Не менее важны и такие достоинства физиотерапии, как нормализующий (гомеостатический) характер действия, а также способность оказывать тренирующий эффект, стимулировать компенсаторно-приспособительные процессы в организме.

Физические факторы в терапевтических дозировках, как правило, не обладают токсичностью, не вызывают побочных (в том числе и аллергических) эффектов организма. В этом заключается одно из важнейших преимуществ физиотерапии перед фармакотерапией.

Вместе с тем не следует противопоставлять методы лечения с использованием физических факторов лекарственной терапии и другим лечебным мероприятиям. Они должны органично входить в лечебно профилактический или реабилитационный комплекс как одна из важнейших составляющих частей. К тому же известно, что физические факторы могут потенцировать действие лекарственных препаратов, ослаблять побочное действие некоторых из них, способствовать их биотрансформации.

Достоинством физиотерапии является эффект ее длительного последействия. Суть этого состоит в том, что положительные изменения в организме, терапевтический эффект лечения не только сохраняются в течение довольно значительного промежутка времени, но даже нередко нарастают после окончания курса лечения. Поэтому отдаленные результаты физиотерапевтических процедур бывают лучше тех, что проявляются непосредственно после воздействия. Период последействия может колебаться от нескольких недель (для лекарственного электрофореза, диадинамотерапии и др.) до 4-6 месяцев (грязелечение, бальнеотерапия и др.).

К достоинствам физической терапии можно отнести ее хорошую совместимость с другими лечебными средствами. К тому же физиотерапевтические методы широко и с высокой эффективностью можно комбинировать (сочетать) друг с другом. Возможность применения физических факторов в форме общих или местных процедур в непрерывном или в импульсном режиме, в виде наружных и внутренних воздействий способствует индивидуализации организма к проводимому лечению.

Одним из немаловажных достоинств методов лечения с использованием физических факторов является их доступность, сравнительная дешевизна. В этой связи физиотерапию можно считать массовым видом лечения. Все это гарантирует дальнейшее развитие физиотерапии и расширение использования ее методов в самых различных областях медицины.

**1.  Физические предпосылки метода светотерапии**

Среди всего многообразия физиотерапевтических методов лечения существует один, который следовало бы рассмотреть подробно, во-первых, в силу многовековой истории его использования, во-вторых, поскольку диапазон медицинских показаний к его использованию значительно шире, нежели у других методов физиолечения, и, наконец, потому, что этот метод сочетает в себе и активное и пассивное воздействие физических факторов на живой организм. Это – методы светолечения и цветолечения (видимым и окрашенным светом). К нему же относится и метод созерцания (зрительного восприятия) окрашенных поверхностей или погружения в цветовые ванны.

Светолечение, или фототерапия – это применение в лечебных или профилактических целях инфракрасных, видимых и ультрафиолетовых лучей. В основе лечебного действия cветового излучения различ­ных длин волн лежат фотофизические и фотохимические реак­ции, связанные с поглощением света биотканью. Более обобщенное определение включает в себя такие понятия, как цветотерапия, хромотерапия, свето- и цветопунктура, хромопунктура.

Хорошо известно, что действие света на живые организмы весьма разнообразно (рис. 1.1).

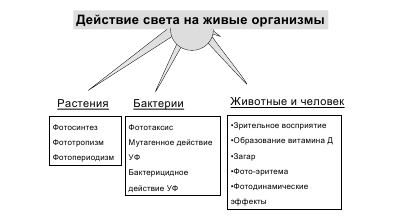


Рисунок 1.1 – Действие света на живые организмы.

Фотосинтез, фототаксис, фототропизм и фотопериодизм[[2]](#footnote-2), зрительное восприятие, покраснение кожи при УФ-облучении, образование витамина D, бактерицидное и мутагенное действие УФ-облучения, фотодинамические эффекты – все эти процессы вызываются действием света и изучаются в разных разделах фотобиологии. Изучение начальных стадий фотобиологических процессов, которые заканчиваются образованием первых устойчивых химических соединений, можно считать областью биофизики.

Важно, что явления, протекающие на первых, биофизических стадиях: поглощение света; перераспределение энергии в молекуле, находящейся в электронном возбужденном состоянии; межмолекулярный перенос энергии, образование первичных фотопродуктов (обычно свободнорадикальной природы) и превращение их в первые химически устойчивые соединения – оказываются общими для всех фотобиологических процессов (рис. 1.2).

Взаимодействие света и живой материи начинается с акта поглощения фотонов и перехода молекул в возбужденное состояние. Этот процесс регистрируется спектрофотометрически, и некоторые аспекты биологической спектрофотометрии изложены ниже.

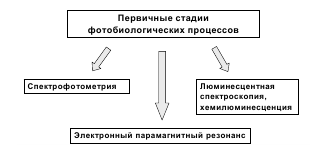


Рисунок 1.2 – Методы изучения первичных стадий фотобиологических процессов.

Высвобождение энергии возбуждения включает высвечивание квантов люминесценции. *Изучение люминесценции представляет* теоретический интерес и является важным этапом фотобиологического исследования. Во многих случаях может происходить перенос энергии электронного возбуждения на соседние молекулы. Интерес к этому явлению, одно время несколько ослабевший, вновь вспыхнул в связи с использованием метода переноса энергии для оценки расстояния между молекулами в биологических системах.

При изучении собственно фотохимических процессов исследователь, прежде всего, сталкивается с необходимостью изучения кинетики и спектров действия фотобиологического явления, затем на повестку дня встает изучение первичных, чаще всего свободнорадикальных стадий фотохимических реакций. Это изучение стало возможным благодаря развитию техники низких температур и быстродействующих методов спектрофотометрии, а также метода электронного парамагнитного резонанса. Заканчивается фотохимическая реакция образованием устойчивых продуктов, что приводит к конечному эффекту – фотобиологическому действию света. Особое место занимает явление хемилюминесценции.

Это явление интенсивно изучается и широко используется в аналитических целях. Оно представляет собой не стадию фотобиологического процесса, а как бы фотобиологический процесс «наоборот», поскольку химические реакции не вызываются поглощением, а сопровождаются испусканием кванта света.

Оптическое излучения широко и успешно используется в медицине (рис. 1.3)



Рисунок 1.3 – Области применения оптического излучения в медицине.

Световое излучение – это поток фотонов. Фотон – это частица, обладающая нулевой массой покоя и скоростью света . Первое из этих свойств означает только то, что фотон в покое не существует. Но в движении он обладает массой, которая проявляется в притяжении фотонов другими телами и в искривлении светового луча около тяжелых планет. Эту массу можно найти из уравнения Эйнштейна, если мы знаем энергию фотона

 (1.1)

Одновременно фотон – это электромагнитная волна, обладающая частотой колебаний  и длиной волны . Соотношение между этими величинами описывается уравнением:

 (1.2)

Энергия фотона связана с частотой электромагнитной волны уравнением Планка:

 (1.3)

из которого следует, что энергия фотона обратно пропорциональна длине его волны

 (1.4)

Коэффициент  называется постоянной Планка и равен .

Из уравнений (1.1) и (1.4) следует, что , откуда находим импульс фотона :

 (1.5)

Полезно помнить, что энергия фотона используется при его поглощении молекулами для осуществления фотохимических реакций, таких, например, как превращения родопсина — светочувствительного пигмента фоторецепторных клеток сетчатки глаза (*хромопротеин*), которые лежат в основе зрения. Импульс фотона проявляется в способности светового потока оказывать давление на отражающую поверхность; на этом основана описываемая фантастами идея фотонной ракеты, перемещающейся за счет светового потока со скоростью света.

В таблице 1.1 даны соотношения между длинами волн и энергиями фотонов для видимого и ультрафиолетового излучения.

Таблица 1.1

Длины волн и энергия оптического излучения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Интервал длин волн, нм | Цвет | Энергия середины интервала, эВ |
| 380 – 490 | Фиолетовый  Синий | 3,03  2,68 |
| 490 – 510 | Сине-зеленый  (голубой) | 2,48 |
| 510 – 550 | Зеленый | 2,34 |
| 550 – 590 | Желтый | 2,17 |
| 590 – 630 | Оранжевый | 2,03 |
| 630 – 760 | Красный | 1,78 |

При этом волновые свойства света проявляются преимущественно в закономерностях его распространения, а корпускулярные – при взаимодействии света с веществом (фотохимический, фотоэлектрический и другие эффекты).

При поглощении лучистой энергии атомами и молекулами тканей организма происходит ее превращение в другие виды энергии, прежде всего в тепловую и химическую.

Согласно основному закону фотохимии, который является следствием закона сохранения энергии, фотохимическое действие может оказывать только тот свет, который поглощается данной системой. Тот свет, который не поглощается данной системой, фотохимических реакций вызывать не будет. Поэтому для рассмотрения энергетики фотобиологического процесса необходимо знать поглощательную способность системы. В этом отношении наиболее существенны два фактора:

1. общее количество поглощаемой энергии или число квантов, поглощаемых в единицу времени (первый фактор). Этот показатель обычно оценивается с помощью оптической плотности объекта;
2. величина поглощаемого кванта (второй фактор)

Первый фактор определяет возможное число реакций, совершающихся в единицу времени, т. е. скорость процесса. Второй фактор определяет энергетику самой фотореакции, т. е. определяет, какая реакция возможна.

Поток световых квантов, проходя через систему, содержащую молекулы вещества, частично отражается и частично ослабляется. Ослабление потока квантов происходит вследствие того, что часть квантов поглощается (захватывается) молекулами.

**1.1. Спектры поглощения некоторых биологически важных соединений**

Вещество неодинаково поглощает свет различной длины волны. Кривая зависимости оптической плотности вещества от длины волны поглощаемого света называется спектром поглощения (рис. 1.4).

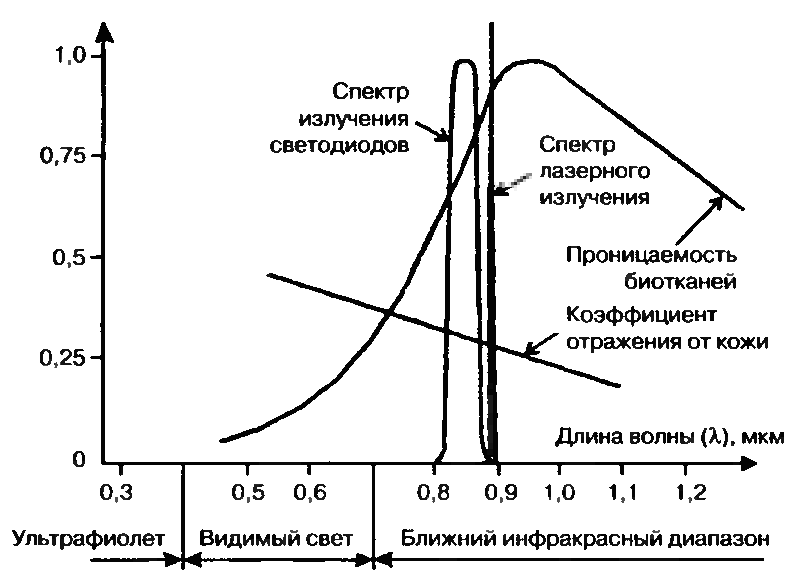


Рисунок 1.4 – Спектральные характеристики биологических тканей.

Обычно спектры поглощения молекул имеют непрерывный характер, но обнаруживают максимумы на той длине волны света, где имеется максимальное поглощение квантов света. На рис. 1.5 приведены спектры поглощения некоторых биологически важных соединений, поглощающих свет в видимой и ультрафиолетовой областях солнечного спектра.

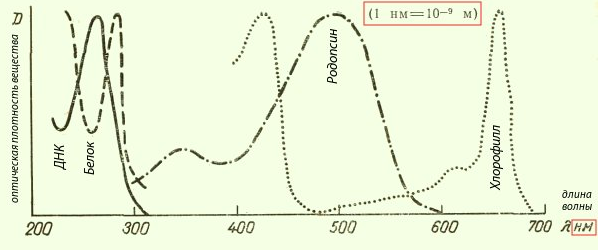


Рисунок 1.5 – Спектры поглощения некоторых биологически важных соединений.

Белки имеют максимум поглощения на длине волны 280 нм, нуклеиновые кислоты – в области 260 нм, родопсин – 500 нм, хлорофилл *а* имеет два максимума поглощения: 430 и 680 нм.

Как видно из рисунка, спектры поглощения имеют иногда довольно сложный вид, характерный для данного вещества и зависящий от структуры и свойств молекул данного вещества.

Изучение спектров поглощения какого-либо фотобиологического процесса позволяет выяснить, какое вещество ответственно в данном процессе за поглощение света. Это достигается в результате сравнения спектров исследуемого процесса и спектров известных веществ. Кроме этого, по положению максимумов на шкале длин волн можно определить длину волны света, преимущественно поглощаемого этим веществом. Знание длины волны поглощаемого света позволяет определить энергию поглощаемых квантов. А по величине энергии поглощаемых квантов можно рассчитывать расположение электронных и колебательных энергетических уровней молекулы, а также переходы молекул из одного энергетического состояния в другое.

**1.2. Спектры отражения**

В некоторых случаях количественную оценку содержания вещества в образце, поглощающего свет, проводят, регистрируя не спектры поглощения, а спектры отражения. Так, например, оценивают содержание гемоглобина в коже. Падающий монохроматический свет (*I*0), проникая в кожу, ослабляется за счет поглощения. Часть света после многократного рассеяния клетками кожи выходит обратно – отражается. Отношение интенсивности отраженного света (*I*) к падающему (*I*0) называется *отражательной способностью*. При эритеме, когда резко усиливается микроциркуляция и повышается содержание гемоглобина в коже, уменьшение отражательной способности в области поглощения гемоглобина (540 и 578 нм) служит количественные критерием эритемы (рис. 1.6).

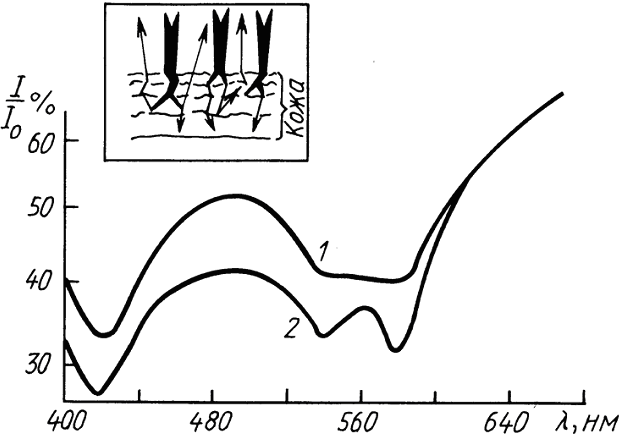


Рисунок 1.6 – Спектры отражения кожи человека: *1* и *2* — участок кожи до и после развития УФ-эритемы; на вставке показан путь света в коже.

**2.  Характеристики светового излучения**

Свойства и физическую природу света, а также взаимодействие света с веществом рассматривают в разделе физики «Физическая оптика».

**Свет –** это излучение. Тела, от которых исходит свет, являются источниками света. Источники света подразделяются на:

* естественные **–** Солнце, звезды, атмосферные разряды, а также светящиеся объекты животного и растительного мира (светлячки, гнилушки и пр.);
* искусственные **–** подразделяются в зависимости от способа получения излучения;
* тепловые **–** электрическая лампочка, пламя газовой горелки, пламя свечи и др.;
* люминесцентные **–** газосветные и люминесцентные лампы.

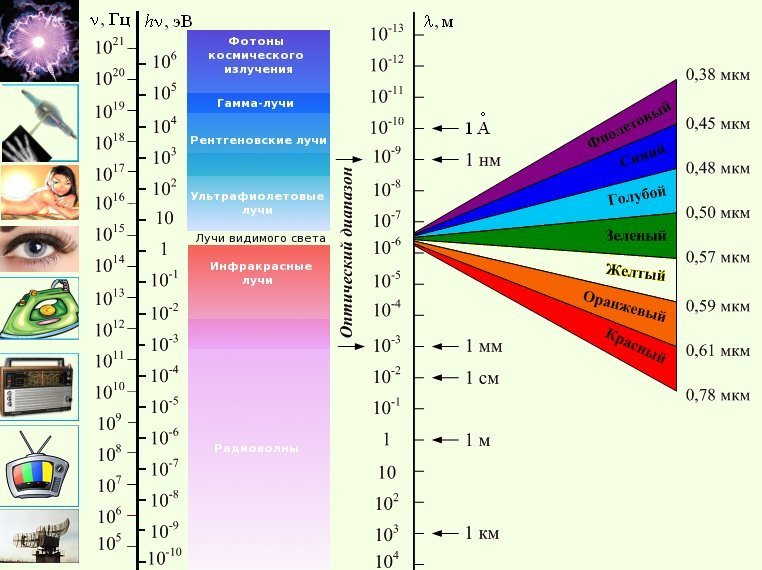


Рисунок 2.1 – Шкала электромагнитного излучения.

Основная физическая характеристика света – частота колебаний и тесно с ней связанная длина волны. Последняя выражается в микрометрах (одна миллионная доля метра, мкм) или нанометрах (одна миллиардная доля метра, нм). Между длиной волны и величиной энергии кванта света существует обратная зависимость: чем короче длина волны света, тем больше энергия его кванта.

