

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Единственным источником естественного освещения является солнце. Оно излучает прямой солнечный свет, часть которого рассеивается в атмосфере и создает рассеянное излучение. Таким образом, различают свет, падающий непосредственно от солнца и свет «неба» — солнечного света рассеянного атмосферой.

Естественное освещение меняется в зависимости от времени дня, состояния погоды и времени года. Главная особенность естественного освещения — непостоянство интенсивности и спектрального состава его излучения. Изменение освещенности подвержено влиянию закономерных и случайных факторов.

Закономерные факторы, влияющие на изменчивость естественного освещения — высота солнца над горизонтом и географическая широта. Случайные факторы определяются состоянием атмосферы — ясно, дождь, туман. Случайным дополнительным фактором является отражение света от земли и окружающих предметов.

С восходом солнца увеличивается интенсивность света и его цветовая *температура*. Примечателен тот факт, что в силу преломления солнечных лучей в атмосфере мы видим восход солнца несколько раньше, а закат — чуть позже, чем это имеет место в действительности. Расчеты показывают: когда мы видим, что нижний край Солнца коснулся горизонта, в действительности оно уже зашло.

Лучи, входящие в состав солнечного света, фиолетовые, синие, голубые и зеленые, преломляются в атмосфере Земли сильнее, чем желтые и красные. Поэтому первые лучи при восходе Солнца — синий и зеленый, так же как и последний луч заходящего солнца.

Из-за рассеивания в атмосфере синий луч не наблюдается. Зеленый луч — редкое зрелище. Его удастся увидеть при очень чистом, спокойном и однородном воздухе, когда вплоть до горизонта отсутствуют конвекционные восходящие потоки в атмосфере. Чаще всего зеленый луч наблюдают на берегу спокойного моря.

Таблица 1.2.

Спектральная характеристика естественного освещения	
Фазы дневного освещения	Цветовая температура излучения, К
Прямые солнечные лучи при восходе и заходе солнца	2200
Прямой солнечный свет через час после восхода солнца	3500
Прямой солнечный свет ранним утром и в предвечернее время	4000...4300
Солнечный свет в полдень летом	5400...5800
Рассеянный дневной свет в тени летом	7000
Рассеянный дневной свет в пасмурную погоду	7500...8400
Свет от голубого неба	9500...30000

Данные приведены для средней полосы (широта 55°)

В зависимости от высоты солнца над горизонтом естественное освещение делится на периоды эффективного, нормального и зенитного освещения (см. рис. p004).

Период эффективного освещения характеризуется малой освещенностью и большим содержанием оранжево-красных лучей в естественном свете. При восходе и закате они равноценны свету ламп накаливания (см. табл. 1.2). Их цветовая температура составляет 3000...3200°К.

Благоприятным для глаз является период нормального освещения. В это время плавно изменяется освещенность и незначительно изменяется спектр естественного освещения.

Период зенитного освещения характеризуется наибольшей разницей освещения горизонтальных и вертикальных поверхностей. Он неприятен для глаз из-за высокого контраста между освещенными участками и освещенностью в тенях. Высокий контраст при зенитном освещении наиболее остро ощущается в южных широтах.

В безоблачную погоду, при отсутствии дымки, колебания освещенности, связанные с влиянием атмосферных факторов, невели-

Таблица 1.3.

Освещенность земной поверхности в различные периоды года и часы дня, %									
Месяцы	Время суток, час								
	5	7	9	11	13	15	17	19	21
Июнь	1	3	6	89	100	89	58	24	1
Май – июль	1	19	54	79	91	79	51	17	0
Апрель – август	0	10	40	64	75	67	39	8	0
Март – сентябрь	0	1	24	47	58	49	23	1	0
Февраль – октябрь	0	0	7	26	35	26	7	0	0
Январь – ноябрь	0	0	2	12	19	13	2	0	0
Декабрь	0	0	1	8	13	8	0	0	0

Данные приведены для средней полосы (широта 55°)

ки. Относительные средние характеристики естественного освещения в безоблачную погоду в зависимости от времени суток приведены в табл. 1.3.

На характер естественного освещения значительное влияние оказывает состояние атмосферы – густота облаков, их высота и расположение по отношению к солнцу, дымка, туман, дождь, снег. При этом изменяется освещенность объектов, контрастность и спектральная характеристика света.

Например, при наличии кучевой облачности освещенность незатененных объектов, освещенных солнцем, увеличивается на 25%, а освещенность в тени возрастает в два с половиной раза. Контрастность освещения снижается приблизительно в два раза в сравнении с освещением в безоблачную погоду. При сплошной облачности наблюдается значительное уменьшение освещенности и контрастности освещения.

