

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Северо-осетинская государственная медицинская академия»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

**КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ  
И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

**Кусова А.Р. Битарова И.К.**

**СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И ЕЕ  
БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ.  
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО УФИ  
В ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ**

Методическое пособие для студентов педиатрического факультета

Владикавказ 2015

УДК 613.165.6  
ББК 51.20

**Кусова А.Р. Битарова И.К.**

Солнечная радиация и ее биологическое действие. Применение искусственного УФ в профилактических целях: методическое пособие для студентов педиатрического факультета

Северо-Осетинская государственная медицинская академия. - Владикавказ, 2015. - 24с.

Данное методическое пособие содержит материал, отражающий современные гигиенические представления о важнейшем факторе окружающей среды человека – солнечной радиации. Изложены данные о видах излучений входящих в состав оптической части солнечного спектра – ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном, их биогенном и абиогенном действии, симптомах недостаточности, методах оценки. Приведена информация об основных типах искусственных источников ультрафиолета – эритемных, прямых ртутно-кварцевых и бактерицидных лампах, способах их использования, технике безопасности при работе с ними

В пособии приведен перечень вопросов для самоконтроля, тестовые задания, список основной и рекомендуемой дополнительной литературы.

Методическое пособие «Солнечная радиация и ее биологическое действие. Применение искусственного УФ в профилактических целях», подготовлено по дисциплине «Гигиена» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальности Педиатрия (31.05.02).

УДК 613.165.6  
ББК 51.20

**Рецензенты:**

Бибаева Л.В. - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и гистологии ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России.

Туаева И.Ш. – кандидат медицинских наук. доцент кафедры гигиены МПФ с курсом ФПДО ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России.

*Утверждено и рекомендовано к печати Центральным координационным учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО СОГМА Минздрава России (протокол № 3 от 7 декабря 2015г.).*

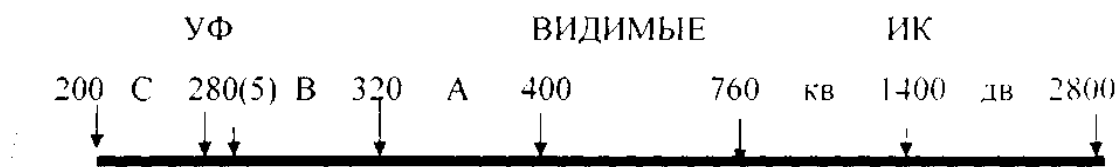
*Солнечная радиация* — единственный естественный источник энергии, тепла и света на Земле. Солнце является источником как корпускулярных излучений (электроны, протоны, ядра гелия и др.), так и электромагнитных волновых излучений (инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-излучение).

Различают излучение прямое, исходящее непосредственно от Солнца, рассеянное — от небесного свода и отраженное — от поверхности различных предметов. Сумма всех этих видов излучения называется суммарным излучением.

Благодаря солнечной радиации происходит нагревание поверхности земного шара, испарение воды, перемещение воздушных масс, изменение погоды. Она является одним из основных факторов, обуславливающих климат местности.

Атмосфера пропускает до поверхности земли только оптическую часть солнечного спектра, в которую входят:

- невидимые ультрафиолетовые лучи – 290 – 400 мкм
- видимые световые лучи – 400 -760 мкм
- невидимые инфракрасные лучи – 760 – 2800 мкм



При прохождении через воздушную оболочку Земли в результате поглощения, отражения и рассеивания лучистая энергия теряет в целом до 57 % от первоначальной мощности. Степень этой потери во многом зависит от высоты стояния Солнца над горизонтом, угла падения лучей, толщины и прозрачности атмосферы. Загрязненность атмосферного воздуха пылью, дымом и газами снижает интенсивность солнечного излучения на 15 —50 %. Облачная, туманная, а также влажная погода уменьшает суммарное солнечное излучение в среднем на 45 —55 %. Кроме того, в условиях городов к резкому снижению уровня солнечной радиации приводит неправильная планировка и строительство (узкие улицы, двory-колодцы), неверная ориентация окон домов по сторонам света.

При этом в широком диапазоне изменяется и спектральный состав лучистой энергии. Так, если на границе атмосферы ультрафиолетовая часть солнечного спектра составляет 5 %, видимая — 52 % и инфракрасная — 43 %, то, достигая поверхности Земли, эти показатели соответственно равняются 1, 40 и 59 %.