Электромагнитное излучение принято делить по [частотным](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0) диапазонам (см. табл. 2.1 и рис. 2.1). Между диапазонами нет резких переходов, они иногда перекрываются, а границы между ними условны. Поскольку скорость распространения излучения (в вакууме) постоянна, то частота его колебаний жёстко связана с [длиной волны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) в вакууме.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название диапазона** | | **Длины волн, *λ*** | **Частоты, *ν*** |
| [Радиоволны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) | [Сверхдлинные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) | более 10 [км](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BC) | менее 30 к[Гц](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%86) |
| [Длинные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) | 10 км — 1 км | 30 кГц — 300 кГц |
| [Средние](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) | 1 км — 100 [м](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80) | 300 кГц — 3 [МГц](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D1%86_%28%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%29#.D0.9A.D1.80.D0.B0.D1.82.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.B8_.D0.B4.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.B5.D0.B4.D0.B8.D0.BD.D0.B8.D1.86.D1.8B) |
| [Короткие](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) | 100 м — 10 м | 3 МГц — 30 МГц |
| [Ультракороткие](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) | 10 м — 1 мм | 30 МГц — 300 ГГц |
| [Инфракрасное излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) | | 1 мм — 780 [нм](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80#.D0.9A.D1.80.D0.B0.D1.82.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.B8_.D0.B4.D0.BE.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.B5.D0.B4.D0.B8.D0.BD.D0.B8.D1.86.D1.8B) | 300 ГГц — 429 ТГц |
| [Видимое излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) | | 780—380 нм | 429 ТГц — 750 ТГц |
| [Ультрафиолетовое](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) | | 380 — 10 нм | 7,5·1014 Гц — 3·1016 Гц |
| [Рентгеновские](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) | | 10 нм — 5 пм | 3·1016 — 6·1019 Гц |
| [Гамма](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0-%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) | | менее 5 пм | более 6·1019 Гц |

Оптическую часть электромагнитных колебаний принято делить на три вида излучений (инфракрасное, видимое и ультрафиолетовое), в каждом из которых можно представить еще несколько поддиапазонов (областей).

Свет с физической точки зрения представляет один из видов лучистой энергии, теснейшим образом связанной с жизнью на Земле и являющейся необходимым условием жизнедеятельности человеческого организма. Как здесь не вспомнить итальянскую поговорку: «Куда не проникает солнце, туда часто приходит врач».

**Инфракрасное излучение** – [электромагнитное излучение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), занимающее [спектральную](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80) область между красным концом [видимого света](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) (с длиной волны *λ* = 0,74 [мкм](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80)) и [микроволновым излучением](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) (*λ* ~ 1–2 мм).

Оптические свойства веществ в инфракрасном излучении значительно отличаются от их свойств в видимом излучении. Например, слой воды в несколько сантиметров непрозрачен для инфракрасного излучения с *λ* = 1 мкм. Инфракрасное излучение составляет бóльшую часть излучения ламп накаливания, газоразрядных ламп, около 50% излучения Солнца; инфракрасное излучение испускают некоторые лазеры. Для его регистрации пользуются тепловыми и фотоэлектрическими приемниками, а также специальными фотоматериалами.

Весь диапазон инфракрасного излучения делят на три составляющих:

* коротковолновая область: *λ* = 0,74–2,5 мкм;
* средневолновая область: *λ* = 2,5–50 мкм;
* длинноволновая область: *λ* = 50–2000 мкм;

Последнее время длинноволновую окраину этого диапазона выделяют в отдельный, независимый диапазон электромагнитных волн — [**терагерцовое излучение**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D1%80%D1%86%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) ([субмиллиметровое излучение](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D1%83%D0%B1%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5&action=edit&redlink=1)).

Инфракрасное излучение также называют «[тепловым](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)» излучением, так как инфракрасное излучение от нагретых предметов воспринимается кожей человека как ощущение тепла. При этом длины волн, излучаемые телом, зависят от температуры нагревания: чем выше температура, тем короче длина волны и выше интенсивность излучения. [Спектр](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80) излучения [абсолютно чёрного тела](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BD%D0%BE_%D1%87%D1%91%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BE) при относительно невысоких (до нескольких тысяч [Кельвинов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B8%D0%BD)) температурах лежит, в основном, именно в этом диапазоне. Инфракрасное излучение испускают возбуждённые атомы или ионы.

Инфракрасные лучи различной длины волны неодинаково отражаются кожей человека: отражательная способность колеблется от нескольких процентов до 40–50%. Пигментация кожи и отек ее уменьшают отражательную способность кожной поверхности. Длинноволновое инфракрасное излучение поглощается большей частью в эпидермисе, в то время как ближние инфракрасные лучи – в коже и подкожной жировой клетчатке. В основе поглощения инфракрасных лучей лежит усиление беспорядочного движения молекул и атомов тканей, то есть лучистая энергия переходит, в основном, в тепловую.

**Видимый свет –** узкий участок электромагнитного излучения, воспринимаемый зрительными рецепторами глаза человека. Этот участок спектра условно можно представить следующими спектральными цветами: *Фиолетовый*  380–420 нм; *Синий*  421–495 нм; *Зеленый* 496–566 нм; *Желтый* 567–589 нм; *Оранжевый* 590–627 нм; *Красный* 628–780 нм.

Видимые лучи кожа поглощает сильнее, чем инфракрасные. Отражение ослабляется, а поглощение возрастает с уменьшением длины волны и при пигментации кожи. Глубина проникновения лучей увеличивается в направлении от фиолетовых к красным, достигая у последних 2–3 см. Энергия видимых лучей поглощается как вследствие усиления движения молекул (атомов) тканей, так и за счет повышения запаса энергии их электронов.

**Ультрафиолетовое излучение** (ультрафиолет, УФ, UV) – [электромагнитное излучение](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), занимающее диапазон между фиолетовой границей видимого излучения и рентгеновским излучением (380 – 10 [нм](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), или 7,9·1014 – 3·1016 Герц).

Биологические эффекты ультрафиолетового излучения в трёх спектральных участках существенно различны, поэтому биологи иногда выделяют, как наиболее важные в их работе, следующие диапазоны:

* Ближний ультрафиолет, УФ-A лучи (UVA, 315–400 нм)
* УФ-B лучи (UVB, 280–315 нм)
* Дальний ультрафиолет, УФ-C лучи (UVC, 100–280 нм)

Практически весь UVC и приблизительно 90% UVB поглощаются озоном, а также водяным паром, кислородом и углекислым газом при прохождении солнечного света через земную атмосферу. Излучение из диапазона UVA достаточно слабо поглощается атмосферой. Поэтому радиация, достигающая поверхности Земли, в значительной степени содержит ближний ультрафиолет UVA и в небольшой доле UVB.

Ультрафиолетовые лучи лишь в минимальной степени отражаются кожными покровами (8–13%), особенно пигментированной кожей (6–8%). Их почти полностью поглощает толща эпидермиса, и лишь в минимальных количествах они могут достигать собственно кожи. Поглощение ультрафиолетовых лучей веществом – внутримолекулярный физический процесс, сопровождающийся переходом молекулы в активное (возбужденное) состояние. Больше всего ультрафиолетовый свет поглощают белки и нуклеиновые кислоты.

Воздействие ультрафиолетового излучения на кожу, превышающее естественную защитную способность кожи к загару, приводит к ожогам. Ультрафиолетовое излучение может приводить к образованию мутаций ([ультрафиолетовый мутагенез](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%B7)). Образование мутаций, в свою очередь, может вызывать рак кожи ([меланому](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0)) и преждевременное старение кожных покровов. Ультрафиолетовое излучение практически неощутимо для глаз человека, но при интенсивном облучении вызывает типично радиационное поражение (ожог сетчатки). Мягкий ультрафиолет (300–380 нм) воспринимается сетчаткой как слабый фиолетовый или серовато-синий свет, но почти полностью задерживается хрусталиком, особенно у людей среднего и пожилого возраста. Пациенты, которым имплантировали [искусственный хрусталик](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%85%D1%80%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BA) ранних моделей, начинали видеть ультрафиолет; современные образцы искусственных хрусталиков ультрафиолет не пропускают.

Основной источник ультрафиолетового излучения на Земле – Солнце. Соотношение интенсивности излучения УФ-А и УФ-Б, общее количество ультрафиолетовых лучей, достигающих поверхности Земли, зависит от следующих факторов:

* от концентрации атмосферного озона над земной поверхностью,
* от высоты Солнца над горизонтом,
* от высоты местности над уровнем моря,
* от атмосферного рассеивания,
* от состояния облачного покрова,
* от степени отражения УФ-лучей от поверхности (воды, почвы).

Создание и совершенствование искусственных источников УФ излучения шло параллельно с развитием электрических источников видимого света. Благодаря этому сегодня специалистам, работающим с УФ излучением в профилактических, санитарных и гигиенических учреждениях, в медицине, сельском хозяйстве и т.д., предоставляются существенно бóльшие возможности, чем при использовании естественного УФ излучения. Существует ряд [лазеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80), работающих в ультрафиолетовой области.

В отношении лазерного излучения можно отметить следующее: кожа человека способна отражать 40–55% падающей энергии лазера, 20–25% ее пропускается и только 25–40% поглощается. Коэффициент отражения лазерного излучения снижается с уменьшением длины волны и увеличением кровенаполнения органа.

Лучистую энергию испускает любое тело при температуре выше абсолютного нуля. При температуре 450–500 градусов Цельсия (°С) излучение состоит только из инфракрасных лучей. Дальнейшее повышение температуры обуславливает излучение видимого света, т.н. красное и белое каление. При температуре выше 1000 градусов Цельсия начинается ультрафиолетовое излучение. Солнце является естественным источником всех видов излучения: от инфракрасного до коротковолнового ультрафиолетового. В искусственных калорических излучателях применяются нити накаливания, нагреваемые электрическим током. Они используются как источники инфракрасного и видимого света. Для получения ультрафиолетового излучения в физиотерапии применяется люминесцентные, например, ртутно-кварцевые лампы.

Влияние освещения на зрение[[3]](#footnote-3) и его практические следствия были предметом ис­следования многих сотен лет. Более 150 лет исследователи полагали, что в глазу имеют­ся фоторецепторы только двух видов: палочки и колбочки. В 2002г. Дэвид Берсон обна­ружил в сетчатке млекопитающих новый тип фоторецепторов, который отвечает за био­логическое воздействие света. Чувствительность нового фоторецептора неодинакова к свету различных длин волн, в частности, оптическое излучение в диа­пазоне 430-470 нм оказывает прямое воздействие на образование в организме че­ловека гормона усталости − «мелатонина».

Организм человека сформировался под воздействием 24-часового биоритма («циркадного ритма») с активной дневной фазой и фазой отдыха ночью. Свет синхро­низирует повторяемость этого биоритма. Световые сигналы регулируют внутренние часы независимо от известных фоторецепторов (палочек и колбочек), благодаря кото­рым видит человек. Г. Ван Бельд утверждает, действие видимого света зависит от уров­ня освещенности, спектральной чувствительности, продолжительности и времени су­ток. Уровень освещенности порядка 1000-2000 лк на глаз в течение 3 часов может привести к фазовому сдвигу от 2 до 4 часов в зависимости от времени суток. Фазовый сдвиг биологических часов является функцией спектральной характеристики излуче­ния.

Если говорить об уровнях освещенности, то речь идет о количестве света попа­дающего в глаз наблюдателя. Освещенность следует измерять на глазах, а не как осве­щенность нормируемую на горизонтальных поверхностях в помещениях, нормируемую в настоящее время. Высокие уровни освещенности на поверхностях внутри поме­щений или на предметах, которые редко попадают в поле зрения, не оказывают значи­тельного биологического воздействия, а энергия света растрачивается.

Достаточно давно известно лечебное действие света (светотерапия) при недос­татке витамина Д в организме, кожных заболеваниях, а также при так называемых «сезонно-зависимых депрессиях».

Механизм незрительных реакций и процесс выработки мелатонина под дей­ствием света. Строение участка мозга, имеющего отношение к рассматриваемым про­цессам представлено на рис. 2.2.

При попадании света в клетки-рецепторы начинается сложная химическая реак­ция (с участием фотопигмента меланопсина) с продуцированием электрических им­пульсов. Эти клетки имеют нервные связи с двумя образованиями в мозгу: супрахиаз-матическими клетками (SCN), являющимися биологическими часами мозга, и с шиш­ковидной железой (эпифизом). Шишковидная железа регулирует секрецию определен­ных гормонов в организме.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1. ретина; 2. оптический нерв; 3. зрительная кора головного мозга; 4. ретиногипоталамусный тракт; 5. супрахиазматическое ядро (SCN); 6. шишковидная железа; 7. спиномозговой ствол; 8. верхний шейный нервный узел   - зрительный путь  - фотобиологический путь |

Рисунок 2.2 – Структуры мозга, обеспечивающие влияние света на функционирование различ­ных систем организма.

В сетчатке глаза световые волны определенной длины волны превращаются в энергию нервного импульса. Эта энергия передается по зрительному нерву в верхнюю часть спинного и в затылочную долю головного мозга, где она не только запечатлевает увиденный образ, но и влияет также на основные центры управления организмом, рас­положенные в головном мозге. Считается, что эта энергия заставляет шишковидное те­ло вырабатывать мелатонин.

Хотя действие мелатонина в организме не вполне ясно, опыты на животных дают основания полагать, что он усиливает функции таких стимулирующих жизнедеятельность организма эндокринных желез, как гипофиз, надпочечники, половые железы и поджелудочная железа. Максимальное количество мелатонина вырабатывается ночью, пик активности приходится примерно на 2 часа ночи, а уже к 9 часам утра его содержа­ние в крови падает до минимальных значений.

Солнечный свет является самым сильным фактором, подавляющим деятельность железы эпифиза по выработке мелатонина (в самом названии лежит греч. слово «тьма»). Действительно, этот гормон, который исполняет ритмо-задающую, анти-оксидантную (противовоспалительную) и имунно-модуляторную функции, может вы­рабатываться только в темноте. Самые оптимальные для его производства условия — это длительный сон ночью в зимнее время. Именно в этих условиях мелатонин, кото­рый призван обеспечить организму правильный переход к темному времени, макси­мально вырабатывается в ядрах гипоталамуса и затем начинает исполнять свою глав­ную роль — обеспечивает перестройку биоритмов и включает иммунную систему.

Ниже мы рассмотрим исключительно свойства видимого света с точки зрения использования его в медицине для целей терапии и диагностики.

**3.  История развития светолечения**

История лечения светом еще раз убедительно подтверждает хорошо известный афоризм: «Новое – это хорошо забытое старое».

Как и многие другие физические методы лечения, фототерапия (греч. phos, photos – свет + therapeia – лечение) родилась в глубокой древности из общения человека с факторами окружающей среды, в частности солнечными лучами. Она зарождалась как лечение Солнцем, или гелиотерапия. Письменные указания о лечебном действии солнечного света можно найти у Геродота (484–425 гг. до н.э.). Однако прочитанные надписи на стенах древних храмов Египта и Рима позволяют считать, что целительное действие солнечного света было известно значительно раньше. Например, надпись на храме Дианы в Эфесе гласит: «Солнце своим лучистым светом дает жизнь».

Первым врачом, рекомендовавшим применение солнечных ванн с лечебной целью, был Гиппократ (460-377 гг. до н.э.). В Древней Греции и Древнем Риме на крышах домов устраивали особые площадки – солярии, на которых с оздоровительными и лечебными целями принимались солнечные ванны[[4]](#footnote-4).

В Древнем Египте, например, был создан специальный храм, посвященный «все исцеляющему лекарю» – свету. В храмах Гелиополиса (города Солнца) сила цвета использовалась для исцеления. Эти храмы были ориентированы по Солнцу таким образом, что солнечный свет, проникая внутрь, распадался на семь цветов радужного спектра. И страдающий недугом «купался» именно в том цвете, который мог ему помочь. Тысячи людей ежегодно оправлялись в паломничество к Висячим Садам Семирамиды, одному из чудес света, чтобы воспользоваться целительным эффектом цветов произрастающих там экзотических растений. А в Древнем Риме дома строились таким образом, чтобы ничто не мешало светолюбивым гражданам ежедневно предаваться «питью солнечных лучей» – так назывался у них обычай принимать солнечные ванны в особых пристройках с плоскими крышами (соляриях). Гиппократ и другие отцы медицины врачевали с помощью Солнца болезни кожи, нервной системы, рахит и артрит. Средневековые врачи, например, Авиценна, который был горячим сторонником и пропагандистом солнцелечения, пытались обуздать красным светом эпидемии оспы. Светом лечились полководец Александр Македонский, поэт Гомер. У царствующих особ всех домов и родов были разработаны целые этикеты приема солнечных ванн. Даже простые люди знали, что естественный свет обладает лечебными свойствами, которые позволяют с успехом лечить многие хронические болезни. Шесть тысяч лет известны его целебные свойства – снимать воспаления, заживлять раны и язвы, укреплять защитные силы организма, восстанавливать нервную систему, лечить сосуды и многое другое.

Физические основы цветотерапии, как метода лечения окрашенным светом, связывают с экспериментами известного английского философа и математика сэра Исаака Ньютона, когда в XVII веке он провел ряд экспериментов с призмой и продемонстрировал, что свет представляет собой совокупность цветов видимого спектра. Он разложил с помощью призмы белый цвет на составляющие и произвольно выделил семь основных цветов спектра (см. рис. 3.1).

Подобное деление спектра на цвета объясняется тем, что И.Ньютон любил число семь, и он добавил оранжевый и синий, чтобы получить эту магическую цифру. В 1735 году патер Кастель догадался расположить цвета по окружности, образовав, так называемый хроматический круг. Тем не менее, оставался важным вопрос о выделении основных и дополнительных цветов.