С восхождением солнца постепенно увеличивается не только интенсивность света, но и его цветовая температура. Взвешенные в воздухе частицы меньше рассеивают лучи коротковолновой части спектра – фиолетовых, синих и голубых. Увеличение доли синих лучей приводит к расширению коротковолновой части спектра и, следовательно, к увеличению цветовой температуры дневного освещения.

Цветовая температура – это мера объективного впечатления от цвета данного источника света. По определению, цветовой температурой характеризуются источники света с непрерывным спектром излучения, которые излучают свет от нагретого тела.

Зимнее и летнее время

Человек стремится вставать с рассветом, чтобы максимально использовать световой день. Отсюда берет начало идея летнего и зимнего времени, по которому сейчас живут во

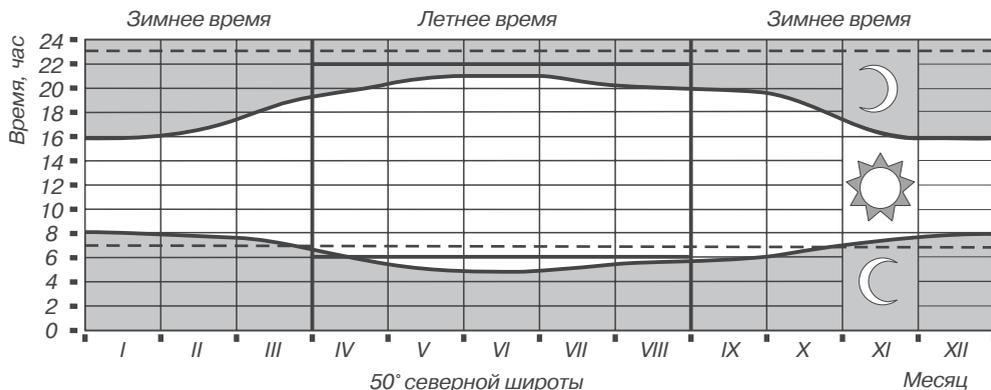


Рис. 1.6. Изменение светлого и темного времени суток в течение года для широты 50°

многих странах мира. Совмещение времени бодрствования со светлыми часами суток позволяет экономить потребление электроэнергии: весной стрелки часов, идущих по поясному времени, переводят на час вперед, а осенью ставят опять по *поясному времени*.

В СССР, декретом правительства от 16 июня 1930 года, по всей стране стрелки часов были переведены на один час вперед. Срок действия декретного времени был установлен «впредь до отмены». Декретное время, отсчитываемое на час вперед в сравнении с поясным временем, просуществовало до 1981 года.

Постановлением Совета Министров 1 апреля 1981 года стрелки часов перевели еще на час вперед. Таким образом, летнее время оказалось уже на два часа впереди поясного. В течение десяти лет на зимний период стрелки часов отводились на час назад по сравнению с летним временем, а летом вновь возвращались на место.

В марте 1991 года декретное время было отменено. Опережение на два часа вперед было упразднено. Мы перешли на систему отсчета летнее – зимнее время. Теперь зимой используется поясное время, а летом часы переводятся на 1 час вперед. Такова вкратце история изменений отсчета времени [43].

На рис. 1.6 показано изменение светлого и темного времени суток в течение года для широты 50° (широта Киева). Границей между светлым и темным временем принято считать начало или конец так называемых гражданских сумерек, то есть времени, когда Солнце опустилось за горизонт на 6°. По вечерам к этому моменту на улицах города следует включать освещение. На графике указано солнечное *истинное время*.

Среднестатистический человек встает в 7 утра и ложится в 23 часа по местному времени. На графике время бодрствования такого человека отмечено двумя горизонтальными пунктирными линиями. Начиная с марта, он встает после рассвета. Переводя часы вперед, его заставляют вставать раньше (сплошные горизонтальные линии). Это оправдано

тем, что он будет вставать в светлое время суток, и расходовать меньше электроэнергии на освещение.

Возвращение на зимнее время в октябре к экономии электроэнергии не приводит. Как оказалось, это делается исключительно для того, чтобы зимой люди не вставали много раньше восхода Солнца. Поэтому переход на зимнее время представляется не оправданным.

Рационально вернуться к декретному времени, отказаться от ежегодного перевода часов и жить при неизменном отсчете, который будет отличаться на один час вперед в сравнении с поясным временем. Такой ритм жизни, с биологической точки зрения, наиболее благоприятен для человека.