Таким образом, в атмосфере происходят процессы поглощения и рассеяния солнечного света, причем в большей мере это отражается на ультрафиолетовом излучении.

Все виды солнечного излучения, достигающие поверхности Земли (инфракрасное, видимое и ультрафиолетовое), имеют одинаковую физическую

природу (электромагнитные волны), но отличаются длиной волны. Именно это различие обуславливает особенности биологического действия каждой составляющей солнечного потока. Чем больше частота колебаний (или чем меньше длина волны), тем больший запас энергии несет квант излучения и тем больше будет выражена степень воздействия (в том числе повреждающего) такого излучения на организм.

### **Биологическое действие инфракрасного излучения**

Инфракрасное (тепловое) излучение составляет большую часть солнечного спектра (не менее 50%). Поверхности Земли достигает инфракрасное излучение с длиной волны 760 — 2500 нм, более длинноволновое задерживается атмосферой.

Инфракрасное излучение, воздействуя на молекулы и атомы различных веществ, усиливает их колебательные и ротационные движения и вызывает *тепловой эффект*. Оно проникает сквозь атмосферу, толщу воды и почвы, сквозь оконное стекло, одежду.

Оно способствует нагреванию земной поверхности и испарению воды, вследствие чего происходит движение воздуха и водных масс, формирование циклонов и антициклонов, теплых и холодных течений, разнообразие климатических зон, погодных условий и т.д.

Действие инфракрасной радиации на организм в значительной степени зависит от длины волны и поглощающей способности кожи. Оно по своей биологической активности делится на длинноволновое (1400—2800 нм) и коротковолновое (760— 1400 нм). Чем меньше длина волны, тем больше излучение проникает в ткани, но субъективное ощущение тепла и жжения меньше.

Наиболее короткое инфракрасное излучение с длиной волны 760— 1400 нм проникает сквозь ткани тела человека, не вызывая ощущения тепла, в том числе и сквозь кости черепа, на глубину 4—5 см, проходит через мозговую оболочку и воздействует на рецепторы мозга. Вследствие нагрева мозговых оболочек коры больших полушарий возможно развитие эритематозного воспаления и солнечного удара.

Длинные волны (1400-2800 нм) поглощаются поверхностными слоями кожи, вызывают ощущение жжения. Способствуют улучшению кровообращения, ослабляют условно-рефлекторную реакцию сосудов.

При локальном действии на ткани инфракрасное излучение несколько ускоряет биохимические реакции, ферментативные и иммунобиологические процессы, рост клеток, и регенерацию тканей, кровотоков, усиливает биологическое действие ультрафиолетовых лучей.

Активные продукты распада, образующиеся под влиянием инфракрасного излучения на кожу, а также нервные импульсы от кожи распространяют местное действие на весь организм. Это проявляется в виде нормализации тонуса вегетативной нервной системы, болеутоляющего и противовоспалительного действия. Подобные свойства инфракрасного

излучения широко применяются в физиотерапии с помощью использования искусственных источников излучения. Для общего облучения используются инфракрасные (ИК) ванны, для местного — лампы Соллюкс и лампы Минина.

Негативное влияние инфракрасного излучения на организм связано, прежде всего, с его тепловым воздействием, а именно:

- возможно перегревание организма, вплоть до теплового и/или солнечного удара;
- возникают изменения со стороны сердечно-сосудистой системы в виде тахикардии, повышения систолического и снижения диастолического артериального давления;
- по данным ряда авторов, инфракрасное излучение Солнца способствует развитию катаракты (помутнение хрусталика).

### **Биологическое действие видимого света**

Видимое излучение Солнца имеет длину волны 400 — 760 нм и создает максимальную освещенность на поверхности Земли до 40 000 лк (люкс). Уровень естественной освещенности на открытой поверхности зависит от широты местности, погоды, высоты стояния солнца над горизонтом, запыленности воздуха, тумана, облачности и времени года и суток. Если Солнце стоит над горизонтом, общая освещенность снижается до 1000 лк. (Для сравнения - Луна создает освещенность около 0,2 лк.).

Видимая часть солнечного спектра имеет важное значение для экологии всей планеты, так как обуславливает фотосинтез растений, благодаря которому солнечная энергия аккумулируется в органических веществах.