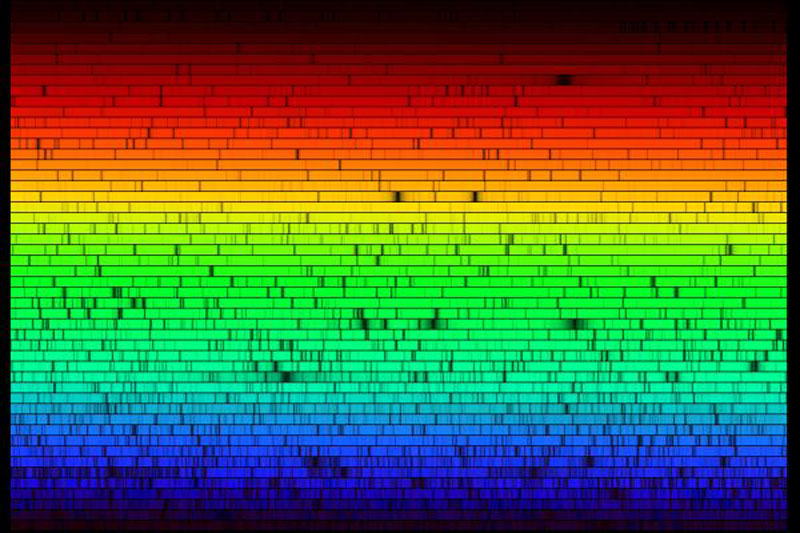


Рисунок 3.1. – Фото из архива Найджела Шарпа.[[5]](#footnote-5)

Г.Гельмгольц предложил трехкомпонентную структуру цветообразования. Он считал, что в зрительной системе существуют фоторецепторы только трех типов, воспринимающие красный, желтый и синий цвета. При раздельном их раздражении образуется восприятие только этих цветов, а при сочетаемом – восприятие других (например, желтый + синий = зеленый, красный + желтый = оранжевый). Действительно, современные исследователи обнаружили, что в колбочках глаза человека существует три типа фотопигментов, которые имеют чувствительность к свету с длинами волн 448, 528 и 567 нм, что соответствует синему, желто-зеленому и красно-оранжевому частям спектра. В противовес Г.Гельмгольцу другой исследователь, Э.Геринг, в 1874 году создал четырех-компонентную систему цвета. Он выделял шесть цветов, два из которых были ахроматическими (не содержащими цвета): черный и белый, а четыре – хроматическими (содержащими цветовой тон): красный, желтый, зеленый и синий. Э.Геринг полагал, что у человека есть три канала цветового восприятия: черно-белый, красно-зеленый и желто-синий, через каждый из которых проходят свои цвета. Разногласия между сторонниками трехкомпонентной системы Г.Гельмгольца и приверженцами четырехкомпонентной системы Э.Геринга были разрешены не так давно усилиями ученых многих стран. К общему удовольствию, было установлено, что правда была в учениях обоих великих исследователей. Фоторецепторы глаза действительно воспринимают цвета по системе Г.Гельмгольца. А вот восприятие цвета в мозгу формируется по трем, так называемым «оппонентным хроматическим осям», которые являют собой те самые цветовые каналы, о которых говорил Э.Геринг.

Возрождение светолечения, как медицинского метода лечения, началось только в конце XVIII века. В 1774 г. французский врач Фор предложил использовать солнечные лучи для лечения открытых язв ног, после чего появился ряд работ, посвященных светолечению. В 1801 г. И. Риттер и У. Волластон открыли УФ-лучи. Годом ранее В. Гершелем открыты инфракрасные лучи. В 1815 г. Дж. Лебель сконструировал специальный аппарат, позволяющий концентрировать солнечные лучи для лечения больных. С тех пор идея применения концентрированного света составляет одно из важнейших направлений в светолечении. В 1816 г. профессор химии И. Деберейнер в Вене опубликовал работу, в которой светолечение впервые рассматривалось с научных позиций, и указывалось на значение длины волны света. Так родилась **хромотерапия** (лечение видимым светом), которая сегодня в виде биотронцветотерапии возрождается на новой основе. В 1855 г. швейцарец А. Рикли в Оберкрайне основал первый санаторий для солнцелечения, а в Вельде (Австрия) был открыт первый институт для гелиотерапии. После открытия химического действия УФ-лучей, а позднее их бактерицидного действия УФ-лучи стали быстро распространяться в лечебной практике. В широком внедрении фототерапии в лечебную практику большую роль сыграли швейцарские врачи А. Ролль и Ф. Бернгард. К этому периоду относится и использование в терапии лампочек накаливания (Ф.Штейн, 1890).

В настоящее время можно выделить три подхода к определению понятия цвет. Это – механический подход И. Ньютона, феноменологический подход Э. Геринга и эстетико-феноменологический подход И. Гёте. Эстетико-феноменологического подхода придерживался известный цветопсихолог Макс Люшер. Согласно М. Люшеру, у людей в процессе исторического развития сформировались определенные цветовые ассоциации с тем или иным видом активности. Так, темно-синий цвет связывался у наших предков с ночью, когда они укладывались спать. Для первобытного человека активность выступала в двух видах: инициативы, «атаки» (он гонится за жертвой) – красный цвет; за ним гонятся, он защищается – зеленый цвет. Отметим, цвет надежды и активности – это ярко-желтый, цвет солнечного дня.

В конце XIX века в США и Франции появились руководства по практическому применению цветовых излучений в медицине (Э. Бэббитт, “Принцип света и красок”, 1878г.; Фово де Курмель, “Хромотерапия”, 1890г.).

Новый виток в развитии светотерапии связан с появлением в конце ХIХ века электрических ламп накаливания, когда вместо естественного солнечного света в медицине стали использовать приборы с использованием искусственных источников света.

В 1892 г. американский врач М. **Мейкер** получил в Германии патент на «электрический аппарат для лечения болезней разного рода» С этого времени началось бурное развитие светотерапии. В прессе появилась масса публикаций на эту тему. Ученые исследовали механизм воздействия света на организм человека. [Лечение светом](http://sjande.ucoz.ru/news/terapija_sinim_svetom_svetolechenie/2012-10-08-11#%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82) стало быстро распространяться и даже вошло в моду. В Берлине существовали светолечебницы, где в год лечилось по 2000 человек.

«Отцом светолечения» по праву называют Нильса Риберга Финзена (1860-1904), который представил первую научную работу по светотерапии. В 1896 г. в Копенгагене им был основан Светолечебный институт, перед которым стояла задача «…изучать влияние света на животный организм по преимуществу с целью практического применения добытых результатов для лечения болезней». С 1887г. во вновь учрежденном институте начали проводить опыты с целью выяснения действия света, оказываемого им на бактерии. Стало понятно, что свет задерживает рост бактерий, а при значительной силе и продолжительности воздействия даже убивает их. Особенно действовал на бактерии концентрированный свет. Если рассеянный солнечный свет убивал бактерии в течение 5 часов, дуговая лампа в 900 свечей – за 8 часов, лампа накаливания – за 11 часов, то концентрированный свет ослаблял бактерии за 1 минуту, а убивал их за 5-7 минут. При этом было доказано, что именно свет, а не тепло воздействует на бактерии (опыты велись на бактериях тифа и других).

Для получения концентрированного света Н.Финзен использовал устройство с ярким источником света – дуговой лампой, системой линз для фокусировки луча и рубиновым фильтром для фильтрации света. Таким образом, излучаемый спектр находился в пределах 0.64-0.68 нм с предполагаемой мощностью излучения около 5-10 мВт. Во избежание ожогов тепловым излучением Н.Финзен применял фильтр с аммиачным раствором медного купороса или воду с метиловой синькой. Н.Финзен настаивал на применении именно рубинового фильтра, подчеркивая, что использование фильтра из крашеного стекла существенно снизит терапевтическую эффективность.

Результаты, достигнутые лечением концентрированным светом, действительно заслуживали внимания: никакой другой известный в то время метод не давал подобного эффекта. Так, например, лечение волчанки было успешным и в косметическом плане, поскольку оно проходило без потери тканей, сохранялось все, уцелевшее от разрушения, а главное – достигалась остановка дальнейшего распространения процесса, и ни в одном случае лечение не оставалось без результата.

Работы Н.Финзена получили признание ученого мира того времени, и в 1903 году он третьим из числа врачей и физиологов был удостоен Нобелевской премии в области Медицины.

Наряду со стремлением поставить на службу природные силы человек всегда старался стать независимым от природы и помочь себе (особенно в борьбе с недугами) техническими устройствами, заменяющими естественный свет. В ряду этих подвижников, кроме уже упомянутых Дж. Лебеля и Н. Финзена, следует назвать плеяду врачей и инженеров, содействующих достижению современного уровня фототерапии. Вот лишь некоторые из этих имен: американский врач Д. Келлог – изобретатель первой электросветовой ванны; русский врач А.И. Минин – автор рефлектора с синей лампочкой, знакомого сегодня каждой семье; Э. Кромайер (1906), Ф. Нагельшмидт (1908), Э. Бах (1911) и Е.З. Иезионек (1916) – разработчики кварцевых ламп, открывшие широкую дорогу искусственным УФ-лучам в лечебную практику. К концу 1920-х годов в медицине наряду с гелиотерапией стали использоваться все диапазоны света – инфракрасные, видимые и УФ-лучи. С этого времени светотерапия начала чрезвычайно быстро развиваться. Проводились исследования как в области изучения механизмов терапевтического действия различных частей оптического спектра, так и в области методологии лечения различных болезней. В этот период на развитие фототерапии наибольшее влияние оказали отечественные исследователи (А.Н. Маклаков, С.Б. Вермель, П.Г. Мезерницкий, С.А. Бруштейн, И.Ф. Горбачев и др.).

Почти одновременно с Н. Финзеном русский врач А.В. Минин предложил лечение некоторых болезней с применением растираний зажженной электрической лампочкой. Он успешно использовал этот метод при лечении кровоподтеков, а также сочленений, пораженных острым суставным ревматизмом, невралгий и некоторых других болезней.

11 февраля 1900 г. в Санкт-Петербурге при Императорском институте экспериментальной медицины с целью проверки эффективности метода Н.Финзена был открыт Светолечебный кабинет. Для опытов использовалась дуговая лампа с силой тока 70-80 А и напряжением 45-50 В (т.е. мощностью 3-4 кВт), дополненная концентраторами света. В 1900 г. поступило на излечение 31, а в 1901 г. – 14 человек с различными болезнями

Длительное время, исследуя возможности света, А.В.Минин писал: «Не могу указать другого болеутоляющего, которое по силе могло бы сравниться с синим светом».[[6]](#footnote-6)

И вправду, офтальмологи считали его «могучим лечебным и облегчающим средством при глазных болезнях», терапевты – во всех случаях, когда жизненные процессы ослаблены (особенно рекомендовался синий свет при физическом или умственном перенапряжении).

Способность синего цвета снижать концентрацию сахара в крови и ацетона в моче позволила использовать его для лечения сахарного диабета; врачевали синим светом и остеомиелит, и трофические язвы. К декабрю 1901 г метод уже получил полное научное признание.

Дальнейший толчок развитию современной теории взаимодействия живого организма с электромагнитным излучением оптического диапазона длин волн дали работы Динша Гадиали. В 1920 году, после 23 лет исследований и клинических наблюдений Динша, как его знали в Америке, усовершенствовал софистическую систему цветовой фототерапии, которую он назвал Спектро-Хромией. Согласно Д.Гадиали, человеческий организм ведет себя как призма, разлагая оптическое излучение на его основные компоненты. Им были обоснованы физиологические эффекты индивидуальных цветов, диапазон которых определялся на спектрометре, и определены в деталях их специфические «свойства». В дальнейшем он разработал конкретные показания применения цветотерапии в отношении большинства патологических состояний и болезней. Д.Гадиали был первым, кто разработал показания для каждого цвета: красного, оранжевого, желтого, зеленого, бирюзового, голубого, синего, фиолетового плюс пурпурного и алого.

За рубежом изучение и освоение методов светолечения продолжалось, свидетельством тому является факт, что в Копенгагене было собрано несколько международных конгрессов по «фотобиологии» – таким термином стал обозначаться метод светового воздействия на живые ткани.

В то же время история светолечения «химическими» лучами в СССР имела свое, неожиданное продолжение.

В первые годы после Великой Отечественной войны метод светолечения был переоткрыт врачом клиники Пермского медицинского института Иваном Павловичем Федоровым, который, как выяснилось, ничего не знал ни о Н.Финзене, ни о его методе. Под руководством И.П.Федорова было построено и весьма успешно эксплуатировалось в клиниках Москвы, Ленинграда и Харькова несколько аппаратов. В Харькове аппарат И.П.Федорова применил профессор, доктор медицины, почетный член общества хирургов Украины и почетный председатель Харьковского общества хирургов Александр Иванович Мещанинов.

Метод оказался исключительно эффективным при лечении ряда заболеваний, практически до тех пор считавшихся неизлечимыми, таких как некоторые кожные болезни, например, волчанка, а также облитерирующий эндартериит, обычно заканчивающийся ампутацией конечностей, гангрена. Метод был апробирован на сотнях больных в разных больницах и поликлиниках в Москве, Жуковском и Харькове.

Несмотря на то, что метод показал высокую эффективность, специально созданной комиссией Минздрава СССР метод И.П.Федорова был запрещен к использованию как «неэффективный», «не пользующийся популярностью» и «ненаучный». «Мы дали Федорову целых 10 дней для того, чтобы он доказал эффективность метода, – сказал один из членов комиссии,– и ничего не увидели, после чего предложили ему забрать свой аппарат и нигде с ним не показываться». И.П.Федоров напрасно доказывал уважаемой комиссии, что десяти дней в таком деле мало, комиссия была неумолима. 18 марта 1960 г. было вынесено решение коллегии Минздрава СССР, которое гласило: «Предложение И.П.Федорова научно не обосновано и не имеет практического смысла». Результатом этого решения явился повсеместный запрет на лечение методом Федорова, что привело к утрате всех уже изготовленных аппаратов.

В начале 60-х годов прошлого столетия были созданы оптические квантовые генераторы – принципиально новые, не имеющие аналогов в природе источники световой энергии, позволяющие получить когерентное, направленное, с высокой спектральной плотностью излучение в световом диапазоне, что определило новое направление в различных областях медицины.[[7]](#footnote-7)

В дальнейшем появление работ американских радиобиологов в области фотореактивации (А.Кельнер,1949), объясняющих эффект фототерапии, а главное – изобретение лазеров, идеальных источников чистого света, удобных в эксплуатации, явилось предпосылкой к продолжению работ в области фототерапии в ее новом качестве – лазеротерапии.

С 1964 года впервые в Казахском университете под руководством проф. В.М.Инюшина начаты исследования биологической активности излучения низкоэнергетических лазеров в красном диапазоне. Вскоре появились первые сообщения успешного практического применения излучения гелий-неонового лазера (ИГНЛ) для лечения заболеваний слизистой рта (Д.Л.Корытный, 1980), болезней позвоночника и суставов (Л.А.Мазо, Б.А.Броэр, 1976) и заболеваний нервной системы у детей (Т.М.Шакирова, В.В.Жуковская, 1969). Установлено, что наибольший биологический эффект оказывает лазерное излучение красной области видимого спектра, а наиболее подходящими источниками света для стимуляции биологических процессов являются гелий-неоновые лазеры (В.М.Инюшин, 1972).

Начиная с середины 70-х годов, лазерная терапия значительно расширяет область своего применения. Монохроматический красный свет гелий-неоновых лазеров с успехом используют в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата воспалительного и дегенеративно-дистрофического характера, переломов костей с замедленной консолидацией (У.Я.Богданович, 1980; В.В.Чаплинский, А.А.Мороз, П.М.Гусар, 1978; М.А.Берглезов, В.В.Вялько, И.С.Коростылева, 1984; В.Е.Илларионов, 1984).

В 1993г. группа французских исследователей под руководством Ж.-М. Вайса и М. Шавелли обобщила накопленные результаты исследований влияния видимого оптического излучения на биологические объекты и на современном языке описала механизмы взаимодействия живого организма со световым излучением. Рассматривая живой организм как некую систему из огромного набора гармонических осцилляторов, нормально функционирующую при условии определенного синхронизма в их поведении, они, по существу, предложили использовать излучение на определенных фиксированных частотах оптического диапазона для восстановления синхронизма, нарушаемого в результате различных заболеваний.

Цветотерапия имеет специфическую особенность балансировать автономную нервную систему, нарушения в которой являются критическими при большинстве хронических и функциональных расстройств, так как регулирует все автономные процессы в человеческом теле: дыхание, частоту сердечных сокращений, функцию желудочно-кишечного тракта, стрессовую реакцию. Свет также может оказывать влияние на контролирующие функции тела. Интересно то, что свет через глаза достигает не только зрительного центра, но также гипоталамуса. Гипоталамус организует информацию из внутренней и внешней среды организма, инициирует стрессовую реакцию, регулирует иммунные и репродуктивные функции, жажду, голод, температуру, эмоции и структуру сна. В нем помещаются биологические часы, контроль над большинством функций гипофиза, и контроль над автономной нервной системой. Энергия света преобразуется в электрохимический импульс, который затем посылается в гипофиз и шишковидную железу. Шишковидная железа является в организме «прибором», реагирующим на свет, и единственной железой, не контролируемой высшей нервной системой. Она трансформирует свет, воспринятый сетчаткой, в нервные импульсы и гормональные сигналы через продукцию мелатонина. Мелатонин продуцируется и высвобождается шишковидной железой в ответ на чередование света и тьмы, связывая нервную и гормональную системы с окружающей средой.

### 4.  Светолечение. Основные понятия

**Светолечением** называется дозированное воздействие на организм инфракрасного, видимого и ультрафиолетового излучения в лечебных целях. В медицине это направление получило название светолечения. Известно, что солнечный спектр состоит из ультрафиолетовых лучей, лучей видимого спектра и инфракрасных лучей. Эти виды электромагнитных излучений широко применяются в медицине. В искусственных излучателях обычно применяются нити накаливания, нагреваемые электрическим током. Они используются как источники инфракрасного излучения и видимого света. Для получения ультрафиолетового излучения в физиотерапии применяются люминесцентные ртутные лампы низкого давления или ртутно-кварцевые лампы высокого давления. Энергия электромагнитного поля и излучения при взаимодействии с тканями организма превращается в другие виды энергии (химическую, тепловую и др.), что служит пусковым звеном физико-химических и биологических реакций, формирующих конечный терапевтический эффект. При этом каждый из типов электромагнитных полей и излучений вызывает присущие только ему фотобиологические процессы, которые определяют специфичность их лечебных эффектов. Чем больше длина волны, тем глубже проникновение излучения. Инфракрасные лучи приникают в ткани на глубину до 2-3 см, видимый свет – до 1см, ультрафиолетовые лучи – на 0,5-1 мм.