Ультрафиолетовое излучение

Спектр лучей, видимых глазом человека, не имеет резкой, четко определенной границы. Верхней границей видимого спектра одни исследователи называют 400 нм, другие 380, третьи сдвигают ее до 350...320 нм. Это объясняется различной световой чувствительностью зрения и указывает на наличие лучей не видимых глазом.

В 1801 г. И. Риттер (Германия) и У. Уолстон (Англия) используя фотопластинку, доказали наличие ультрафиолетовых лучей. За фиолетовой границей спектра она чернеет быстрее, чем под влиянием видимых лучей. Поскольку почернение пластинки происходит в результате фотохимической реакции, ученые пришли к выводу, что ультрафиолетовые лучи весьма активны.

Ультрафиолетовые лучи охватывают широкий диапазон излучений: 400...20 нм. Область излучения 180...127 нм называется вакуумной¹. Посредством искусственных источников (ртутно-кварцевых, водородных и дуговых ламп), дающих как линейчатый, так и непрерывный спектр, получают ультрафиолетовые лучи с длиной волны до 180 нм. В 1914 г. Лайман исследовал диапазон до 50 нм.

¹ Область вакуумного (далекого, шуманновского) ультрафиолетового излучения исследована немецким оптиком В. Шуманном.

Исследователи обнаружили тот факт, что спектр ультрафиолетовых лучей Солнца, достигающих земной поверхности, очень узок — 400...290 нм. Неужели солнце не излучает свет с длиной волны короче 290 нм?

Ответ на этот вопрос нашел А. Корню (Франция). Он установил, что *озон* поглощает ультрафиолетовые лучи короче 295 нм, после чего выдвинул предположение: Солнце излучает коротковолновые ультрафиолетовое излучение, под его действием молекулы кислорода распадаются на отдельные атомы, образуя молекулы озона, поэтому в верхних слоях атмосферы озон должен покрывать землю защитным экраном. Гипотеза Корню получила подтверждение тогда, когда люди поднялись в верхние слои атмосферы. Таким образом, в земных условиях спектр солнца ограничен пропусканием озонового слоя.

Количество ультрафиолетовых лучей, достигающих земной поверхности, зависит от высоты Солнца над горизонтом. В течение периода нормального освещения освещенность изменяется на 20%, тогда как количество ультрафиолетовых лучей достигающих земной поверхности уменьшается в 20 раз.

Специальными экспериментами установлено, что при подъеме вверх на каждые 100 м интенсивность ультрафиолетового излучения возрастает на 3...4%. На долю рассеянного ультрафиолета в летний полдень приходится 45...70% излучения, а достигающего земной поверхности — 30...55%. В пасмурные дни, когда диск Солнца закрыт тучами, поверхности Земли достигает главным образом рассеянная радиация. Поэтому можно хорошо загореть не только под прямыми лучами солнца, но и в тени, и в пасмурные дни.

Когда Солнце стоит в зените, в экваториальной области поверхности земли достигают лучи длиной 290...289 нм [40]. В средних широтах коротковолновая граница, в летние месяцы, составляет примерно 297 нм. В период эффективного освещения верхняя граница спектра составляет порядка 300 нм. За по-

лярным кругом земной поверхности достигают лучи с длиной волны 350...380 нм.

Влияние ультрафиолетового излучения на биосферу

Выше диапазона вакуумной радиации ультрафиолетовые лучи легко поглощаются водой, воздухом, стеклом, кварцем и не достигают биосферы Земли. В диапазоне 400...180 нм влияние на живые организмы лучей различной длины волны не одинакова. Наиболее богатые энергией коротковолновые лучи сыграли существенную роль в образовании первых сложных органических соединений на Земле. Однако эти лучи способствуют не только образованию, но и распаду органических веществ. Поэтому прогресс жизненных форм на Земле наступил лишь после того, когда благодаря деятельности зеленых растений атмосфера обогатилась кислородом и, под действием ультрафиолетовых лучей, образовался защитный озоновый слой.

Для нас представляют интерес ультрафиолетовое излучение Солнца и искусственных источников ультрафиолетового излучения в диапазоне 400...180 нм. В 1932 г. по рекомендации Второго международного конгресса по физиотерапии и фотобиологии внутри этого диапазона выделены три области:

- A — 400...320 нм;
- B — 320...275 нм;
- C — 275...180 нм

В действии каждого из этих диапазонов на живой организм есть существенные различия. Ультрафиолетовые лучи действуют на вещество, в том числе и живое, по тем же законам, что и видимый свет. Часть поглощаемой энергии превращается в тепло, но тепловое действие ультрафиолетовых лучей не оказывает на организм заметного влияния. Другой способ передачи энергии — люминесценция¹.