Видимый свет оказывает общебиологическое действие. Благодаря ему происходит:

- осуществление зрительной функции. Так, в результате воздействия на зрительные пигменты сетчатки глаза (фотосенсибилизаторы) видимого излучения и протекания соответствующих биохимических реакций генерируются электрические импульсы, вызывающие ощущение света;
- активизация процессов возбуждения в коре головного мозга, регуляция суточных ритмов сна и бодрствования, положительное влияние на эмоциональную сферу во время бодрствования и повышение жизненного тонуса;
- улучшение деятельности других (кроме зрительного) анализаторов;
- усиление биохимических процессов, иммунобиологической реактивности, гормональной секреции и т.д.

Важной особенностью видимого излучения является его способность создавать гамму цветов, а именно в порядке убывания длины волны: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. В жизни человека это имеет большое значение: фиолетовый и синий цвета угнетают психо-эмоциональную сферу и способствуют засыпанию; голубой цвет обладает успокаивающим действием; зеленый — индифферентный; ярко-желтый —

раздражает; красный — возбуждает. Синий цвет способен усиливать состояние депрессии, красный — состояние психического возбуждения.

В пограничных областях длины волн видимый свет обладает свойствами как инфракрасного, так и ультрафиолетового излучений. Так, в красной длинноволновой части видимое излучение проявляет свойства, близкие к инфракрасному излучению — создает тепловой эффект. В связи с этим на долю видимого излучения в солнечном спектре приходится около половины общей тепловой энергии. В фиолетовой коротковолновой части видимый свет приближается к действию УФ-И: вызывает эритемное, загарное и бактерицидное действие, особенно при наличии фото-сенситизаторов.

Кроме того, для организма небезразличны характер и степень воздействия естественного света. Сегодня существует понятие синдрома «сезонного расстройства» (СР). У людей с диагнозом СР наблюдаются эмоциональные депрессии, упадок физических сил, повышенный аппетит и потребность во сне, а также желание замкнуться в себе в осенне-зимний период. Светотерапия как метод лечения данного синдрома широко применяется и оказывает положительное действие на людей с нарушениями сна, менструального цикла, пищеварения. Световое лечение усиленно используется при болезнях, связанных с СР и работой в ночную смену.

Наряду с естественной освещенностью для благоприятных гигиенических условий в помещении большую роль играет **инсоляция**, или время освещения помещения прямыми солнечными лучами. С гигиенических позиций различают максимальный инсоляционный режим, когда прямые солнечные лучи проникают в помещение на протяжении не менее 5-6 ч, умеренный инсоляционный режим, при котором солнечные лучи освещают помещение от 2 до 5 ч/сут, и минимальный инсоляционный режим, когда солнечные лучи остаются в помещении меньше 2 ч.

Естественная освещенность помещений и инсоляционный режим зависят от ориентации здания по сторонам света. Так, ориентация окон на южные румбы способствует длительной максимальной инсоляции помещений. При восточной и юго-восточной ориентации окон прямые солнечные лучи проникают в помещение в утренние часы, что соответствует умеренному типу инсоляционного режима, ориентацию на северные румбы следует классифицировать как минимальный инсоляционный режим, при западной ориентации инсоляция возможна во второй половине дня. Однако западная ориентация наиболее неблагоприятна, поскольку косые солнечные лучи способствуют перегреванию помещения и оказывают минимальный бактерицидный эффект. Такой инсоляционный режим принято называть смешанным.

В последнее десятилетие в городах часто нарушаются гигиенические требования допустимого расстояния между зданиями, а самое главное - происходит затенение окон близлежащих домов. Снижается естественная освещенность в квартирах, ухудшается инсоляционный режим. Затенение (особенно квартир на нижних этажах) может быть обусловлено и близко растущими высокими деревьями. Санитарно-гигиенические условия следует

считать благоприятными, если свободный небосвод в окнах жилых квартир виден под углом не менее  $5^\circ$  (угол отверстия), солнечные лучи падают в жилое помещение под углом не менее  $27^\circ$  (угол падения). Затенение окон соседними домами и деревьями приводит к освещению квартир только за счет рассеянных солнечных лучей, что значительно ухудшает санитарные условия проживания. При этом освещенность в зависимости от расстояния от окна уменьшается в 7-10 раз. Важна также чистота стекол окон. Загрязнение стекол при двойном остеклении снижает проникновение всех видов солнечного излучения до 80%.