**Видимое излучение** (видимый свет) хотя и обладает способностью проникать в кожу на глубину до 1 см, однако действует, главным образом, через зрительный анализатор – сетчатку глаза.

Восприятие видимого света и составляющих его цветовых компонентов оказывает опосредованное влияние на центральную нервную систему и тем самым на психическое состояние человека. Желтый, зеленый и оранжевый цвета оказывают благоприятное воздействие на настроение человека. Установлено, что красный и оранжевый цвета возбуждают деятельность коры головного мозга, зеленый и желтый уравновешивают процессы возбуждения и торможения в ней, синий тормозит нервно-психическую деятельность.

Использование света (цвета) в медицине можно разделить на два основных направления – цветодиагностика и (свето) цветотерапия. Одним из основных видов диагностики с использованием видимого света является восьмицветовой тест М.Люшера. Первая редакция теста, принесшая автору мировую известность, опубликована в 1948 году. Европейские врачи используют короткую версию теста как полезное вспомогательное средство для точной постановки диагноза. К тому же в Лондоне и в других городах Европы активно применяется тест М.Люшера при подборе кадров[[8]](#footnote-8).

В основе (свето) цветотерапии лежит взаимодействие света с биологическими структурами (прежде всего молекулами) тканей, сопровождающееся фотобиологическими реакциями. Характер и выраженность последних зависят от физических параметров действующего света, его проникающей способности, а также оптических и других свойств самих тканей. Решающее значение при этом имеет длина волны оптического излучения, от которой зависит и энергия квантов.

В инфракрасной области энергии фотонов (1,6–2,4)·10-19 Дж достаточно только для увеличения энергии колебательных процессов биологических молекул. Видимое излучение, имеющее фотоны с большей энергией (3,2–6,4)·10-19 Дж, способно вызвать их электронное возбуждение и фотодиссоциацию. Кванты УФ-излучения с энергией (6,4–9,6)·10-19 Дж способны вызывать различные фотохимические реакции вследствие ионизации молекул и разрушения ковалентных связей. Типичными фотохимическими реакциями являются: ***фотоионизация*** – выбивание электрона квантом излучения за пределы молекул, при фотоионизации образуются ионы или свободные радикалы; ***фотовосстановление и фотоокисление*** – перенос электрона с одной молекулы на другую, одна молекула при этом окисляется, а другая восстанавливается; ***фотоизомеризация*** – изменение пространственной конфигурации молекулы под действием света, изменение структуры молекулы; ***фотодимеризация*** – образование химической связи между мономерами при действии света. В дальнейшем энергия оптического излучения трансформируется в тепло или образуются первичные фотопродукты, выступающие в роли активаторов и инициаторов физико-химических, метаболических и физиологических реакций, формирующих конечный терапевтический эффект.

Первый тип энергетических превращений присущ в большей степени инфракрасному, а второй – УФ-излучению. Присущие каждому из видов оптического излучения физико-химические процессы определяют специфичность их лечебных эффектов и методов применения в светолечении. Основными лечебными эффектами инфракрасных лучей являются противовоспалительный, метаболический, местный обезболивающий и вазоактивный, что позволяет их использовать при хронических и подострых воспалительных заболеваниях, последствиях травм опорно-двигательного аппарата, болевых неврологических синдромах и др. Видимые лучи, обладающие психоэмоциональным, метаболическим и противо-воспалительным действием, применяют при лечении ран и трофических язв, неврозов, расстройств сна, некоторых воспалительных процессов. УФ-лучи в зависимости от длины волны обладают различными и весьма многообразными эффектами, в связи с чем они имеют достаточно широкие показания к применению.

Механизм многих болезней, с точки зрения М.Люшера, обусловлен нарушением цветовой гармонии, смешением цветов, а также дефицитом определенного цвета, необходимого для нормальной жизнедеятельности организма (и психической гармонии). По М.Люшеру, если возвратить недостающий цвет, либо очистить его от посторонних примесей, то можно восстановить нарушенное равновесие организма.

Согласно древнекитайской философии:

* в сине-зеленый цвет окрашена печень,
* в красный – сердце, в черный – почки,
* в белый – легкие,
* в желтый – селезенка и поджелудочная железа.

В такие же цвета окрашены и субстанции, вырабатываемые органами:

* в ярко-красный цвет – кровь,
* в желто-зеленый – желчь,
* во всевозможные оттенки желтого – моча.

Если нарушается жизненный баланс, изменяется цвет, возникает болезнь на физическом плане грубой материи: при застойных явлениях кровь становится темно-бордовой, при малокровии – светло-красной. При различных заболеваниях цвет желчи меняется от оливкового до темно-коричневого и зеленого.

Механизм многих болезней обусловлен также дефицитом определенного цвета, необходимого для жизнедеятельности органов и психической гармонии. Если возвратить недостающий цвет или очистить его от посторонних примесей, можно восстановить нарушенное равновесие организма.

Специалисты выделяют определенный механизм действия света и цвета на организм – это воздействие на радужную оболочку глаза, отдельные зоны которой через головной мозг рефлекторно связаны со всеми внутренними органами.

Имеется два основных направления (свето)цветотерапии.

**А.** Непосредственное воздействие цвета на мозг человека:

а) воздействие извне на зрительные пути:

* + рассматривание цветовых слайдов (в том числе под музыку),
  + ношение цветовых очков,
  + воздействие специально подобранных цветовых лучей непосредственно на сетчатку глаза;

б) воздействие необходимым цветом на рефлекторные зоны:

* воздействие на определенные точки акупунктуры («хромо-пунктура»),
* облучение определенных рефлекторных зон и отдельных участков тела цветовыми потоками заданной длины волны;

в) создание необходимого цветового фона во внутреннем, мысленном пространстве с помощью внушения или самовнушения (цветомедитация). По мнению известного американского психотерапевта М. Эриксона, воображаемые раздражители воздействуют гораздо эффективнее, чем реальные.

**Б.** Создание необходимой лечебной среды вокруг больного (по Э. И. Гоникман):

* лечебное воздействие цветом интерьера помещения;
* лечебная одежда определенного цвета и фактуры ткани;
* ношение украшений определенного цвета, в том числе драгоценных камней;
* употребление пищи определенного цвета («кормление цветом»), подаваемой в посуде, цвет которой также специально подобран.

Видимое излучение представляет гамму различных цветовых оттенков, которые оказывают избирательное воздействие на возбудимость корковых и подкорковых нервных центров, а, следовательно, модулируют психоэмоциональные процессы в организме. Красное и оранжевое излучения возбуждают корковые центры и подкорковые структуры, синее и фиолетовое угнетают их, а зеленое и желтое уравновешивают процессы торможения и возбуждения в коре головного мозга и обладают антидепрессивным действием. Огромную роль в жизнедеятельности и работоспособности человека играет белый свет. Именно его недостаточность вследствие сокращения продолжительности дня в осенне-зимний период приводит к развитию сезонной эмоциональной депрессии. При поглощении видимого излучения в коже происходит выделение тепла, которое изменяет импульсную активность чувствительных волокон кожи, активирует рефлекторные и местные реакции микроциркуляторного русла и усиливает метаболизм облучаемых тканей.

В настоящее время применяются, как правило, методики и устройства, позволяющие применять цветотерапию в следующих видах*: терапия с помощью окрашенного света* и *цветопунктура, лазерная (квантовая) терапия, хромотерапия, цветоимпульсная и цветозвуковая терапия*.

**4.1.** **Терапия с помощью окрашенного цвета (Хромотерапия)**

Терапия с помощью окрашенного цвета проводится путем воздействия на зрительный анализатор. Оно осуществляется либо с помощью специальных очков-светофильтров (пассивный метод), либо при рассматривании светящегося экрана, окрашенного в различные цвета радуги (активный метод). В обоих случаях используемый интервал длин волн лежит, как правило, в пределах 380–760 нм, что соответствует, по существу, основной части видимого спектра (от фиолетового до красного). Плотность применяемых светофильтров во всем диапазоне длин волн примерно одинаковая. К сожалению, на сегодняшний день отсутствует какая-либо информация об уровнях нижнего порогового излучения, при которых достигается положительный эффект. Это, несомненно, важный момент, поскольку глаз имеет различную чувствительность к световым волнам различной длины, отличающуюся более чем на три порядка. Наибольшую чувствительность глаз имеет к желто-зеленому цвету (длина волны 555 нм), наименьшую для красной и фиолетовой частей спектра.

**Хромотерапия** – раздел фототерапии, в котором применяются источники с различным спектром видимого излучения. На долю видимого излучения приходится до 15% излучения искусственных источников и до 40% спектрального состава солнечного света. Каждому цвету, как уже говорилось, можно поставить в соответствие определенный спектр видимого излучения.

**4.2. Светопунктура**

**Светопунктура,** известная также как **цветопунктура** или **хромопунктура** – методика, возникшая во второй половине XX века, благодаря развитию высоких технологий и появлению современных источников точечного излучения. Цветопунктура – освещение биологически активных точек (БАТ) с помощью квазиточечных источников света. При этом используются пять-семь длин волн в диапазоне 480–760 нм, соответствующих основным цветам радуги: красный, оранжевый, желтый, зеленый, светло-синий (голубой), синий, фиолетовый. Размер светового пятна на поверхности тела составляет 3-7мм.

История метода уходит корнями в традиционную медицину Востока, в частности, в учение о биологически активных точках. В Древнем Китае существовало целая философия о влиянии различных цветов на органы и системы.

Присутствовали подобные убеждения и у славянских народов. Обычай повязывать на запястье красный лоскуток от зубной боли со стороны выглядит чистым предрассудком, однако это неслучайно, поскольку длина волны красного цвета способна гасить болевые ощущения. Еще в **средние века Парацельс широко использовал цвет для лечения различных недугов. Это его идея, привязывать КРАСНУЮ ткань на рожистое воспаление (метод, кстати, до сих пор не утратил своей актуальности).**

Все эти древние знания, помноженные на современные технологии, и привели к созданию такого метода терапии как цветопунктура – воздействие на биологически активные точки с помощью цветных лучей разной интенсивности. Особый вклад в развитие методики внес немецкий натуропат Петер Мандель. Собрав воедино все свои знания об акупунктуре и влиянии цвета на здоровье человека, он изобрел световой прибор, бесконтактно действующий на биологически активные точки не хуже применяемых в классической акупунктуре игл.

Сеансы цветопунктуры, как правило, проходят в специально оборудованных кабинетах. Воздействие на точки выполняется небольшим прибором с разноцветными светофильтрами, либо лазерными лучами различного цвета.

Ввиду того, что любая функциональная система на уровнях ткани, клетки и тем более внутриклеточном уровне работает на относительно низком энергетическом уровне, в фотохромотерапии, начиная с 70-х годов, на смену лазерным пришли источники с «мягкой» (0,1-2,0 мВт/см2) и средней (2,0-30,0 мВт/см2) плотностями мощности излучения – полупроводниковые светодиоды, характеризующиеся достаточно узкими спектральными полосами излучения в видимом диапазоне спектра. С практикой их применения в рефлексотерапии достигаются новые положительные терапевтические эффекты, в ряде случаев превышающие по эффективности результаты воздействия лазеров. Лазерные установки стали дополняться светодиодными источниками излучения. Это позволило расширить сферу применения данных комбинированных источников света в рефлексотерапии.

В каждом конкретном случае врач индивидуально подбирает необходимые цвета, время воздействия и активные точки, на которые будет идти поток цветных лучей. Точки в светопунктуре используются те же, что и в классической иглорефлексотерапии. Для их нахождения врач использует своеобразную карту тела. В зависимости от цели воздействия выбирается определенный цвет или его оттенок.

Красный цвет стимулирует нервную систему, высвобождает адреналин, улучшает работу желез внутренней секреции, отлично проникает через кожу и ткани, улучшает кровообращение и сердечную деятельность. Но при длительном воздействии способен вызывать усталость и агрессию.

Оранжевый свет тонизирует, улучшает мыслительные процессы, улучшает переваривание пищи и усвоение питательных веществ, что на психологическом уровне помогает найти выход из тяжелой ситуации, очищает от неприятных мыслей и ощущений.

Желтый цвет на уровне органов отвечает за кишечник, печень и желчный пузырь, а потому прекрасно справляется с очищением организма, уменьшает вязкость желчи и застойные явления в желчном пузыре, помогает печени восстанавливаться. Таким образом, желтый цвет обеспечивает чувство оптимизма и улучшает самоконтроль, помогает преодолеть неуверенность в своих силах и способствует лучшей концентрации внимания.

Зеленый нормализует деятельность сердца и сосудов, снижает артериальное давление, снимает головные боли сосудистого характера, способствует восстановлению зрения. Тем самым он успокаивает и помогает сосредоточиться.

Голубой цвет справляется с перевозбуждением, стрессами. За счет охлаждающего и успокаивающего действия синий благотворно влияет на печень, помогая ей справиться с последствиями алкогольной интоксикации. Светопунктура определяет такой цвет, как цвет холодных вибраций.

Синий способен успокаивать, снимать повышенную температуру тела, лечить заболевания щитовидной железы. Синий свет несет ощущение покоя, сдержанности, умеренности. С его помощью можно погасить тягу к спиртному, избавиться от навязчивых соблазнов.

Фиолетовый, так же как синий и голубой цвета, успокаивает нервную систему. Он хорошо нормализует сон, часто используется врачами в терапии посталкогольных неврозов. Правда, чрезмерное увлечение фиолетовым светом может спровоцировать развитие депрессии.

Цветопунктура зарекомендовала себя как один из самых эффективных методов нормализации работы внутренних органов и систем. При правильном подборе длины цветовой волны, времени воздействия и активной точки, методика не вызывает никаких негативных последствий для пациента.

Цветопунктура не имеет абсолютных противопоказаний, осторожность следует соблюдать лишь при повышенной светочувствительности пациента.

Однако, как и любой другой метод рефлексотерапии, **цветопунктуру не рекомендуется применять при наличии онкологических заболеваний, при состояниях, сопровождающихся подъемом высокой температуры, и в острых стадиях любых заболеваний.**

**4.3.** **Лазерная (квантовая) терапия**

**Лазерная терапия** — это применение в лечебных целях ла­зерного излучения низкой интенсивности ультрафиолетового видимого и инфракрасного спектра излучения.

Лазеротерапия является частью физиотерапии.   По клинико-экспериментальным данным, полученным в последнее десятилетие, оказалось, что лазеротерапия обладает уникальными возможностями. Она расширяет микрососуды и образует новые, стимулирует окислительно-восстановительные процессы, активизирует ферменты, изменяет мембранный потенциал. При облучении лазером крови нормализуются реологические показатели крови, увеличивается снабжение тканей кислородом, уменьшается ишемия в тканях организма, снижается уровень холестерина, триглицеридов, сахара, тормозится высвобождение гистамина и других медиаторов воспаления из тучных клеток, угнетается синтез простагландинов, происходит нормализация иммунитета. При воздействии лазером на суставы происходит перестройка субхондральной костной пластинки с оживлением кровообращения в эндоосте и перестройка хряща в фиброзно-волокнистый. При периартрите с кальцификацией сустава после лазеротерапии у 83% больных наблюдается излечение от кальцификации. При проведении лазеропрофилактики послеоперационных асептических ран в нейрохирургии отмечается гладкое течение послеоперационного периода: быстрая нормализация периферической крови и температуры тела, купирование воспалительных проявлений в области послеоперационных швов, послеоперационный рубец приобретает более нежный, эластичный характер.

## Три свойства, присущие лазерному излучению делают его уникальным:

1. **Когерентность.** Пики и спады волн располагаются параллельно и совпадают по фазе во времени и пространстве.
2. **Монохромность.** Световые волны, излучаемые лазером, имеют одинаковую длину, именно ту, которая предусмотрена используемой в лазере средой.
3. **Коллимация.** Волны в луче света сохраняют параллельность, не расходятся, и луч переносит энергию практически без потерь.

### Способы взаимодействия лазерного излучения с кожей

В основе взаимодействия лазерного света с тканями лежат оптические свойства тканей и физические свойства лазерного излучения. Распределение света, попавшего на кожу, можно разделить на четыре взаимосвязанных процесса (рис. 4.1).

**Отражение.** Около 5—7% света отражаются на уровне рогового слоя.

**Поглощение (абсорбция).** Описывается законом Бугера — Ламберта — Бера. Поглощение света, проходящего сквозь ткань, зависит от его исходной интенсивности,  толщины слоя вещества, через которое проходит свет, длины волны поглощаемого света и коэффициента поглощения. Если свет не поглощается, никакого его воздействия на ткани не происходит. Когда фотон поглощается молекулой-мишенью (хромофором), вся его энергия передается этой молекуле. Важнейшими эндогенными хромофорами являются меланин, гемоглобин, вода и коллаген. К экзогенным хромофорам относятся красители для татуировок, а также частицы грязи,  импрегнированные при травме.

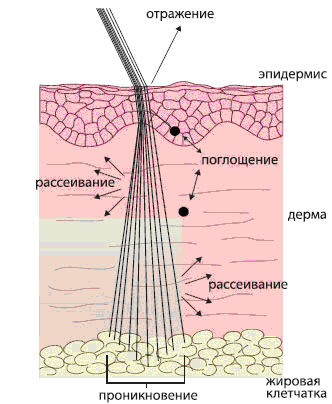


Рисунок 4.1 – Оптические эффекты, наблюдаемые в коже.