Фотохимические реакции под действием ультрафиолетовых лучей проходят наиболее интенсивно. Энергия фотонов ультрафиолетового света очень велика, поэтому при их поглощении молекула ионизируется и распадается

¹ Люминесценция [лат. lumen (luminis) свет] — свечение тела (или вещества) возбуждаемое каким-либо источником энергии — внешним излучением, падающим на тело, электрическим разрядом, химическими процессами и т.п.

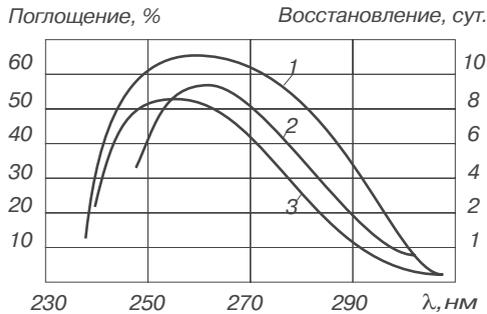


Рис. 1.7. **Кривые поглощения ультрафиолетового излучения**

- 1 – поглощение нуклеиновыми кислотами;
 2 – торможение клеточного деления;
 3 – мутагенное действие УФ лучей.

ется на части. Иногда фотон выбивает электрон за пределы атома. Чаще всего происходит возбуждение атомов и молекул. При поглощении одного кванта света с длиной волны 254 нм энергия молекулы возрастает до уровня, соответствующего энергии теплового движения при температуре 38000°С.

Действие ультрафиолетового излучения на клетку

В действии коротковолнового излучения на живой организм наибольший интерес представляет влияние ультрафиолетовых лучей на биополимеры – белки и нуклеиновые кислоты. Молекулы биополимеров содержат кольцевые группы молекул, содержащие углерод и азот, которые интенсивно поглощают излучение с длиной волны 260...280 нм. Поглощенная энергия может мигрировать по цепи атомов в пределах молекулы без существенной потери, пока не достигнет слабых связей между атомами и не разрушит связь. В течение такого процесса, называемого фотолизом, образуются осколки молекул, оказывающие сильное действие на организм. Так, например, из аминокислоты гистидина образуется гистамин – вещество, расширяющее кровеносные капилляры и увеличивающее их проницаемость.

Кроме фотолиза под действием ультрафиолетовых лучей в биополимерах происходит денатурация. При облучении светом определенной длины волны электрический заряд

молекул уменьшается, они слипаются и теряют свою активность – ферментную, гормональную, антигенную и пр.

Процессы фотолиза и денатурации белков идут параллельно и независимо друг от друга. Они вызываются разными диапазонами излучения: лучи 280...302 нм вызывают главным образом фотолиз, а 250...265 нм – преимущественно денатурацию. Сочетание этих процессов определяет картину действия на клетку ультрафиолетовых лучей.

Самая чувствительная к действию ультрафиолетовых лучей функция клетки – деление. Облучение в дозе 10^{19} дж/м² вызывает остановку деления около 90% бактериальных клеток. Но рост и жизнедеятельность клеток при этом не прекращается. Со временем восстанавливается их деление. Чтобы вызвать гибель 90% клеток, подавление синтеза нуклеиновых кислот и белков, образование мутаций, необходимо довести дозу облучения до 10^{18} дж/м². Рис. 1.7 показывает, что кривые бактерицидного 2 и генетического действия 3 ультрафиолетовых лучей, их влияние на рост и деление клеток сходны между собой и практически совпадают с поглощением лучей нуклеиновыми кислотами 1. Следовательно, ультрафиолетовые лучи вызывают в нуклеиновых кислотах изменения, которые влияют на рост, деление, наследственность клеток, т.е. на основные проявления жизнедеятельности.

Значение механизма действия на нуклеиновую кислоту объясняется тем, что каждая молекула ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) уникальна. ДНК – это наследственная память клетки. В ее структуре зашифрована информация о строении и свойствах всех клеточных белков. Если любой белок присутствует в живой клетке в виде десятков и сотен одинаковых молекул, то ДНК хранит информацию об устройстве клетки в целом, о характере и направлении процессов обмена веществ в ней. Поэтому нарушения в структуре ДНК могут оказаться непоправимыми или привести к серьезному нарушению жизнедеятельности.