### **Биологическое действие ультрафиолетового излучения**

Наиболее биологически активна ультрафиолетовая часть солнечного спектра, которая у поверхности Земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 нм.

Интенсивность ультрафиолетовой радиации у поверхности Земли зависит от многих факторов. Так, например, при облачной погоде интенсивность ультрафиолетовой радиации может снижаться до 80 %, загрязненность атмосферного воздуха делает эту потерю равной 10 — 50%.

Различают биогенное (полезное, защитное) действие ультрафиолетовой радиации - проявляется только при воздействии определенных, физиологически малых, оптимальных доз облучения (до 2 биодоз) и абиогенное (вредное) действие.

УФ-лучи, являясь неспецифическим стимулятором физиологических функций, оказывают положительное влияние на общее самочувствие и работоспособность. Под их действием происходит усиление деятельности надпочечников, щитовидной и других эндокринных желез. УФ-лучи стимулируют белковый, жировой, углеводный и минеральный обмен. Отмечено их действие на функции кроветворения и на иммунологические процессы, что обуславливает повышение защитных сил организма. Дозированное УФ-облучение оказывает положительное влияние на течение таких заболеваний, как скарлатина, гастрит, бронхиальная астма, крупозная пневмония, ревматизм и др. Большое значение имеет бактерицидный эффект УФ-лучей, в результате чего происходит обеззараживание воздуха, воды, почвы.

По характеру преимущественного биологического воздействия ультрафиолетовую часть спектра принято условно делить на три области — А(UV-A), В(UV-B), С(UV-C)

*Длинноволновая область А* (400 — 320 нм) не задерживается озоновым слоем, проходит сквозь стекло и роговой слой кожи, обладает преимущественно эритемным и загарным действием.

Эритема (покраснение) образуется на коже через 2 — 8 ч после облучения и сохраняется в течение 1 — 4 дней.

Механизм образования эритемы до конца не выяснен. Вместе с тем, установлено, что в сосочковом слое дермы образуется гистамин, кинины, простагландины, продукты обмена нуклеотидов, которые и обеспечивают

сложную цепь биохимических процессов эритемного действия. Интенсивность эритемы увеличивается у детей, у женщин при менструации, беременности и тиреотоксикозе, при аллергических заболеваниях, у лиц с менее выраженной пигментацией кожи.

Загарное или пигментобразующее действие - проявляется образованием пигмента меланина в клетках нижнего слоя эпидермиса меланобластах из некоторых аминокислот и последующей миграцией меланина в поверхностные слои кожи.

Меланин — основной пигмент человека, который придает окраску волосам, ресницам, радужной оболочке глаза, определяет цвет кожи, защищает ядра клеток кожи, а потом и внутренние органы от перегревания инфракрасным излучением, которое глубоко проникает под кожу. Потемнение меланина (лёгкий и быстро проходящий загар) возникает под влиянием UV-A уже через несколько часов. Замедленный загар (синтез меланина и увеличение количества меланосом) развивается примерно через 3 дня и вызывается излучением в UV-B диапазоне.

Минимальное количество УФИ (ультрафиолетовое излучение), которое вызывает на незагоревшей коже человека едва заметное покраснение-эритему через 8 — 10 ч после облучения называют *биодозой* или пороговой эритемной дозой. Биодозу необходимо определять экспериментально у каждого человека, который будет подвергаться облучению, в силу значительных отличий в индивидуальной чувствительности к УФ-лучам. Индивидуальная чувствительность зависит от возраста, пола, цвета кожи, волос, наличия ряда заболеваний, присутствия в организме некоторых лекарственных средств или токсических веществ. Определяется биодоза с помощью биодозиметра Горбачева—Дальфельда от той же лампы, которая будет использована для облучения. Оптимальная или физиологическая доза УФИ, предотвращающая развитие УФ-недостаточности, равна  $1/4$  —  $1/2$  биодозы.

**Средневолновая область В** (320 — 290 нм) — Большая часть UV-B поглощается озоновым слоем, который "прозрачен" для UV-A. Так что доля UV-B во всей энергии ультрафиолетового излучения в летний полдень составляет всего около 3%. Он на 70% отражается роговым слоем, на 20% ослабляется при прохождении через эпидермис - в дерму проникает менее 10%.