Закон Бугера – Ламберта - Бера − физический закон, описывающий поглощение параллельного монохроматического пучка света при распространенииего в поглощающей среде. Закон выражается следующей формулой:

, (4.1.)

где *I*0 − интенсивность входящего пучка, *l* − толщина слоя вещества, через которое проходит свет, *k*λ − коэффициент поглощения, *λ* − длина волны.

**Рассеивание.** Этот процесс обусловлен главным образом коллагеном дермы. Важность явления рассеивания состоит в том, что оно быстро уменьшает плотность потока энергии, доступной для поглощения хромофором-мишенью, а, следовательно, и клиническое воздействие на ткани. Рассеивание снижается с увеличением длины волны, делая более длинные волны идеальным средством доставки энергии в глубокие кожные структуры.

**Проникновение.** Глубина проникновения света в подкожные структуры, как и интенсивность рассеивания, зависит от длины волны. Короткие волны (300—400 нм) интенсивно рассеиваются и не проникают глубже 100 мкм**.** А волны большей длины проникают глубже, так как рассеиваются меньше**.**

Лазерное излучение в оптически прозрачной среде харак­теризуется монохроматичностью (строго определенная длина волны), когерентностью (фаза излучения постоянная во времени и пространстве), высокой направленностью (очень малый угол расхождения луча), поляризацией (фиксированная ориентация векторов электромагнитного поля в пространстве). В зависимости от используемого рабочего вещества лазеры делятся на твердотельные, жидкостные, газовые и полупровод­никовые. Лазерное излучение может быть получено в инфра­красном, видимом и ультрафиолетовом участках спектра. Основными действующими факторами, вызывающими ре­акцию биоткани на лазерное излучение, являются монохрома­тичность и связанная с ней высокая спектральная плотность мощности (вся энергия излучения сосредоточена в очень узком частотном диапазоне). Такие специфические свойства лазерно­го излучения, как поляризация и когерентность, существенной роли в механизме лечебного действия лазера не играют, так как лазерное излучение теряет их уже в поверхностных слоях био­ткани, которая не является оптически прозрачной средой.

Механизм лечебного действия низкоэнергетического лазер­ного излучения изучен еще не в полной мере. Предполагается, что в основе действия лазерного излучения лежит взаимодей­ствие света с фотосенсибилизаторами (молекулы-акцепторы) в тканях организма. Эти молекулы способны избирательно поглощать кванты света определенной длины волны, в резуль­тате чего наступает возбуждение электронов биомолекул и их переход в синглетное состояние. В тканях животных и человека фотоакцепторами красного излучения являются молекулы ДНК (максимум поглощения на длине волны 0,620 мкм), цитохромоксидазы (0,600 мкм), цито-хрома (0,632 мкм), супероксиддисмутазы (0,630 мкм), каталазы (0,628 мкм).

Основными физическими параметрами лазера, определяющими воздействие квантовой энергии на ту или иную биологическую мишень, являются длина генерируемой волны и плотность потока энергии и время воздействия.

**Длина генерируемой волны.** Длина волны излучения лазера сопоставима со спектром поглощения самых важных тканевых хромофоров (рис. 4.2).

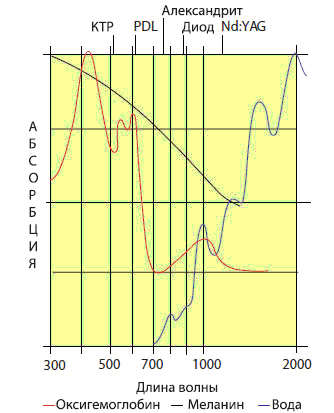


Рисунок 4.2 – Спектральные кривые основных хромофоров кожи.

При выборе этого параметра обязательно следует учитывать глубину расположения структуры-мишени (хромофора), поскольку рассеивание света в дерме существенно зависит от длины волны. Это означает, что длинные волны поглощаются слабее, чем короткие; соответственно, их проникновение в ткани глубже. Необходимо также учитывать и неоднородность спектрального поглощения тканевых хромофоров:

* Меланин в норме содержится в эпидермисе и волосяных фолликулах. Спектр его поглощения лежит в ультрафиолетовом  (до 400 нм) и видимом  (400–760 нм)  диапазонах спектра. Поглощение меланином  лазерного излучения постепенно уменьшается по мере увеличения длины волны света. Ослабление поглощения наступает в ближней инфракрасной области спектра от 900 нм.
* Гемоглобин содержится в эритроцитах. Он имеет множество различных пиков поглощения. Максимумы спектра поглощения гемоглобина лежат в области УФ-А (320–400 нм), фиолетовом (400 нм), зеленом (541 нм) и желтом (577 нм) диапазонах.
* Коллаген составляет основу дермы. Спектр поглощения коллагена находится в видимом диапазоне от 400 нм до 760 нми ближней инфракрасной области спектра от 760 до 2500нм.
* Вода составляет до 70% дермы. Спектр поглощения  воды лежит  в средней  (2500 – 5000нм)и дальней (5000 – 10064 нм) инфракрасной областях спектра.

**Плотность потока энергии.** Если длина волны света влияет на глубину (рис.4.3), на которой происходит его поглощение тем или иным хромофором, то для непосредственного повреждения структуры-мишени важны величина энергии лазерного излучения и мощность, определяющая скорость поступления этой энергии. Энергия измеряется в джоулях (Дж), мощность – в ваттах (Вт, или Дж/с). На практике эти параметры излучения обычно используются в перерасчете на единицу площади – плотность потока энергии (Дж/см2) и скорость потока энергии (Вт/см2), или плотность мощности.

**Дозирование.** Для лазерного излучения применимы общие принципы ле­чебного воздействия физическими факторами. Малые дозы воз­действия оказывают стимулирующий эффект, средние – обезбо­ливающее и улучшающее микроциркуляцию действие, повышен­ные – противовоспалительное, тормозящее действие. Большие дозы оказывают негативное влияние, приводят к обострению патологического процесса.

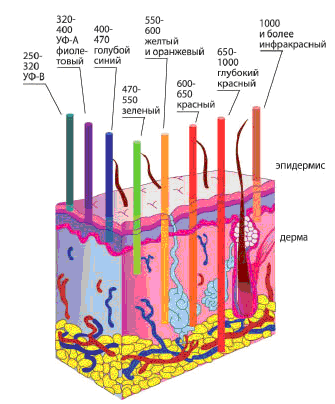


Рисунок 4.3 – Зависимость абсорбции света от длины волны.

Доза облучения лазерными аппаратами непрерывного крас­ного спектра излучения определяется плотностью потока мощ­ности, выраженной в мВт/см2 и временем облучения в минутах, либо плотностью потока энергии, выраженной в Дж/см2 (напом­ним, что энергия определяется как произведение мощности на время).

При одной и той же выходной мощности лазерного аппарата плотность потока мощности изменяется в зависимости от того, сфокусирован или расфокусирован луч красного лазера, что при­водит к изменению активности и глубины проявления лечебных эффектов. При диаметре светового пятна 1 см плотность потока мощности достигает 20 мВт/см2 и более. При этом оптимальное время облучения составляет 3-5 мин. Когда диаметр светово­го пятна равен 5 см, плотность потока мощности не превышает 1 мВт/см2, при этом время облучения должно быть увеличено до 10–15 мин на зону воздействия.

## Реакции ткани на лазерное воздействие. При взаимодействии лазерного света с тканью происходят следующие реакции.

**Фотостимуляция.** Для фотостимуляции используются низкоинтенсивные терапевтические лазеры. Терапевтический лазер по энергетическим параметрам оказывает действие, не повреждающее биосистему, но в то же время этой энергии достаточно для активации процессов жизнедеятельности организма, например ускорения заживления ран.

**Фотодинамическая реакция.** В основе принципа – воздействие светом определенной длины волны на фотосенсибилизатор (естественный или искусственно введенный), обеспечивающее цитотоксический эффект на патологическую ткань. В дерматологии фотодинамическое воздействие используется для лечения вульгарных угрей, псориаза, красного плоского лишая, витилиго, пигментной крапивницы и др.

**Фототермолиз и фотомеханические реакции. П**ри поглощении излучения происходит преобразование энергии лазерного луча в тепло на том участке кожи, который содержит хромофор. При достаточной мощности лазерного луча это приводит к тепловому разрушению мишени**.** Селективный фототермолиз можно применить для удаления пороков развития поверхностно расположенных сосудов, некоторых пигментных образований кожи, волос, татуировок.

**Предупреждение:** учитывая, что главным качеством лазер­ного излучения является его мощное стимулирующее действие, при подозрениях на злокачественные новообразования, а также в послеоперационном периоде после удаления злокачественной опухоли лазеротерапию следует применять крайне осторожно.

**Техника безопасности:** во время проведения процедуры ла­зерной терапии глаза медицинских работников и больного долж­ны быть защищены от прямого и отраженного лазерного излу­чения очками, изготовленными из сине-зеленого стекла СЗС-22 (ГОСТ9411-81Е).

**4.4. Метод Пайлер-светотерапии**

***Поляризация света.*** Термин «поляризация света» имеет два смысла. Во-первых, это свойство света, характеризующееся пространственно-временной упорядоченностью ориентации электрического и магнитного векторов (поляризованный свет). Во-вторых, поляризацией света называют процесс получения поляризованного света. Применение поляризованного света в медицине началось в конце XX века. В середине 80-х годов появились физиотерапевтические аппараты, излучающие видимый поляризованный некогерентный низкоэнергетический (Пайлер) свет. Важной особенностью поляризованного света является его десинхронизация во времени и пространстве (некогерентность), а также очень низкая (неповреждающая) интенсивность потока энергии (40 мВт/см2). Такой поток электромагнитных волн (**Пайлер**/**PILER** Polarized Polychromatic Incoherent Low-Energy Radiation) не нарушает сложных биохимических процессов внутри клеток, органов и тканей и не вызывает сбоев в работе нервной, эндокринной и иммунной систем. Обеспечивается прямая доставка квантов энергии непосредственно к органеллам клетки, расположенной на коже или слизистых, а также к форменным элементам крови, проходящей в кожных капиллярах. Развивается комплекс биофизических ответных реакций, общим итогом которых является многоуровневая оптимизация клеточной функции. Отсутствие побочных неблагоприятных эффектов сводит к минимуму противопоказания и опасность передозировки. С помощью Пайлер-света лечат повреждения покровных тканей (травмы, ожоги, аллергии, воспаления) и нарушения функций иммунной системы опосредованно через неинвазивное восстановление функции форменных элементов крови. Имеются обнадеживающие клинические результаты применения Пайлер-света в лечении пациентов с неврологическими, стоматологическими, урологическими, гинекологическими и другими заболеваниями. В последнее время доказана возможность активации точек акупунктуры и накоплен опыт успешного лечения болевых синдромов путем воздействия на противоболевые точки акупунктуры.

Возможности метода Пайлер-светотерапии существенно расширяются при применении колор-фильтров, изготовленных методом Antic glass (БИОПТРОН КОЛОР терапия). Особенности методики заключаются в воздействии на биологически активные зоны поляризованного монохромного света (шесть цветов) в сочетании со смесями эфирных масел и растительных экстрактов.

Чтобы завершить описание методов светолечения следует упомянуть еще об одном направлении в этом разделе физиотерапии, связанном с использованием модулированного света. Здесь необходимо выделить два подраздела, отличающиеся способом модуляции светового излучения: импульсным сигналом и низкочастотным синусоидальным сигналом.

**4.5. Цветоимпульсная терапия**

**Цветоимпульсная терапия,** или визуальная цветостимуляция – это эффективный безмедикаментозный метод лечения, профилактики и реабилитации, сочетающий цветотерапию и биоритмотерапию. Воздействие осуществляется искусственным видимым светом на органы и системы организма через зрительный анализатор, центральную нервную систему

Аппараты цветоимпульсной терапии состоят из специальных очков с излучателями и электронного блока управления световыми сигналами. Визуальная цветостимуляция проводится пациентам с учетом индивидуального восприятия цвета и ритма.

Красный, оранжевый, желтый цвета и их оттенки оказывают стимулирующее действие. Зеленый, голубой, синий и их оттенки – седативное (тормозное).

Диапазон концепций цветоимпульсной терапии чрезвычайно широк: от квазинаучных учений об энергетических центрах, через которые цвет действует на подчиненные им органы и системы, до биорезонансной концепции, опирающейся на волновую природу света. Особое значение придается концепции ассоциативного цветовосприятия, которая связывает воздействие цвета на психоэмоциональное состояние человека с цветовыми ассоциациями. Так, красный цвет может ассоциироваться с кровью, желтый – с солнцем, синий – с небом и далью, зеленый – с лугом и лесом. По-видимому, механизмы действия визуальной цветостимуляции многообразны, и в настоящее время выделить какой-то один из них практически невозможно. Биоритмотерапевтическая сущность метода связана с ритмической подачей светового сигнала, что способствует нормализации биоритмов зрительного анализатора и биоритмов всего организма, которые бывают нарушены при глазных болезнях, стрессах, различных заболеваниях внутренних органов и нервной системы.

Поскольку цветоимпульсная терапия оказывает положительное воздействие на психоэмоциональное состояние человека, то она наиболее эффективна при неврозах, психосоматических расстройствах, различных заболеваниях внутренних органов, нервной системы и глазных болезнях, оказывает положительный эффект в акупунктурно-резистентных случаях.

Данные, опубликованные офтальмологами по результатам применения цветоимпульсной терапии, показывают ее высокую эффективность в профилактике и лечении глазных болезней. Врачи-офтальмологи отмечают эффективность цветоимпульсной терапии при начальной стадии катаракты, глаукомы, при дистрофии сетчатки, пресбиопии и других глазных болезнях у взрослых.

Особое значение имеет применение цветоимпульсной терапии для профилактики близорукости и снятия зрительного утомления при зрительных перегрузках, в т.ч. при работе на компьютере. Так, для профилактики близорукости детям с 5-6 лет рекомендуются 10-дневные курсы цветоимпульсной терапии не менее четырех раз в год.

По данным многих авторов, цветоимпульсная терапия оказывает положительное воздействие на психоэмоциональное состояние человека и наиболее эффективна в профилактике, лечении и реабилитации невротических и психосоматических расстройств. При оценке эффективности курса лечения выявлена статистически значимая тенденция к улучшению психоэмоционального состояния пациентов: снижению уровня тревожности, депрессии, улучшению самочувствия, нормализации сна и аппетита. Отмечена высокая терапевтическая значимость даже одной отдельной процедуры, что позволяет рекомендовать цветоимпульсную терапию как экспресс-метод для коррекции психоэмоционального состояния, вызванного различными стрессирующими факторами, а также недостаточной освещенностью окружающей среды, в зависимости от времени года и факторов работы.

Выявлена также высокая эффективность цветоимпульсной терапии при лечении психоэмоциональных и вегетативных нарушений у женщин с климактерическим синдромом.

Применение цветоимпульсной терапии в различных областях медицины показало, что она может применяться в комплексном лечении пациентов и как самостоятельный метод в терапии, неврологии, офтальмологии, физиотерапии и т.д. Особое значение придается визуальной цветостимуляции, как безмедикаментозному методу профилактики и реабилитации многих болезней.

**4.6. Цветозвуковая терапия**

**Цветозвуковая терапия** в настоящее время еще не получила такой известности, как выше описанные методы светотерапии. Существуют различные отношения, упорядочивающие взаимодействия цветов и музыкальных нот. Наиболее приемлемая система основана на законе октавы. Слух имеет более широкий диапазон, нежели зрение, потому что в то время как ухо может регистрировать от девяти до одиннадцати октав, глаз может регистрировать только семь фундаментальных цветовых тонов. Красный цвет, таким образом, будучи низшим тоном в цветовой шкале, соответствует **ДО**, первой ноте музыкальной шкалы. Продолжая эту аналогию, оранжевый соответствует **РЕ**, желтый – **МИ**, зеленый – **ФА**, голубой – **СОЛЬ**, синий – **ЛЯ** и фиолетовый – **СИ**. Восьмой цветовой тон, требуемый для завершения шкалы, должен быть в более высокой октаве и уже красный. Точность приведенной аналогии подтверждается двумя обстоятельствами:

1.  три фундаментальные ноты музыкальной шкалы: первая, третья и пятая – соответствуют трем первичным цветам: красному, желтому и голубому;

2.  седьмая, менее совершенная нота музыкальной шкалы, соответствует фиолетовому, наименее совершенному тону цветовой шкалы.

Таблица 4.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нота | Частота звучания нот 1-й октавы, Гц | Цвет |
| **ДО** | **261,63** | **Красный** |
| **РЕ** | **293,66** | **Оранжевый** |
| **МИ** | **329,63** | **Желтый** |
| **ФА** | **349,23** | **Зеленый** |
| **СОЛЬ** | **392,00** | **Голубой** |
| **ЛЯ** | **440,00** | **Синий** |
| **СИ** | **493,88** | **Фиолетовый** |

Данная методика предполагает для усиления терапевтического эффекта светового воздействия модуляцию светового потока соответствующей ему звуковой частотой.

**4.7. Сочетанное воздействие лазерного, светового излучения и постоянного магнитного поля**

Известно, что постоянное магнитное поле заметно уменьша­ет поглощение биотканью электромагнитных колебаний некоге­рентного видимого, ближнего инфракрасного участков спектра и лазерного излучения, увеличивая глубину проникновения све­та в биоткани. Это объясняется главным образом тем, что по­стоянное магнитное поле ориентирует молекулярные диполи биоткани вдоль силовых линий поля, улучшая прозрачность сре­ды. Указанное свойство используется в аппаратах сочетанного воздействия магнитным полем и светом (лазерным излучением), увеличивая эффективность фототерапии.