Действие ультрафиолетового излучения на кожу

Действие излучения на эпидермис¹ человека представляет собой воспалительную реакцию называемую эритемой. Первое научное описание эритемы дал в 1889 г. А.Н. Макламов (Россия), который изучил также действие ультрафиолетовых лучей на глаз (фотоофтальмию) и установил, что в основе их лежат общие причины [40].

Различают калорическую и ультрафиолетовую эритему. Калорическая эритема обусловлена воздействием видимых и инфракрасных лучей солнца на кожу и прилива к ней крови. Она исчезает почти сразу после прекращения действия облучения.

После прекращения воздействия солнечных лучей, через 2..8 часов появляется покраснение кожи (ультрафиолетовая эритема) одновременно с ощущением жжения. Эритема появляется после скрытого периода, в пределах облученного участка кожи, и сменяется загаром и шелушением. Длительность эритемы имеет продолжительность от 10...12 часов до 3...4 дней. Покрасневшая кожа горяча на ощупь, чуть болезненна и кажется набухшей, слегка отечной.

По существу эритема представляет собой воспалительную реакцию, ожог кожи. Это особое, асептическое² воспаление. Если доза облучения слишком велика или кожа особенно чувствительна к ним, отечная жидкость, накапливаясь, отслаивает местами наружный покров кожи, образует пузыри. В тяжелых случаях появляются участки некроза (омертвения) эпидермиса. Через несколько дней после исчезновения эритемы кожа темнеет и начинает шелушиться. По мере шелушения слущивается часть клеток, содержащих меланин³, загар бледнеет.

Толщина кожного покрова человека варьирует в зависимости от пола, возраста (у детей и стариков – тоньше) и локализации – в сред-



Рис. 1.8. Поперечный разрез кожи человека

1 – роговой слой эпидермиса, 2 – прозрачный слой, 3 – зернистый слой, 4 – шиповатый слой, 5 – основной слой, 6 – базальная мембрана, 7 – сосочковый слой, 8 – сетчатый слой, 9 – подкожная основа с кровеносными сосудами и жировыми отложениями

нем 1...2 мм. Его назначение – защитить организм от повреждений, колебаний температуры, давления.

Основной слой эпидермиса (см. рис. 1.8) прилегает к собственно коже (дерме), в которой проходят кровеносные сосуды и нервы. В основном слое идет непрерывный процесс

¹ Эпидермис [гр. еpi на, над, сверх + гр. derma кожа] – наружный поверхностный слой кожи позвоночных животных и человека; состоит из многослойного плоского эпителия.

² Асептический – безгнилостный.

³ Меланин – основной пигмент тела человека; придает цвет коже, волосам, радужной оболочке глаза. Он содержится и в пигментном слое сетчатки глаза, участвует в восприятии света.

деления клеток; более старые вытесняются наружу молодыми клетками и отмирают. Пласты мертвых и отмирающих клеток образуют наружный роговой слой эпидермиса толщиной 0,07...2,5 мм¹, который непрерывно слущивается снаружи и восстанавливается изнутри.

Если падающие на кожу лучи поглощаются мертвыми клетками рогового слоя, они не оказывают на организм никакого влияния. Эффект облучения зависит от проникающей способности лучей и от толщины рогового слоя. Чем короче длина волны излучения, тем меньше их проникающая способность. Лучи короче 310 нм не проникают глубже эпидермиса. Лучи с большей длиной волны достигают сосочкового слоя дермы, в котором проходят кровеносные сосуды. Таким образом, взаимодействие ультрафиолетовых лучей с веществом происходит исключительно в коже, главным образом в эпидермисе.

Основное количество ультрафиолетовых лучей поглощается в ростковом (основном) слое эпидермиса. Процессы фотолиза и денатурации приводят к гибели шиповидных клеток зародышевого слоя. Активные продукты фотолиза белков вызывают расширение сосудов, отек кожи, выход лейкоцитов² и другие типичные признаки эритемы.

Продукты фотолиза, распространяясь по кровеносному руслу, раздражают также нервные окончания кожи и через центральную нервную систему рефлекторно воздействуют на все органы. Установлено, что в нерве, отходящем от облученного участка кожи, частота электрических импульсов повышается.

Эритема рассматривается как сложный рефлекс³, в возникновении которого участвуют активные продукты фотолиза. Степень выраженности эритемы и возможность ее образования зависит от состояния нервной системы. На пораженных участках кожи, при обморожении, воспалении нервов эритема либо во-

все не появляется, либо выражена очень слабо, несмотря на действие ультрафиолетовых лучей. Угнетает образование эритемы сон, алкоголь, физическое и умственное утомление.