Задержку более 80 % УФИ (ультрафиолетовое излучение) Солнца в наиболее полезной области В вызывает проникновение солнечных лучей через обычное оконное стекло, содержащее титан и железо. Увиолевое же стекло, в котором отсутствуют названные металлы, пропускает большую часть ультрафиолетовых лучей. В связи с этим увиолевое стекло используется в строительстве зданий, а также в медицинской практике с профилактическими и лечебными целями.

УФИ области В обладает *витаминообразующим действием* - провитамин 7,8-дегидрохолестерин, содержащийся в кожном сале, переходит в свою активную форму — витамин D<sub>3</sub> (холекальциферол), обеспечивая специфическое антирахитическое действие.



Наибольшей способностью к синтезу витамина D<sub>3</sub> обладают те участки кожи, которые эволюционно подвергались большому влиянию УФИ Солнца. Так, количество витамина в коже живота составляет 60 % от того количества витамина, которое образуется в коже спины. Минимальное количество витамина образуется в коже стопы, которая почти не подвергается инсоляции.

Доза, позволяющая предупреждать и излечивать гипо- и авитаминоз D, а также другие негативные последствия светового голодания, называется минимальной суточной профилактической дозой и составляет 1/8 биодозы.

**Коротковолновая область С** (290 — 200 нм) обладает бактерицидным, абиотическим действием, но не достигает поверхности Земли, так как рассеивается и поглощается в верхних слоях атмосферы. Искусственными источниками УФИ области С являются ртутно-кварцевые и бактерицидные лампы.

Бактерицидное действие УФИ области С (лучи с длиной волн от 275 до 180 нм) используется в медицине при санации воздушной среды в операционных, в асептических блоках аптек, в микробиологических блоках и т. д. Бактерицидные лампы с данным спектром используются для обеззараживания молока, дрожжей, безалкогольных напитков. Они успешно применяются для обеззараживания питьевой воды, лекарств и др.

### **Абиогенное действие УФИ**

При увеличении суммарной дозы УФИ (до 5 и более биодоз) отмечаются неблагоприятные эффекты. При однократном избыточном воздействии возможно:

- возникновение фотохимического ожога, который проявляется в виде эритемы, волдырей, головной боли, фотоофтальмии. При этом происходит усиление ПОЛ (перекисное окисление липидов), что ведет к повреждению клеточных мембран и гибели клеток.

- обострение хронических заболеваний, таких как туберкулез, ревматизм и др., т.к. при усилении образования меланина увеличивается потребность в незаменимых аминокислотах, витаминах, солях кальция, что неблагоприятно сказывается на течении хронического процесса.

- инактивация холекальциферола в токсичные производные (при воздействии УФ-излучения области С с длиной волны 200- 280 нм)

При длительном избыточном воздействии возможно:

- образование веществ, обладающих мутагенным действием.

- развитие рака кожи (меланомы) - в настоящее время считают, что ультрафиолетовый онкогенез является следствием фотоповреждений генетического материала, что проявляется изменениями ДНК, увеличением частоты развития хромосомных aberrаций и мутаций, возрастанием скорости трансформации здоровых клеток в раковые. Однако механизм канцерогенного действия УФИ требует дальнейших исследований. Отмечено, что рак кожи наблюдается чаще у светлокожих, чем у темнокожих людей и в тех районах

земного шара, где интенсивнее солнечная радиация. В России рак кожи в южных районах составляет 20—22 % всех форм рака, в то время как в северных районах он не превышает 7 %. В последние годы в связи с изменением озонового слоя атмосферы возрастает опасность возникновения рака кожи от УФИ Солнца.

- фотостарение кожи - результат хронического облучения кератиноцитов, сосудов и фиброзных тканей - "солнечный эластоз".

- фотоофтальмии (повреждения глаз) - гиперемия и отек конъюнктивы, блефароспазм, слезотечение, светобоязнь, катаракта, возрастная макулярная дегенерация, фотокератит (воспаление роговицы), солнечная ретинопатия (поражение сетчатки), злокачественные новообразования кожи век, птеригий (нарастание конъюнктивы на роговицу). Подобные поражения встречаются при отражении лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах («снеговая слепота»)

- возникновение у группы людей фотоаллергии и фотосенсибилизации - повышения чувствительности организма (чаще кожи и слизистых оболочек) к действию ультрафиолетового или видимого излучений.