Для сочетанного воздействия инфракрасным лазерным и не­когерентным световым излучением и постоянным магнитным полем с индукцией около 30 мТл служат, например, аппараты, снабженные кольцевыми магнит­ными насадками.

**4.8. Сочетанное воздействие инфракрасного и видимого излучения**

Инфракрасное излучение – спектр электромагнитных колебаний с длиной волны 750 – 10 000 нм. Проникает в биоткани на 2-3 см и глубже.

Видимое излучение – спектр электромагнитных колебаний с длиной волны 400 – 750 нм. Поглощается поверхностными слоями кожных покровов, вызывая физико-химические сдвиги в тканях организма, близкие по энергетическим параметрам к инфракрасному излучению. Через орган зрения служит источником рефлекторной и условно-рефлекторной деятельности.

В последние годы в лечебной практике появился новый вид светолечения – **фототерапия полихроматическим поляризованным светом** — биоптронтерапия. Аппарат «Биоптрон» является источником света с длиной волны 400–2000 нм, т. е. генерирует видимое и инфракрасное излучение. В основу поляризованного света положен метод отражения в оригинальном многослойном зеркале (поляризатор Брюстера). Линейно поляризованный полихромный свет глубоко проникает в биоткани (2-3 см).

В результате поглощения тканями энергии видимого и инфракрасного излучения происходят молекулярные сдвиги в клетках, ускоряются физико-химические реакции, процессы регенерации и репарации, повышается температура облучаемого участка тела на 1–2 °С. В тканях образуются биологически активные вещества, которые возбуждают терморецепторы, заложенные в коже, слизистых оболочках и ЦНС, вследствие чего возникают физиологические реакции местного и общего характера. Поглощенная тепловая энергия ускоряет метаболические процессы в тканях. Активизация периферического кровообращения и изменение сосудистой проницаемости способствуют рассасыванию инфильтратов.

**4.9. Совместимость лазеротерапии с физиопроцедурами**

Лазерное воздействие на организм может нивелироваться при неправильном сочетании с другими физиопроцедурами. Некоторые же сочетания усиливают действие лазерного излучения. Несовместимо применение в один день лазера и других физических факторов на одну и ту же рефлекторную зону. С некоторыми высказываниями трудно согласиться, практика показывает, что применение электрофореза на сустав, а затем лазерное воздействие или локальная лазеротерапия дают лучшие результаты в лечении.

По-видимому, в будущем дополнительные исследования помогут разобраться в этом вопросе.

**5.  Приборы для светолечения[[9]](#footnote-9)**

**5.1. Аппарат квантовой терапии «ВИТЯЗЬ»**

В последние годы возобновился интерес к лечению синим светом, но уже на высоком современном техническом уровне. Ассоциация «Квантовая медицина» совместно с ЗАО «МИЛТА-ПКП ГИТ» создала аппарат квантовой терапии «**ВИТЯЗЬ»**, в котором наряду с магнито-инфракрасным лазерным воздействием применяется комбинированная светотерапия **синим** и **красным** светом.

За счет совместного и одновременного воздействия вышеперечисленных факторов воздействия достигается явление «синергизма», то есть взаимного усиления биологического эффекта при меньших уровнях дозировки воздействия, что способствует в итоге высокому терапевтическому эффекту.

«ВИТЯЗЬ» – портативная модель, одна из модификаций аппарата РИКТА-ЭСМИЛ, с удобным управлением, с 6-ю встроенными терапевтическими программами, комбинированным светолечением. Аппарат работает от сети, все устройство аппарата размещено в излучателе. Простота управления, функциональная и компактная форма корпуса позволяют эксплуатировать аппарат в больничных и амбулаторных условиях, для оказания само- и взаимопомощи в спортивной практике, и самое главное – в домашних условиях. Таким образом, аппарат «ВИТЯЗЬ» открывает новые перспективы для домашней физиотерапии.

**5.2. АДФТ-4 «РАДУГА»**

АДФТ-4 «РАДУГА»представляет собой аппарат для фототерапии, отличающийся от известных использованием динамического воздействия световым потоком по типу бегущей волны.

Наличие нескольких матриц с набором разных цветовых стимулов и возможностью переключения цветовой гаммы во время проведения терапии существенно расширяет терапевтические возможности аппарата. Диапазон частот модуляции светового потока (скорость пробега цветовой волны) позволяет работать в резонансе с частотами основных систем организма, что в свою очередь значительно усиливает терапевтический эффект. Аппарат АДФТ-4 «РАДУГА» предназначен для офтальмохромотерапии (светолечения) широкого круга офтальмологических заболеваний и может использоваться в условиях специализированных лечебных учреждений, в медицинских пунктах, а также персональными пользователями по рекомендации врача.

**Технические характеристики**

|  |  |
| --- | --- |
| Количество цветоизлучающих матриц | 2 шт. |
| Количество цветов в каждой матрице, всего:    - в режиме ручного задания цвета – 4 | 6   * красный * зелёный * жёлтый * синий |
| - в режиме выполнения программ дополнительно – 2 | * голубой * оранжевый |
| Средняя яркость одного цвета | 200-300мкД |
| Количество источников (светодиодов) в одной матрице | 48 шт. – 8 переключаемых линеек из 6 св.диодов |
| Величина индукции постоянного магнитного поля на рабочей (светоизлучающей) поверхности матрицы | 30±3мТл |
| Форма матрицы | плоская, призматическая |
| режимы работы матрицы:   * «бегущий» (последовательное переключение линеек светодиодных излучателей) * стохастический (хаотическое переключение линеек светодиодных излучателей) * непрерывно-пульсирующий (плавное включение всех линеек и плавное их выключение) |  |
| Диапазон частот переключения линеек светодиодов в бегущем и стохастическом режимах | 1-10Гц |
| Период пульсации в непрерывно-пульсирующем режиме | 3±1с |
| Регулировка яркости свечения матриц | ручная, плавная |
| Диапазон установки времени проведения процедуры | 2-10мин |
| Дискретность установки времени | 2 мин |
| Сигнализация окончания процедуры | прерывистый звуковой сигнал |
| Количество режимов работы – 3:   * **ручной** – с установкой требуемого для процедуры цвета и возможностью переключения на другой цвет (любой из основного набора) во время процедуры, а также с предустановкой времени процедуры; * **автоматический** – с переключением цветов в течение 10мин процедуры по одной (из четырёх) предварительно выбранной программе; * **демонстрационный** – с демонстрацией последовательно всего набора переключаемых цветов, а также демонстрацией работы всех индикаторов. |  |
| Количество одновременно подключаемых к электронному блоку матриц | 2шт. |
| Диапазон изменения угла поворота каждой матрицы относительно оптической оси глаза пациента | ± 90° с фиксацией в: -90°; -45°; 0°; 45°; 90° |

**5.3. «ИРИС»**

Аппарат цветотерапии «Ирис» – современный эффективный прибор для терапевтического облучения цветом различных поверхностей тела, биологически активных точек (цветопунктура) и зон большой площади. В комплект входит 7 основных светодиодов: красный, желтый, синий, зеленый, оранжевый, фиолетовый и белый. Особая конструкция цветодиодов позволяет проводить воздействие как на точки акупунктуры (осуществлять цветопунктуру), так и на зоны большой площади. Используются специальные светодиоды, обеспечивающие нужный эффект.

Прибор имеет 2 канала, позволяя использовать как отдельные цвета, так и их чередование и всевозможные комбинации.

Предусмотрены 4 режима непрерывной и импульсной генерации цветового сигнала, так что врач имеет возможность подобрать индивидуальный курс и обеспечить динамику цветового метода лечения. Возможно использование двумя пациентами одновременно.



Поставляется в комплекте с дополнительными методиками в книге Ф. Паньямента «Цветопунктура для детей и взрослых», практикующего врача-цветотерапевта из Швейцарии.

**5.4. «УЛЬТРАМАРИН»**

Аппарат предназначен для терапевтического облучения различных поверхностей тела, биологически активных точек (цветопунктура) и зон, а также радужной оболочки глаз светом семи цветов радуги: красным, оранжевым, желтым, зеленым, голубым, синим, фиолетовым.

Возможности программируемого аппарата «Ультрамарин»: излучение 7 цветов радуги как в непрерывном, так и в импульсном режиме, в том числе с чередованием цветов.

**Технические характеристики:**

* цвета: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый; два источника света;
* основные режимы: непрерывное свечение/импульсное свечение; частота свечения (для импульсного режима): от 1 Гц до 50 Гц;
* режим свечения/паузы: время свечения и паузы устанавливаются от 1 до 30 секунд;
* длительность импульса свечения (для импульсного режима): от 10 миллисекунд; интенсивность свечения: от 1 до 10; таймер: от 10 секунд до 10 минут;
* возможность формирования программ терапии: программа состоит из последовательности фаз длительностью от 10 секунд, при этом в течение времени фазы аппарат излучает свет, обладающий вышеуказанными характеристиками;
* плотность мощности излучения: 0,2 – 2,0 мВт/см2.

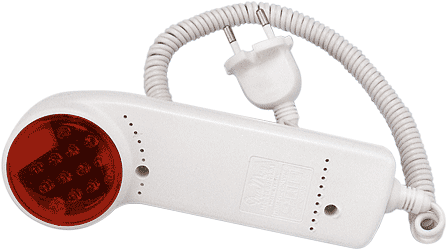
Напряжение питающей сети переменного тока частотой 50 Гц – 220 В, потребляемая мощность – не более 7 Вт;

Аппарат имеет два источника излучения света, которые работают синхронно. Один из них расположен на устройстве – фонарике, другой – на передней панели аппарата. Таким образом, помимо воздействия на различные поверхности тела возможно одновременное воздействие и на радужную оболочку глаз. При этом источник излучения меняет цвет автоматически, в соответствии с программой воздействия.

Аппарат снабжен подробными методическими указаниями.

**5.5. Аппарат световой терапии «ДЮНА-Т»**

В основу действия аппарата «Дюна-Т» положены фотофизические и фотохимические процессы взаимодействия биотканей и клеток с частью видимого спектра оптического излучения, а именно: красного и инфракрасного цветов. При этом от специфического воздействия того или иного спектра оптического излучения на клетки и ткани на первый план выступает интегрированный результат – стандартные биологические реакции организма.

Принципиальным отличием этого аппарата от существующих аналогов является наличие двух режимов работы: в красном и инфракрасном диапазонах одновременно.

Методики применения аппарата, порядок работы описаны в инструкции, прилагаемой к прибору. Подробные методические рекомендации по применению аппарата разработаны врачами.

**Методы применения аппарата:**

* *местное (локальное*) – на пораженную поверхность или проекцию внутренних органов (происходит непосредственно в очаге воспаления – над поврежденным суставом или органом, в области фурункула, раны или рубца);
* рефлекторное – облучение точек, меридианов (воздействие на рефлексогенные зоны: стопы, ладони, биологически активные зоны, согласно принципам восточной медицины);
* общее – облучение проекций крупных сосудов (чрезкожная стимуляция светом вен, артерий, лимфатических каналов, т.е. коллекторов) с целью системного воздействия на организм.

**Воздействие аппаратом может быть:**

* контактным (головка излучателя непосредственно контактирует с неповрежденными тканями над суставами, органами или биологически активными зонами);
* бесконтактным (дистанционное, если расстояние между головкой излучателя и поверхностью раны или очагом воспаления выбирается 1-3 см, с целью уменьшения теплового эффекта);
* неподвижным (статическим);
* подвижным (сканирующим, т.е. во время сеанса прибор перемещают плавными движениями над очагом).

**5.6. БИОПТРОН 2**

Светотерапия БИОПТРОН может использоваться в качестве монотерапии и/или как дополнительный метод лечения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рекомендуемое время сеанса лечения |
| Заживление ран | 2-8 мин |
| Лечение боли | 4-10 мин |
| Дерматологические заболевания и проблемы с кожей | 4-10 мин |
| Педиатрия | 4-10 мин |
| У новорожденных | 4-10 мин |
| Сезонные аффективные расстройства (САР) | 4-10 мин |

Биологический эффект Светотерапии БИОПТРОН определяется, главным образом, такими факторами, как:

* *Поляризация света.* Свет прибора БИОПТРОН поляризован: волны света распространяются в параллельных плоскостях.
* *Полихроматичность.* Электромагнитный спектр прибора БИОПТРОН включает видимый спектр и часть инфракрасного излучения. В его спектре нет ультрафиолетовых волн.
* *Некогерентность.* В отличие от лазерного излучения, свет прибора БИОПТРОН некогерентный (отсутствуют фазовые совпадения). Волновое движение несинхронизировано.
* *Низкоэнергетический свет.* Свет БИОПТРОН достигает области воздействия с постоянной, но невысокой интенсивностью. Эта интенсивность энергии обладает биостимулирующим действием, положительно влияющим на различные биологические процессы в организме.

Свет БИОПТРОН оказывает биостимулирующий эффект:при воздействии на кожу происходит стимуляция светочувствитель-ных клеточных структур. С этого начинается цепь клеточных реакций и запуск так называемых «вторичных ответов», которые не ограничиваются только областью воздействия света на кожу, а распространяются на весь организм. Светотерапия БИОПТРОН стимулирует и нормализует регенеративные процессы организма, а также его защитную систему. Светотерапия БИОПТРОН способствует естественной регенерации организма, укрепляет иммунную систему и улучшает здоровье.

**Описание прибора**

БИОПТРОН 2 был разработан для использования в больницах, клиниках, а также в домашних условиях. Дополнительно поставляемые стойки обеспечивают ещё большее удобство применения.

**Размещение прибора**

Если не используется специальный штатив, прибор БИОПТРОН 2 может быть установлен тремя различными способами. Корпус прибора спроектирован таким образом, чтобы обеспечить необходимое охлаждение во всех трех положениях. Убедитесь, что вентиляционные отверстия в овальной крышке и вентилятор ничем не загорожены. При установке прибора БИОПТРОН 2 с помощью штатива пользуйтесь инструкциями по применению штатива.

|  |  |
| --- | --- |
| a17121a | *вид сбоку*  1 пластмассовый корпус  2 овальная крышка с вентиляционными отверстиями  3 стойки-ручки  4 панель управления и дисплей  5 блок питания и предохранители  6 ультрафиолетовый фильтр  7 регулятор галогеновой лампы  8 основание 9 вентилятор |
| вид спереди  a17121b | вид снизу a17121c |

**Предупреждение!**

* Обращайтесь с прибором осторожно: стеклянные и пластмассовые элементы являются хрупкими!
* Обеспечьте свободный доступ воздуха к вентиляционным отверстиям на корпусе прибора, чтобы гарантировать достаточную степень охлаждения.
* Используйте только оригинальные стойки и штативы. Изготовитель не несет ответственности, если повреждение прибора произошло вследствие использования других стоек и штативов.

**Включение прибора и установка времени**

* Подключите лампу БИОПТРОН 2 в соответствующую розетку электрической сети с помощью входящего в комплект шнура питания. Убедитесь в плотности соединения контактов.
* До начала сеанса Светотерапии установите необходимую продолжительность сеанса нажатием кнопок «+», и Дисплей покажет выбранную продолжительность сеанса в минутах. Продолжительность сеанса Светотерапии может быть установлена в пределах от 1 до 95 минут.
* Нажатие кнопки «START» вызовет постепенное включение галогеновой лампы. Такой «мягкий пуск» обеспечивает щадящий режим включения чувствительного галогенового источника света. Завершение сеанса отмечается звуковым сигналом, после чего интенсивность света снижается, в то время как дисплей продолжает светиться.
* При необходимости лампа может быть выключена во время сеанса нажатием кнопки «STOP».
* После использования отключите прибор от сети во избежание ненужного потребления энергии блоком питания.

**Применение**

Прежде чем начать сеанс Cветотерапии важно очистить кожу от загрязнения и жира. Система Светотерапии БИОПТРОН идеально дополняет традиционные медицинские и косметические средства для оздоровления организма, а при определенных показаниях может служить и полноценной монотерапией.

*Перед тем как ввести в свою повседневную практику Светотерапию, мы рекомендуем также проконсультироваться с врачом по поводу целесообразности применения дополнительных лечебных процедур.*

1. Светотерапия БИОПТРОН – это неотъемлемая часть Вашей ежедневной оздоровительной программы. В зависимости от процедуры она займет лишь несколько минут один-два раза в день. Для достижения максимального эффекта биостимуляции при использовании Светотерапии БИОПТРОН следует полностью расслабиться. В идеале, сеансы должны проходить по несколько минут утром и вечером.

2. Очистите участок кожи, на который Вы будете применять светотерапию.

3. Расслабьтесь и направьте световой поток на обрабатываемый участок кожи под углом 90°. Расстояние между светофильтром прибора и обрабатываемой поверхностью должно составлять не менее 10 см. Проследите за тем, чтобы в течение сеанса луч света не смещался. Большие участки необходимо обрабатывать по частям.   
4. Используйте Светотерапию БИОПТРОН ежедневно утром и вечером в течение 4-10 минут (рекомендуемое время лечения смотрите в разделе «Общая информация») или согласно рекомендациям Вашего лечащего врача.

5. Если требуется обработать следующий участок – повторите действия, описанные в пунктах 2-4

6. После каждого сеанса отключайте прибор от электрической сети.

**Краткие указания и рекомендации**

*Во время обработки* следует сохранять расстояние 10 см от поверхности кожи до источника света под нужным углом (90°). Особенно важно, чтобы это расстояние оставалось постоянным в тех случаях, когда известно, что тепло может навредить обрабатываемому участку тела.

*Во время светотерапии в области глаз* для Вашего собственного комфорта держите их закрытыми. Хотя свет и безопасен для глаз, из-за своей интенсивности он может вызвать временные неприятные ощущения. Тем, кто носит контактные линзы, мы рекомендуем удалить их перед сеансом светотерапии и держать веки закрытыми во время обработки.