Н. Финзен (Дания) впервые применил ультрафиолетовое излучение для лечения ряда болезней в 1899 г. В настоящее время подробно изучены проявления действия разных участков ультрафиолетового излучения на организм. Из ультрафиолетовых лучей, содержащихся в солнечном свете, эритему вызывают лучи с длиной волны 297 нм. К лучам с большей или меньшей длиной волны эритемная чувствительность кожи снижается.

С помощью искусственных источников излучения эритему удалось вызвать лучами диапазона 250...255 нм. Лучи с длиной волны 255 нм дает резонансная линия излучения паров ртути, используемых в ртутно-кварцевых лампах.

Таким образом, кривая эритемной чувствительности кожи имеет два максимума. Впадина между двумя максимумами обеспечивается экранирующим действием ороговевшего слоя кожи.

Защитные функции организма

В естественных условиях вслед за эритемой развивается пигментация кожи — загар. Спектральный максимум пигментации (340 нм) не совпадает ни с одним из пиков эритемной чувствительности. Поэтому, подбирая источник излучения можно вызвать пигментацию без эритемы и наоборот.

Эритема и пигментация не являются стадиями одного процесса, хотя они и следуют одна за другой. Это проявление разных, связанных друг с другом процессов. В клетках самого нижнего слоя эпидермиса — меланобластах — образуется кожный пигмент меланин. Исходным материалом для образования меланина служат аминокислоты и продукты распада адреналина⁴.

¹ На ладонях и подошвах, главным образом за счет рогового слоя, эпидермис толще, чем на других участках тела.

² Лейкоциты [гр. leukos белый + kytos клетки] — белые кровяные тельца, бесцветные клетки крови животных и человека.

³ Рефлекс [лат. reflexio отражение] — ответная реакция организма на те или иные воздействия, осуществляющаяся через нервную систему.

Меланин — не просто пигмент или пассивный защитный экран отгораживающий живые ткани. Молекулы меланина представляют собой огромные молекулы с сетчатой структурой. В звеньях этих молекул развязываются и нейтрализуются осколки разрушенных ультрафиолетом молекул, не пропуская их в кровь и внутреннюю среду организма.

Функция загара заключается в защите клеток дермы, расположенных в ней сосудах и нервах от длинноволновых ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных лучей, вызывающих перегрев и тепловой удар. Ближние инфракрасные лучи и видимый свет, особенно его длинноволновая, «красная» часть, могут проникать в ткани гораздо глубже, чем ультрафиолетовые лучи, — на глубину 3...4 мм. Гранулы меланина — темно-коричневого, почти черного пигмента — поглощают излучение в широкой области спектра, защищая от перегрева нежные, привыкшие к постоянной температуре внутренние органы.

Оперативный механизм защиты организма от перегрева — прилив крови к коже и расширение кровеносных сосудов. Это приводит к увеличению теплоотдачи посредством излучения и конвекции¹. Если воздух и окружающие предметы имеют высокую температуру, вступает в действие еще один механизм охлаждения — испарение за счет потоотделения. Эти механизмы терморегуляции предназначены для защиты от воздействия видимых и инфракрасных лучей Солнца.

Потоотделение, наряду с функцией терморегуляции, препятствует воздействию ультрафиолетового излучения на человека. Пот содержит урокановую кислоту, которая поглощает коротковолновое излучение благодаря наличию в его молекулах бензольного кольца.

Световое голодание

Ультрафиолетовое излучение поставляет энергию для фотохимических реакций в орга-

низме. В нормальных условиях солнечный свет вызывает образование небольшого количества активных продуктов фотолиза, которые оказывают на организм благотворное действие. Ультрафиолетовые лучи в дозах, вызывающих образование эритемы, усиливают работу кроветворных органов, ретикуло-эндотелиальную систему², барьерные свойства кожного покрова, устраняют аллергию.

Под действием ультрафиолетового излучения в коже человека из стероидных веществ образуется жирорастворимый витамин D. В отличие от других витаминов он может поступать в организм не только с пищей, но и образовываться в нем из провитаминов. Под влиянием ультрафиолетовых лучей с длиной волны 280...313 нм провитамины, содержащиеся в кожной смазке выделяемой сальными железами, превращаются в витамин D и всасываются в организм.