Для профилактики подобных явлений желательно избегать пребывания под открытым солнцем в полуденные часы (с 11 до 15), когда поступает 40% от суточной дозы ультрафиолета. Необходимо использование средств индивидуальной защиты - широкополых шляп, одежды, покрывающей кожу, очков со стеклами, поглощающими ультрафиолет, а также солнцезащитных кремов широкого спектра.

### **Ультрафиолетовая недостаточность и ее профилактика**

Проблемы возникают и в случае, когда значительные контингенты людей находятся в условиях солнечного или светового голодания. В наибольшей степени это относится к ультрафиолетовой недостаточности.

Условия для полного солнечного голодания до 6 мес. в году имеются в северных широтах, особенно в Заполярье. Однако и в средних широтах в зимние месяцы (декабрь — февраль) наблюдается ультрафиолетовая недостаточность. Этому способствует большое количество пасмурных дней, короткое пребывание на воздухе, теплая одежда, загрязнение атмосферного воздуха и остекления на промышленных предприятиях. Особо подвержены солнечному голоданию люди, работающие в условиях искусственного освещения (рабочие угольной и горнорудной промышленности, строители метро и т.п.).

Недостаточное воздействие УФИ на организм человека обуславливает разнообразные проявления D-авитаминоза. В первую очередь нарушается трофика ЦНС, что ведет к ослаблению окислительно-восстановительных процессов, нарушается фосфорно-кальциевый обмен, который тесно связан с процессами окостенения скелета, кислотно-основным состоянием, свертываемостью крови и др. Отмечаются падение работоспособности и снижение резистентности организма к простудным заболеваниям.

Наиболее чувствительны к недостаточности УФИ маленькие дети, у которых в результате D-авитаминоза может развиваться *рахит*. У взрослых вследствие D-авитаминоза отмечается ослабление связочного аппарата суставов, снижение плотности костей (остеопороз), замедленное срастание их при переломах.

Недостаточность УФИ отражается на процессах фотосинтеза растений. В частности, у злаковых это приводит к снижению содержания белка и увеличению количества углеводов в зернах.

Для профилактики подобных явлений широкое применение нашли искусственные источники УФИ: ртутно-кварцевые лампы, эритемные люминесцентные лампы и др. Однако полезное воздействие возможно при условии обязательного определения пороговой эритемной дозы или биодозы.

Противопоказаниями для облучения человека искусственным УФИ являются заболевания активной формой туберкулеза, щитовидной железы, резко выраженный атеросклероз, заболевания сердечно-сосудистой системы, печени, почек, малярия, злокачественные новообразования.

### **Искусственные источники УФ излучения**

На практике применяют три типа искусственных источников ультрафиолетового излучения.

1. Эритемная люминесцентная лампа (ЛЭ, ЭУВ) – источник ультрафиолетового излучения области А и В. Максимум излучения лампы – область В (313 нм). Лампа применяется для профилактического и лечебного облучения людей и изготавливается из специального сорта стекла (увиолевого), хорошо пропускающего УФ излучение. Изнутри трубка лампы покрыта люминофором (фосфатом кальция, активированным таллием) и заполнена дозированным количеством ртути с инертным газом при давлении в несколько миллиметров ртутного столба. Лампы ЭУВ выпускают мощностью 15 Вт (ЭУВ-15) и 30 Вт (ЭУВ-30).

2. Прямая ртутно-кварцевая (ПРК) или дуговая ртутно-кварцевая лампа (ДРТ) являются мощными источниками излучения в ультрафиолетовых областях А, В, С и видимой части спектра. Максимум излучения лампы ПРК находится в областях В (25% всего излучения) и С (15% всего излучения). В связи с этим лампы ПРК применяют как для облучения людей профилактическими и лечебными дозами, так и обеззараживания объектов внешней среды (воздуха, воды и т.д.).

Лампы ПРК для облучения людей применяют с особой осторожностью, так как значительные количества УФ излучения области С могут приводить к поражению слизистой глаз (фотоофтальмии), изменению состава крови и т.п. Время облучения и расстояние до лампы строго дозируют, глаза облучаемых лиц и персонала защищают темными стеклянными очками. Лампа ПРК изготавливается из кварцевого стекла, заполняется дозированным количеством ртути и аргона.