*Большие участки* поверхности тела должны быть обработаны по частям, пока не будет обработан весь участок. Любой участок, на который направлен световой поток, имеет свой индивидуальный цикл лечения.

**Технические характеристики**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры электросети | 100-240 В, 50/60 Гц |
| Энергопотребление | 1,4 -1,0 А |
| Предохранитель | T2A/250 В |
| Номинальная мощность лампы | 90 Вт |
| Защитное стекло | Класс I, IP 20 |
| Масса с штативом | 4,3кг |
| Температура окружающей среды |  |
| – при эксплуатации | +10°C +40°C |
| – при хранении | – 30°C +45°C |
| Длина волны | 480-3400 нм |
| Степень поляризации | >95% (590-1550 нм) |
| Удельная мощность | 40 мВт/см2 |
| Плотность потока световой энергии в минуту | 2,4 Дж/см2 |

<http://medi.ru/doc/a17121i.htm>

**5.7. Аппаратура лазерной терапии**

Для лечебного воздействия лазерным излучением на точки акупунктуры имеются серийно выпускаемые аппараты (типа АПЛ-1 «Электроника» и УФЛ «Ягода»), созданные на базе гелиево-неоновых лазеров ЛГ-75, ЛГ-38, ОКГ-13 (длина волны 632,8 нм). В качестве источника инфракрасного излучения с длиной волны 1060 нм используются неодимовые АИГ-лазеры, из которых наиболее широкое применение получили такие модели, как Sharplan, Optimas, Medilas. В лазерном аппарате «Саяны- МТ» используется гелиево-неоновый газовый лазер «ЛГ-78» мощностью 2 мВт и длиной волны излучения 632,8 нм (красный свет). Аппараты «Витязь», «РИКТА-01» генерируют лазерное излучение с длиной волны 890 нм.

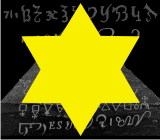
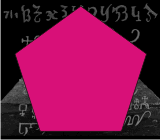
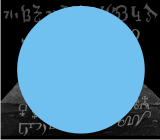
Принцип монохроматичности воздействия, характерный для лазерной терапии воплощается также в обычных световых источниках. Аппарат «Био-Бим-660» использует некогерентное излучение с длиной волны 660 нм (красный цвет), а «Био-Бим-940» − 940нм (инфракрасная область).

**5.8. Медицинская технология «Странник»**

**Развитие компьютерных технологий позволило найти абсолютно новый подход к цветолечению. Настоящим новаторством в этой технологии является возможность целенаправленно применять не только определённую длину световой волны (собственно цвет), но и регулировать интенсивность светового излучения (определенная доза), а также подавать цветовые наборы в диапазоне дельта-ритма**[[10]](#footnote-10)**.**

**Отличием данной системы от ранее применяемых техник цветолечения является и то, что технология персонального биологического моделирования, применяемая в системе «Странник», позволяет сформировать корректирующую программу в соответствии с теми нарушениями в организме, которые выявлены в ходе диагностики, то есть строго индивидуально.**

**Таким образом, с помощью данной технологии можно воспроизводить требуемые характеристики, а головной мозг способен быстро настраиваться на эти характеристики и восстанавливать свои управленческие функции. В результате возникает уникальная возможность естественного, безмедикаментозного воздействия на первопричину патологических процессов и лечение заболеваний, вызываемых нарушениями в деятельности высших регуляторных систем.**

**Коррекция проводится путём целенаправленного формирования и предъявления пациенту с экрана компьютера в диапазоне дельта-ритма индивидуально вычисленных цветовых наборов, подающихся в виде изменяющихся цветовых оттенков и геометрических фигур, поступающих через зрительный анализатор в Центральную нервную систему.**

**Цветовосприятие** – **наиболее зависимая от состояния организма человека функция зрения. Народ давно подметил, когда человеку плохо** – **«весь мир в серых красках», а когда хорошо** – **человек «видит мир в розовом цвете». Этот принцип лежит в основе диагностической системы «Странник». Программа предлагает пациенту набор цветных зрительных образов и позволяет воздействовать на них. При этом система оценивает действия пациента по множеству параметров: времени, алгоритму, цветовосприятию и т.п. Стохастический метод анализа этих данных позволяет выделить характерные зависимости, исключая случайности.**

**6.  О метрологическом обеспечении аппаратов для светолечения**

Физиотерапия, и рефлексотерапия в частности, обогатилась за последние годы несколькими типами аппаратов для бесконтактного воздействия на биологически активные точки (БАТ) и зоны (БАЗ), в результате чего сформировалось, в том числе и в светолечении, относительно новое, перспективное направление.

В описаниях терапевтического действия того или иного аппарата особое место занимают качественные и количественные параметры светового потока применяемого в нем излучателя. Причем эффективность терапевтического воздействия связывают как с качеством (область спектрального диапазона, монохромность, модуляция и т.п.), так и с количеством (плотность мощности излучения, длина волны, время воздействия и т.п.) светового излучения, поэтому крайне важно и необходимо, чтобы рабочие параметры аппарата соответствовали заявляемым требованиям в течение всего срока службы.

Однако производители и пользователи аппаратов для фотохромотерапии не нормируют точностные характеристики информативных и важных неинформативных параметров источников лучистых потоков, не указывая также воспроизводимость и стабильность их излучательных характеристик.

Это свидетельствует о том, что наличествует стремление производителей подобной медицинской техники игнорировать необходимость систематического метрологического контроля тех важнейших характеристик и параметров аппаратуры, от которых зависит напрямую эффективность разрабатываемых и применяемых медицинским персоналом методик диагностирования и лечения заболеваний. Эти вопросы неоднократно рассматривались на Всероссийских научно-технических семинарах «Проблемы метрологического обеспечения в здравоохранении и производстве медицинской техники» в 2000, 2001, 2003 годах.

Однако по-прежнему складывается такая ситуация, когда, с одной стороны, в медицинской практике получают широкое распространение новые высокоэффективные технологии и соответствующее методическое и аппаратурное обеспечение в оптической терапии, а, с другой стороны, прослеживается несовершенство необходимого метрологического обеспечения и обслуживания указанной медицинской аппаратуры. Как следствие этого, разработанные передовые методики лечения и диагностики используются с меньшей эффективностью и, более того, в медицинской практике осуществляется, по существу, неконтролируемое воздействие излучения на организм пациента в лечебном процессе.

Рассматривая вопрос о достоверности контроля и измерения основных параметров, следует четко разграничить требования обеспечения единства измерений при выпуске аппаратов производителем и в процессе их эксплуатации медицинским потребителем. Это связано с тем, что целый ряд параметров сохраняет в течение всего срока эксплуатации аппарата свои значения без изменения, либо с незначительными изменениями, не оказывающими существенного влияния на результаты лечебного процесса. Поэтому достаточным является их контроль и измерения лишь при выпуске аппарата, что весьма существенно, поскольку при этом используется сложное и дорогостоящее оборудование, которым, как правило, оснащены лишь предприятия-изготовители.

Открытым остается вопрос о контроле и измерении рабочих параметров излучения терапевтического аппарата, которые необходимо проводить в процессе эксплуатации, т.е. вопрос о его периодической калибровке. В связи с этим необходимым является обеспечение возможности измерения контролируемых параметров в процессе эксплуатации, особенно в аппаратуре, оснащенной регулировками рабочих параметров (уровня и плотности излучения, спектрального диапазона, выбора длин волн и т.п.). Все это говорит о необходимости либо наличия в составе данной аппаратуры соответствующих встроенных средств измерений (калибровки), либо о создании сравнительно недорогих стендов для периодической поверки физиотерапевтической аппаратуры для светолечения.

**7.  Некоторые результаты светолечения у детей**

Подчеркнем еще раз, что описанные выше методы цветотерапии являются неинвазивными и щадящими. Это делает их особо широко применимыми в практике лечения при наличии различных заболеваний и патологий, особенно в детском возрасте.

Приведем результаты в этой области, полученные в Нижегородском Центре восстановительного лечения детей, в котором имеется определенный опыт использования цветотерапии, как современного метода лечения детей с поражениями нервной системы[[11]](#footnote-11). В 1998 г. были разработаны собственные методики и устройства для лечения детей, позволяющие применять цветотерапию в различных вариантах: терапия с помощью окрашенного света и цветопунктура. Терапия с помощью окрашенного цвета проводилась путем воздействия на зрительный анализатор. Оно осуществлялось либо с помощью специальных очков-светофильтров (пассивный метод), либо при рассматривании светящегося экрана монитора, окрашенного в различные цвета радуги (активный метод при котором характер изменения цветов, временные режимы, интенсивность задавались специально разработанной компьютерной программой). В обоих случаях используемый интервал длин волн лежал в пределах 380–760 нм, что соответствует, по существу, основной части видимого спектра (от фиолетового до красного). Плотность светофильтров во всем диапазоне длин волн была примерно одинаковой. Как уже отмечалось, к сожалению, на сегодняшний день отсутствует какая-либо информация об уровнях порогового излучения, при которых достигается положительный эффект. Это, несомненно, важный момент, поскольку глаз имеет различную чувствительность к световым волнам различной длины, отличающуюся более чем на три порядка. Наибольшую чувствительность глаз имеет к желто-зеленому цвету (длина волны 555 нм), наименьшую для красной и фиолетовой частей спектра.

В первом цикле исследований цветотерапия была проведена 78 детям, в основном, с патологией нервной системы (энурез – 22 ребенка, фобии – 12, гиперкинезы – 16, головные боли – 7). Из них 57 детей получали цветопунктуру. После двух курсов цветопунктуры у 82% детей, страдающих энурезом была отмечена положительная динамика: у 59% детей энурез исчез полностью, у 23% отмечено значительное улучшение. У детей с фобиями уменьшилось чувство страха, сон стал спокойным. Тики у детей с гиперкинезами уменьшились и стали менее выраженными. У двух детей исчезли полностью. У детей, страдающих головными болями, приступы болей стали реже, интенсивность их уменьшилась. Остальные дети (21 ребенок) получали сочетанное воздействие цветом через зрительный анализатор и акупунктурные области. Результаты лечения были также положительными.

Результаты цветолечения по методикам, разработанным в Центре и учитывающим специфику воздействия различных цветов и их сочетанный эффект, находятся в хорошем согласии с рекомендациями, приведенными в монографии Ж.-М. Вайс и М. Шавелли (1993г.). Так, зеленый цвет хорошо успокаивает детей, помогает при фобиях, улучшает работу печени и желчного пузыря; голубой используется при энурезе, стрессах и волнениях. Широко используется в детской практике оранжевый цвет: возбуждает аппетит, помогает освободиться от навязчивых состояний; желтый успокаивающе действует на нервную систему, снимает депрессию, неуверенность в себе и застенчивость; фиолетовый поддерживает иммунную систему, он содержит в себе красный и голубой цвет, поэтому обостряет зрение и чувства.

**Заключение**

Современное состояние физиотерапевтической практики характеризуется ростом и обновлением методов и парка приборов физиотерапии, использующих электромагнитные поля.

В данном Пособии описаны методы и приборы, основным физиотерапевтическим эффектом применения которых является световое излучение.

В Пособии подробно описана история начала и развития применения света в лечебных целях, создание на этой основе методов лечения, опыт лечения подобными методами в детской клинике. Приведены примеры некоторых современных приборов, завоевывающих признание в физиотерапии.

Отметим также в заключении, что существует один аспект в создании медицинского оборудования, который в наших условиях не может быть обойденным. Речь идет о всесторонних испытаниях медицинского оборудования прежде, чем оно будет допущено к применению в практической медицине.

В настоящий момент отзывы о том или ином оборудовании, носят рекламный характер и содержат только восторженные отклики пациентов, которым помог тот или иной рекламируемый прибор. При этом приводится множество сертификатов прибора, выданных порой малоизвестными структурами. Однако в редком исключении можно обнаружить наличие врачебных заключений, содержащих обследование пациента до и после проведения процедур, причем не разовых, а многократно подтвержденных.

Существовавшая в СССР практика объективных обследований результатов применения оборудования была регулярной, и более того, проводился тщательный статистический анализ этих результатов. В настоящее время в частных клиниках такой анализ вообще не проводится, зачастую потому, что он портит общую картину декларируемой 100% излечиваемости. Остается также предполагать, что в государственных лечебных учреждениях врачам не ставится такой задачи, да и у них практически не остается времени на проведение такого рода статистических обобщений. Поэтому заявления о чудодейственных приборах с их уникальными свойствами оказывать лечебные воздействия на большой спектр заболеваний и в кратчайшие сроки зачастую остаются неподтвержденными, и ответственность за их содержание ложится на разработчиков.

Имеет значение и то, что согласно современным западным стандартам, ни один метод лечения не может быть признан без обязательной тщательной проверки в ходе мультицентрических, рандомизированных контролируемых испытаний. Метод лечения, прошедший испытания, считается «золотым стандартом» объективности (эталонный метод). Он включает в себя: мультицентрическое исследование (проводимое независимо в нескольких местах); рандомизацию (случайное распределение больных по группам, выборка пациентов делается по таблице случайных чисел); наличие контрольной группы; двойное слепое лечение (больной и врач не знают медикамент или плацебо получает больной); слепую оценку результатов лечения, осложнений и побочных эффектов; число больных участвующих и выбывших в ходе эксперимента; статистический анализ и статистическую достоверность исследования; источник финансирования исследования. Стоит подчеркнуть, что при этом были соблюдены все моральные, этические и юридические нормы. Конечно, никто не будет возражать о внедрении таких стандартов и у нас, но сегодня это нереально. Такие методы нуждаются в огромных финансовых затратах и в большом количестве материала для наблюдений. Следует отметить, что эти испытания пока имеют и отдельные недостатки, поскольку в некоторых из них отсев при наборе больных достигает 90%, что не совсем точно отражает реальную клиническую практику. Кроме того, рандомизированное контролируемое исследование не учитывает личность больного и врача, что также влияет на конечный результат лечения. Обобщение результатов рандомизированных контролируемых испытаний в виде мета-анализа (разновидность систематического обзора) до конца не разработано и иногда может давать парадоксальный вывод.

Можно предположить, что в будущем роль нелекарственной медицины и, особенно, физиотерапии возрастет. Конечно, и методики лечения должны быть проверены и отобраны методами доказательной медицины, и наверняка их общее количество резко уменьшится. В связи с этим, лазеротерапия как часть физиотерапии, имея много преимуществ перед другими способами лечения, особенно хронических больных, в дальнейшем будет применяться еще чаще. К сожалению, на сегодня не известно ни одного достоверного рандомизированного контролируемого исследования, где была бы доказана неэффективность всей лазеротерапии. В то же время надо помнить, что лазерная терапия до конца не разработана, имеются и «белые пятна», а математические расчеты дозы лазерного воздействия не всегда совпадают с клиническими эффектами: например, интенсивность лазерного излучения иногда эквивалентна интенсивности лунного света. Некоторые авторы проверяли плацебо-эффект и пришли к выводу, что он такой, как и в других методах лечения. Световое воздействие на организм не лазерным излучением не дает такого клинического улучшения, как лазерное излучение. Многие противоречия можно было бы решить, если использовать методы доказательной медицины.

Опыт применения монотерапии лазерным излучением, на сегодняшний день невелик, однако, подчеркнем, что она позволяет существенно уменьшить дозу медикамента и продолжительность лечения. С целью профилактики заболевания лазеротерапия может успешно применяться и в виде монотерапии, существенно снижая стоимость лечения. Лазеротерапия почти не имеет противопоказаний и может применяться в комплексном лечении при всех неврологических заболеваниях.

**Рекомендованная литература**

1. Карандашов В.И., Петухов Е.Б., Зродников В.С. Руководство для врачей: Фототерапия, М.:Медицина, 2001.
2. Паньямента Н. Цветопунктура для детей и взрослых, С-Пб, «Питер», 1998.
3. Пономаренко Г.Н. Электромагнитотерапия и светолечение, «НПО «Профессионал», СПб, 2003.
4. **Ацюковский В.А.** Об одном забытом методе светолечения. Жуковский: изд. «Петит», 1996.
5. Пономаренко Г.Н. Физические методы лечения: Справочник. – СПб., 2002.
6. А.А.Ушаков, Практическая физиотерапия, 2-е издание, МИА. Москва, 2009
7. К.И.Иоффе, Биологическое влияние видимого света на организм человека, Светотехника и электроэнергерика, №3, 2008
8. Лазеро- и светолечение. Том 1. (+ DVD-ROM) Том 2 (+ DVD-ROM): Под редакцией Дейвида Дж. Голдберга — Москва, Рид Элсивер, 2010.
9. Тезисы докладов Всероссийского научно-технический семинара «Проблемы метрологического обеспечения в здравоохранении и производстве медицинской техники», Москва 2000, Сочи 2001, Сочи 2003.
10. Владимиров Ю.А., Биофизика: Взаимодействие света с веществом, 2013. <http://medbiophysics.professorjournal.ru/txt-book>,
11. Канаев И.И. Гёте как естествоиспытатель. Изд. Наука, Ленинградское отделение, Ленинград 1970.
12. Свет и биологические процессы, связанные со светом, <http://bono-esse.ru/blizzard/A/Fiz/svet.htm>
13. Рогаткин Д.А., Гилинская Н.Ю. Избранные вопросы физики для физиотерапевтов, М: МЕДпресс-информ, 2007.
14. Лазеро- и светолечение. Доувер Дж.С.Москва. Рид Элсивер 2010.С.5-7
15. Шептий О.В., Основные принципы и биологические механизмы воздействия лазерного излучения на кожу, <http://www.martinex.ru/publications/lasers-journal/lasers03/laser-mechanism-of-effect.html>
16. <http://ipk.vityas.com/catalog/89.html#> <http://rikta.ru/goods.php?id=18>
17. <http://www.trima.ru/medicine/rainbow_oft.htm>
18. <http://medtech.now.su/iris.htm>
19. <http://www.fizter.ru/pr.htm>
20. <http://www.argo-rpo.com/duna.html>
21. <http://medi.ru/doc/a17121i.htm>
22. <http://dobrinya.real-com.net/strannik>

**Нейро-фотоника и ее использование в «Страннике»**

<http://mimex.ru/diagnostics.htm>

1. <http://gilbo.ru/index.php?page=psy&art=3057>
2. <http://spinet.ru/osteoh/lazob.php>
3. <http://www.kosmodrom.com.ua/data/light/creediod.php>

**Приложение А**

## ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ И ФОТОРЕЦЕПТОРЫ ГЛАЗА ЧЕЛОВЕКА

Принцип работы глаз человека определяет развитие систем освещения и отображения информации. Фоторецепторы сетчатки глаза имеют два типа зрительных клеток: палочки и колбочки. Палочки гораздо чувствительнее к яркости, но не различают цвета. Колбочки различают цвет в видимом диапазоне от 380...400 нм (фиолетовый) до 770 нм (красный), но слабо реагируют на интенсивность светового потока. Сетчатка содержит три типа колбочек, каждый из которых чувствителен к своему цвету (синему, зеленому или красному). Это показано на рис. ПА1.