Физиологическая роль витамина D заключается в том, что он способствует усвоению кальция. Кальций входит в состав костей, участвует в свертывании крови, уплотняет клеточные и тканевые мембраны, регулирует активность ферментов. Болезнь, возникающая при недостатке витамина D у детей первых лет жизни, которых заботливые родители прячут от Солнца, называется рахитом.

Кроме естественных источников витамина D используют и искусственные, облучая провитамины ультрафиолетовыми лучами. При использовании искусственных источников ультрафиолетового излучения следует помнить, что лучи короче 270 нм разрушают витамин D. Поэтому с помощью фильтров в световом потоке ультрафиолетовых ламп подавляется коротковолновая часть спектра.

Солнечное голодание проявляется в раздражительности, бессоннице, быстрой утомляемости человека. В больших городах, где воздух загрязнен пылью, ультрафиолетовые лучи вызывающие эритему почти не достига-

⁴ Адреналин [лат. ad при + renalis почечный] — продукт внутренней секреции (гормон) мозгового вещества надпочечников.

¹ Общая поверхность кожного покрова взрослого человека составляет 1,6 м² [L45].

² Физиологическая система соединительной ткани, вырабатывающая антитела разрушающие чужеродные организму тела и микробы.

ют поверхности Земли. Длительная работа в шахтах, машинных отделениях и закрытых заводских цехах, труд ночью, а сон в дневные часы приводят к световому голоданию.

Световому голоданию способствует оконное стекло, которое поглощает 90..95% ультрафиолетовых лучей и не пропускает лучи в диапазоне 310...340 нм. Окраска стен также имеет существенное значение. Например, желтая окраска полностью поглощает ультрафиолетовые лучи. Недостаток света, особенно ультрафиолетового излучения, ощущают люди, домашние животные, птицы и комнатные растения в осенний, зимний и весенний периоды.

Восполнить недостаток ультрафиолетовых лучей позволяют лампы (см. стр.), которые наряду с видимым светом излучают ультрафиолетовые лучи в диапазоне длин волн 300...340 нм. Следует иметь в виду, что ошибки при назначении дозы облучения, невнимательность к таким вопросам, как спектральный состав ультрафиолетовых ламп, направление излучения и высота размещения ламп, длительность горения ламп, могут вместо пользы принести вред.

Бактерицидное действие ультрафиолетового излучения

Загрязнение воздуха пылью, газами, водяными парами оказывает вредное влияние на организм. Ультрафиолетовые лучи Солнца усиливают процесс естественного самоочищения атмосферы от загрязнений, способствуя быстрому окислению пыли, частичек дыма и копоти, уничтожая на пылинках микроорганизмы. Природная способность к самоочищению имеет пределы и при очень сильном загрязнении воздуха оказывается недостаточной.

Ультрафиолетовое излучение с длиной волны 253...267 нм наиболее эффективно уничтожает микроорганизмы. Если принять максимум эффекта за 100%, то активность лучей с длиной волны 290 нм составит 30%, 300 нм – 6%, а лучей лежащих на границе видимого света 400 нм, – 0,01% максимальной (см. рис. 1.9).

Микроорганизмы обладают различной чувствительностью к ультрафиолетовым лу-

Эффективность, %

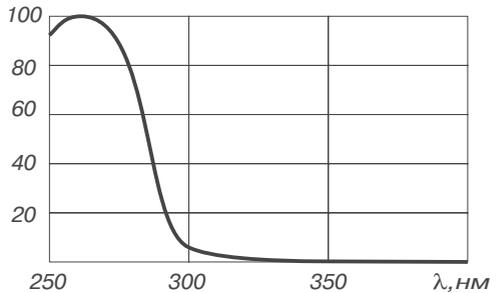


Рис. 1.9. **Эффективность бактерицидного действия ультрафиолетового излучения**

чам. Дрожжи, плесневые грибки и споры бактерий гораздо устойчивее к их действию, чем вегетативные формы бактерий. Споры отдельных грибков, окруженные толстой и плотной оболочкой, отлично себя чувствуют в высоких слоях атмосферы и, не исключена возможность, что, они могут путешествовать даже в космосе.

Чувствительность микроорганизмов к ультрафиолетовым лучам особенно велика в период деления и непосредственно перед ним. Кривые бактерицидного эффекта, торможения и роста клеток практически совпадают с кривой поглощения нуклеиновыми кислотами (см. рис. 1.7). Следовательно, денатурация и фотоллиз нуклеиновых кислот приводит к прекращению деления и роста клеток микроорганизмов, а в больших дозах к их гибели.

Бактерицидные свойства ультрафиолетовых лучей используются для дезинфекции воздуха, инструмента, посуды, с их помощью увеличивают сроки хранения пищевых продуктов, обеззараживают питьевую воду, инактивируют вирусы при приготовлении вакцин.

Действие ультрафиолетового излучения на зрение

Слизистая оболочка глаза — конъюктива — не имеет защитного рогового слоя, поэтому она более чувствительна к облучению, чем кожа. Резь в глазу, краснота, слезотечение, частичная слепота появляются в результате дегенерации и гибели клеток конъюктивы и роговицы. Клетки при этом становятся непрозра-

Рис. 1.10. Поглощение видимого и инфракрасного излучения слоями кожного покрова человека

чными. Длинноволновые ультрафиолетовые лучи, достигая хрусталика, в больших дозах могут вызвать его помутнение — катаракту.

Инфракрасное излучение

В начале XIX века У. Гершель (Англия) посредством чувствительного термометра доказал наличие излучения за нижним пределом видимого спектра. В результате многократных экспериментов он обнаружил, что за границей красного цвета термометр показывал повышение температуры. Это послужило доказательством существования лучей, названных впоследствии инфракрасными [40]. Исследования инфракрасных лучей показали, что они излучаются нагретыми телами, а поглощаясь веществом — нагревают его. Они подчиняются тем же законам отражения, преломления и рассеяния, что и видимые лучи и служат средством переноса тепла на расстоянии (ссылка).

Область инфракрасного излучения простирается от длинноволновой (красной) границы видимого спектра до области радиоволн. Области радиоизлучения и инфракрасного света перекрываются. Радиоволны отличаются от оптических видов излучения не длиной волны, а способом возникновения. Существует область спектра, лучи которой, в зависимости от способа их возникновения, относятся либо к инфракрасной области, либо к радиоволнам.

Диапазон инфракрасных лучей разделен на три области:

- ближняя область — менее 3 мкм;
- средних волн — 3...16 мкм;
- дальних волн — более 16 мкм.

Лучи ближней области с длиной волны до 1,5 мкм глубже других проникают в кожу человека (см. рис. 1.10). Лучи более 1,5 мкм обладают только поверхностным действием.

В спектре солнечного излучения на долю инфракрасных лучей приходится более 50% энергии. На Землю падает общее количество лучистой энергии $2 \cdot 10^{11}$ Вт. Из них около 14% поглощается атмосферой, 42% отражается обратно в мировое пространство, а 44% поглощается земной поверхностью, ее литосферой и гидросферой¹ (см. рис.).

Из 42% солнечного излучения, отражаемого Землей, на долю атмосферы приходится 38%. Поверхность Земли отражает около 4%. Это, в большей мере, результат присутствия в атмосфере водяных паров и углекислого газа. Они задерживают излучение планеты (см. парниковый эффект [5]).

В состоянии лучистого непрерывного обмена с окружающей средой находится каждый живой организм, в том числе и организм человека. Состояние организма, его температура в значительной степени зависит от температуры среды, от того, как сложится баланс излучений между организмом и окружающими его предметами. Максимум излучения тела человека приходится на длину волны 9,3 мкм. Этот факт свидетельствует о важной роли инфракрасного излучения в жизнедеятельности человека. Таким способом тело человека теряет значительную часть тепла (см. стр.).

Зеленые растения, благодаря наличию хлорофилла, поглощают лучи красной и синей части спектра, но отражают инфракрасные лучи. Наибольшей способностью отражения инфракрасных лучей обладают растения, подвергающиеся в условиях жизнедеятельности интенсивному инфракрасному облучению

¹ Эти 44% энергии расходуются на испарение влаги (18%), на конвективный нагрев воздуха (6%) и на теплообмен излучением (20%).

солнечного света. Мхи и водоросли, растущие под поверхностью воды, лишены этой способности. Высокогорные растения отражают инфракрасные лучи вдвое энергичнее в сравнении с растениями тех же видов произрастающих на равнине.

Лист, растущий на полном свету, отражает 25...30% падающих инфракрасных лучей, а растущий в тени – 22% лучей. В процессе эволюции растения приобрели способность ис-

пользовать лучи определенных участков спектра, а от других защищаться посредством отражения.

Комнатные растения получают свет от Солнца через оконное стекло или от искусственных источников света. Оконное стекло не пропускает инфракрасных лучей с длиной волны более 1,5...2 мкм, а лампы накаливания около 95% энергии излучают в инфракрасной области спектра.¹

¹ Максимум мощности излучения ламп накаливания соответствует длине волны 1,2 мкм.