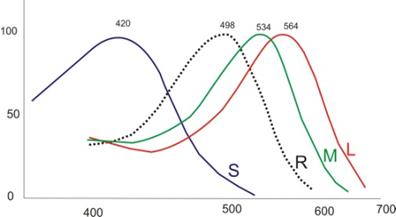


Рисунок ПА1 –Нормализованные графики светочувствительности колбочек человеческого глаза S, M, L. Пунктиром показана сумеречная, «чёрно-белая» восприимчивость палочек.

Суммарный отклик колбочек имеет четко выраженный максимум в области зеленого цвета с длиной волны около 555 нм, что показано на рис. ПА2.

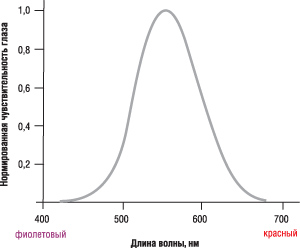


Рисунок ПА2 – **Суммарная чувствительность цветовых рецепторов глаза в видимом диапазоне света.**

Палочек намного больше, чем колбочек, поэтому сетчатка глаза гораздо чувствительнее к интенсивности светового потока, чем к цвету. Очень важно и то, что восприятие яркости света глазом среднестатистического человека происходит по логарифмическому закону. Например, реальная сила света, требуемая для формирования 50-процентного серого изображения (точно по центру между абсолютно черным и полностью белым) составляет примерно 18% от силы света, нужной для формирования полностью белого изображения. Нелинейное восприятие яркости глазом человека должно обязательно учитываться при выводе информации на дисплей. Очевидно, что чувствительность глаз каждого конкретного человека индивидуальна, поэтому в светотехнике пользуются параметрами зрительного аппарата среднестатистического человека.

**Приложение Б**

**ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ (СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ) ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОДИОДОВ**

Световые характеристики источников света основаны на двух основных фотометрических стандартах: сила света и световой поток. Единица измерения светового потока - люмен. 1 люмен эквивалентен световому потоку, излучаемому точечным источником с силой света 1 кандела внутри телесного угла 1 стерадиан. Наглядная иллюстрация этого определения приведена в верней части рисунка ПБ1.

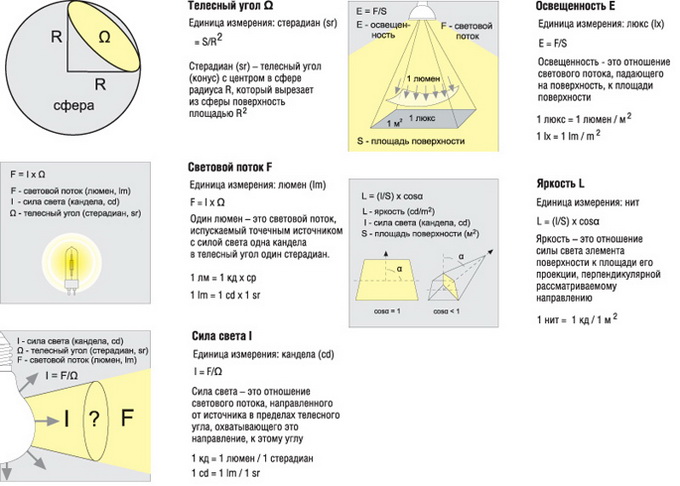


Рисунок ПБ1 – **Фотометрические характеристики источников света.**

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**

Для понимания фотометрических характеристик необходимо вспомнить определение стерадиана. Стерадиан представляет собой телесный угол *Ω* (конус с центром сферы радиусом *R*), который вырезает на сфере поверхность площадью *R*2 (как показано в верхней части рис. ПБ1). Из определения стерадиана следует, что полный световой поток, излучаемый точечным источником с силой света 1 кандела равен 4p люменов.

### СВЕТОВОЙ ПОТОК *F*

Силу света измеряют в канделах (в переводе с латинского – свеча). Кандела – это сила света обычной восковой свечи.

Возникает вполне правомерный вопрос: почему силу света измеряют в канделах, а не Вт/стерадиан (Вт/ср)? Часто так и делают, но при использовании мощных светодиодов для освещения возникает следующее неудобство. Если включить зеленый, красный и синий светодиоды с одинаковой силой света, измеренной в Вт/ср, то яркость зеленого светодиода будет существенно выше. Это явление объясняет рассмотренные нами выше графики на рис. ПА1 и ПА2, иллюстрирующие разную чувствительность глаза человека к разным длинам волн видимого спектра. Яркость красного светодиода нам казалась бы меньше, чем у зеленого, а свечение синего светодиода вообще оказалось бы очень тусклым. Чтобы устранить эти причины, силу света измеряют в канделах, а световой поток в люменах (см. рис. ПБ1). При расчете освещенности именно люмен является наиболее подходящей единицей измерения для расчетов и сравнения разных источников света.

**СИЛА СВЕТА *I***

Сила света *I* – это пространственная плотность светового потока или отношение светового потока внутри телесного угла к величине этого телесного угла. Проще говоря, сила света показывает, какую часть светового потока излучает источник в рассматриваемом направлении. Сила света измеряется в канделах (кд).

Для пересчета кандел в люмены применяют следующий метод:

1. Зная двойной угол половинной яркости светодиода q, взятый из документации производителя, вычисляем соответствующий телесный угол *Ω* = 2*p* (1-cos(*q*/2)).

2. Определяем световой поток *F* = *I×Ω*, где *I* – сила света светодиода.

**ОСВЕЩЕННОСТЬ *Е***

Освещенность характеризует уровень освещения поверхности, создаваемый световым потоком, падающим на поверхность. В системе СИ измеряется в люксах. Рассчитывается по формуле *E* = *F*/*S* (1 люкс = 1 люмен/м2). Освещенность пропорциональна силе света. С увеличением дистанции от поверхности освещенность уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния. При падении световых лучей наклонно к освещаемой поверхности освещенность падает пропорционально косинусу угла падения лучей.

### ЯРКОСТЬ *L*

В фотометрии термин «яркость» рассматривают применительно к поверхности. Хотя мы все часто употребляем термин «яркость светодиода», это некорректно. Более правильные термины – сила света и световой поток. В данном случае (см. рис. ПБ1) речь идет о яркости поверхности, то есть отраженном от нее свете. Яркость *L* – это отношение силы света *I* элемента поверхности к площади его проекции, перпендикулярной рассматриваемому направлению или *L* = (*I*/*S*) × cos*a*. Из всех фотометрических величин яркость наиболее близко связана со зрительными ощущениями, так как освещенности изображений предметов на сетчатке глаза пропорциональны именно яркости этих предметов.

**СВЕТОВАЯ ОТДАЧА**

Световая отдача характеризует эффективность источника излучения, определяющая, какой вырабатывается световой поток на 1 Вт подведенной мощности. Единица измерения – лм/Вт. Теоретически максимально возможная световая отдача равна 683 лм/Вт у источника света с длиной волны 555 нм при преобразовании электрической энергии в свет без потерь. Из последнего предложения следует, что 1 люмен – это световой поток зеленого излучателя света без потерь с длиной волны 555 нм мощностью 1/683 Вт. Обычная лампа накаливания 60 Вт обеспечивает световой поток 500 лм (светоотдача - 8,33 лм/Вт). Лампа накаливания мощностью 100 Вт излучает световой поток около 1300 лм (13 лм/Вт). Люминесцентная лампа мощностью 26 Вт создает световой поток около 1600 лм (61,5 лм/Вт). Уличная натриевая газоразрядная лампа излучает 10000...20000 лм. Натриевые лампы низкого давления обеспечивают один из максимальных показателей эффективности – световая отдача около 200 лм/Вт. Фирма ***Cree*** выпускает светодиоды с оптической эффективностью более 100 лм/Вт. По оценкам экспертов со временем этот показатель будет только увеличиваться, а цена ультраярких и осветительных светодиодов будет только уменьшаться.

**Контрольные вопросы:**

* 1. Назовите основные противопоказания при проведении процедур физиотерапии.
  2. Как действует свет на живые организмы (бактерии, растения, животный мир)?
  3. Опишите по пунктам взаимодействие света и живой материи.
  4. Какие основные направления применения оптического излучения в медицине?
  5. Какие интервалы длин волн соответствуют цветам синему, зеленому, красному?
  6. Какая основная физическая характеристика света?
  7. Назовите три основных вида, на которые принято делить оптическую часть электромагнитных колебаний.
  8. Какие лучи кожа поглощает сильнее, инфракрасные или видимые? И почему?
  9. Что такое хромотерапия?
  10. Дайте определение, что такое видимый свет?
  11. Назовите два основных направления использования света в медицине, опишите кратко каждое направление.
  12. Назовите два основных направления светолечения, опишите кратко каждый метод.
  13. Что такое цветопунктура? Основные принципы лечения и приборы для его реализации.
  14. Основные особенности квантовой терапии
  15. Характеристики взаимодействия лазерного излучения с кожей.
  16. Что такое Пайлер-светотерапия?
  17. Что такое цветоимпульсная терапия?
  18. На чем основана цветозвуковая терапия?
  19. Кратко опишите приборы для светолечения.
  20. Назовите фотометрические характеристики светодиодов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

1. Физические предпосылки метода светотерапии 7

1.1. Спектры поглощения некоторых биологически важных соединений 14

1.2. Спектры отражения 16

2. Характеристики светового излучения 17

3. История развития светолечения 26

4. Светолечение. Основные понятия 40

4.1.  Терапия с помощью окрашенного цвета (Хромотерапия) 46

4.2. Светопунктура 47

4.3. Лазерная (квантовая) терапия 50

4.4. Метод Пайлер-светотерапии 59

4.5. Цветоимпульсная терапия 60

4.6. Цветозвуковая терапия 63

4.7. Сочетанное воздействие лазерного, светового излучения и постоянного магнитного поля 64

4.8. Сочетанное воздействие инфракрасного и видимого излучения 65

4.9. Совместимость лазеротерапии с физиопроцедурами 66

5. Приборы для светолечения 66

5.1. Аппарат квантовой терапии «**ВИТЯЗЬ» 66**

5.2. Адфт-4 «РАДУГА» **67**

5.3. «ИРИС» **70**

5.4. «УЛЬТРАМАРИН» **71**

5.5. Аппарат световой терапии «ДЮНА-Т» **72**

5.6. Биоптрон 2 **74**

5.7. **Аппаратура лазерной терапии 80**

5.6. Медицинская технология «Странник» 81

6. О метрологическом обеспечении аппаратов для светолечения 82

7. Некоторые результаты светолечения у детей 85

Заключение 87

Рекомендованная литература 91

Приложение а 93

Приложение б 95

Контрольные вопросы 99

**Рахлин Александр Викторович**

**Снегирев Сергей Донатович**

**Фридман Владимир Матвеевич**

**Мелузов Александр Георгиевич**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СВЕТОТЕРАПИИ**

Оригинал-макет подготовлен

в отделе Методов обработки научной информации ФГБНУ НИРФИ

по решению Экспертного совета ФГБНУ НИРФИ

Подписано в печать 30.03.2015. Формат 60 × 841/16

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,5.

Уч.-изд. л. 3,383,8. Тираж 300 экз. Заказ 5634

Отпечатано в ФГБНУ НИРФИ.

603950 Н.Новгород, ул. Б.Печерская, 25/12а

1. В последнее время получили достаточно широкое применение такие методы электролечения, как электрофорез и электрофонофорез с использованием лекарственных препаратов, раствором которых пропитывается прокладка одного из электродов. [↑](#footnote-ref-1)
2. **Фотопериодизм** (от фото... и греч. periodos — круговращение, чередование), реакция организмов на суточный ритм освещения, т. е. на соотношение светлого (длина дня) и тёмного (длина ночи) периодов суток, выражающаяся в изменении процессов роста и развития. Фотопериодизм присущ растениям и животным.

   **Фототропизм** (от [др.-греч.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) φῶς — свет и τρόπος — поворот) — изменение направления роста органов [растений](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) или положения тела (органов) у животных, в зависимости от направления падающего света.

   **Фототаксис** (от др.-греч. φως / φωτος — свет и τάξις — строй, порядок, расположение по порядку) — двигательная реакция подвижных микроорганизмов в ответ на световой стимул, свойственный прежде всего фототрофным организмам. [↑](#footnote-ref-2)
3. В Приложении А к Пособию приведена информация о зрительном восприятии и фоторецепторах человека [↑](#footnote-ref-3)
4. Солнце является мощным и универсальным источником естественного электромагнитного излучения разных диапазонов. Совместно с корпускулярным электромагнитное излучение Солнца и составляет солнечную радиацию. Поток солнечной радиации, приходящейся на 1 м2 площади границы земной атмосферы, составляет 1380 Вт (солнечная постоянная). Дозированную солнечную радиацию применяют в медицине (гелиотерапия), а также как средство закаливания организма. Повышение чувствительности организма к действию солнечной радиации называют фотосенсибилизацией.

   Видимый свет и ультрафиолетовое излучение оказывают тепловое воздействие, которое может вызывать изменения в поверхностных структурах тканей, поглощающих энергию. Однако более существенным, особенно для ультрафиолетового излучения, является действие на физико-химические и биохимические реакции, происходящие в организме.

   Чувствительными к воздействию светового излучения являются система кроветворения, центральная нервная и нейроэндокринная системы. При действии на глаза высоких (тепловых) уровней излучения возможны образование катаракты, умеренные изменения сетчатки по типу ангиопатии, склероз ретинальных сосудов, иногда дистрофические очаги в макулярной области. [↑](#footnote-ref-4)
5. [Найджел Шарп](http://www.noao.edu/noao/scistaff/sharp.html) ([Научный фонд США](http://www.nsf.gov/)), [Национальная солнечная обсерватория](http://www.nso.edu/) [↑](#footnote-ref-5)
6. Всем известная синяя лампа-рефлектор впервые была применена русским военным врачом А. В. Мининым (1851–1909), откуда она и получила своё название «синяя лампа Минина». [↑](#footnote-ref-6)
7. Начиная с конца 70-х годов 19-го столетия многими учеными был проявлен интерес к изучению проблемы влияния света, которое он оказывает на различные микроорганизмы, что привело к появлению специальных исследований в этом направлении. В результате проведенных исследований было установлено, что свет не только оказывает воздействие на микроорганизмы, но что концентрированный свет угнетающе действует на микроорганизмы и грибки, а продолжительное его воздействие приводит к их гибели и даже к разложению. Вместе с тем выяснилась различная степень воздействия различных участков спектра при одной и той же интенсивности освещения. Так, наиболее губительными для бактерий и микроорганизмов оказались «химические» лучи, т.е. фиолетовая и ультрафиолетовая части спектра; менее вредными – «оптические лучи» (желтая и зеленая части спектра) и «тепловые» лучи (красная и инфракрасная части спектра). [↑](#footnote-ref-7)
8. Цветовой тест М.Люшера основан на предположении о том, что выбор цвета отражает нередко направленность испытуемого на определенную деятельность, настроение, функциональное состояние и наиболее устойчивые черты личности. Поскольку выбор цвета основан на [бессознательных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5) процессах, он указывает на то, каков человек на самом деле, а не на то, каким он себя представляет или каким бы он хотел быть, как это часто случается при использовании опросных методов. Цветовая диагностика М.Люшера позволяет измерить психофизиологическое состояние человека, его стрессоустойчивость, активность и коммуникативные способности. Тест М.Люшера позволяет определить причины психологического стресса, который может привести к появлению физиологических симптомов. Тест привлекателен, его можно быстро провести, а испытуемые при этом не считают, что они роняют свое достоинство, выбирая цвета. [↑](#footnote-ref-8)
9. Фотометрические (светотехнические ) характеристики светодиодов приведены в Приложении Б. [↑](#footnote-ref-9)
10. Дельта-ритм (δ-ритм) — [ритм электроэнцефалограммы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D1%86%D0%B5%D1%84%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0) (ЭЭГ). Впервые дельта-ритм в ЭЭГ человека был классифицирован [Греем Уолтером](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A3%D0%BE%D0%BB%D1%82%D0%B5%D1%80,_%D0%93%D1%80%D0%B5%D0%B9&action=edit&redlink=1). Состоит из [высокоамплитудных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B0) (сотни [микровольт](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82)) [волн](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B0) [частотой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0) 1–4 [Гц](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D1%86_%28%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%29). Дельта-ритм с амплитудой не более 20–30 мкВ встречается в ЭЭГ здоровых людей во время сна и при бодрствовании. [↑](#footnote-ref-10)
11. В разделе приведены данные из Отчетов Центра за период 1998-2003 г.г., ежегодно представлявшихся в Городское управление здравоохранения г. Нижнего Новгорода. [↑](#footnote-ref-11)