Существуют два вида светооблучательных установок включающих в себя лампы ЭУВ или ПРК: длительного и кратковременного действия.

Первый метод облучения состоит в том, что обычное (или улучшенное) искусственное освещение внутри помещения насыщается ультрафиолетовыми лучами. Все находящиеся в помещении люди облучаются в течение всего времени пребывания в нем УФ потоком небольшой интенсивности. Их используют: в детских учреждениях, лечебно-профилактических учреждениях, жилых домах (общежитиях) севернее 60° с.ш., спортивных залах, в производственных помещениях без естественного света. Длительность работы установки зависит от светового климата: для северных районов – с 1 октября по 1 апреля; для средних – с 1 декабря по 1 апреля. Люди находятся в помещениях в обычной одежде, открытыми остаются лицо, шея и руки. Облучатели устанавливаются на потолке или стене, на уровне 2,5 м от пола.

При использовании облучательных установок кратковременного действия (фотариев) люди облучаются интенсивным потоком УФИ в течение нескольких минут. Их наиболее целесообразно устраивать для тех контингентов людей, которые не имеют постоянного рабочего места или в тех случаях, когда имеются затруднения для устройства светооблучательных установок (большая высота помещений, разобщенность рабочих мест и т. д.).

Фотарии бывают:

- кабинного типа - состоят из двух или четырех одноместных смежных кабин, стенками которых служат вертикально расположенные лампы ЭУВ-30;
- проходного типа или «лабиринт»;
- маячного типа - используют лампу, устанавливаемую в центре помещения, а облучаемые располагаются по кругу ;

Длительность сеанса зависит от мощности источника излучения, расстояния до источника, индивидуальной чувствительности облучаемого или биодозы (смотри ПРИЛОЖЕНИЕ)

На практике в качестве лечебной дозы принимают 0,6-0,8 биодозы (в зависимости от состояния пациента). Профилактическая доза составляет 1/8–1/10 от лечебной дозы.

#### *Показания к УФ-облучению*

*Общее УФО применяется для:*

- повышения сопротивляемости организма к различным инфекциям, в том числе гриппу и другим ОРВИ
- профилактики и лечения рахита у детей, беременных и кормящих женщин;
- лечения пиодермии, распространенных гнойничковых заболеваний кожи и подкожной клетчатки;
- нормализации иммунного статуса при хронических вялотекущих воспалительных процессах;
- стимуляции гемопоэза;
- улучшение репаративных процессов при переломах костей;
- закаливания;
- компенсации ультрафиолетовой (солнечной) недостаточности.

*Местное УФО применяется:*

- в терапии - для лечения артритов различной этиологии, воспалительных заболеваний органов дыхания, бронхиальной астмы;
- в хирургии - для лечения гнойных ран и язв, пролежней, ожогов и обморожений, инфильтратов, гнойных воспалительных поражений кожи и подкожной клетчатки, маститов, остеомиелитов, рожистого воспаления, начальных стадий облитерирующих поражений сосудов конечностей;
- в неврологии - для лечения острого болевого синдрома при патологии периферического отдела нервной системы, последствий черепно-мозговых и спинномозговых травм, полирадикулоневритов, рассеянного склероза, паркинсонизма, гипертензионного синдрома, каузалгических и фантомных болей;
- в гинекологии - в комплексном лечении острых и подострых воспалительных процессов, при трещинах сосков;
- в ЛОР-практике - для лечения ринитов, тонзиллитов, гайморитов, паратонзиллярных абсцессов;
- в педиатрии - для лечения маститов новорожденных, мокнущего пупка, ограниченных форм стафилодермии и экссудативного диатеза, пневмоний;
- в дерматологии - при лечении псориаза, экземы, пиодермии и др. 7

*Показания к ультрафиолетовому облучению в стоматологии:*

- заболевания слизистой оболочки полости рта;
- заболевания пародонта;
- заболевания зубов - некариозные заболевания, кариес, пульпит, периодонтит;
- воспалительные заболевания челюстно-лицевой области;
- заболевания ВНЧС;
- лицевые боли.

В диагностике стоматологических заболеваний также используют люминесцентные методы, основанные на способности тканей и их клеточных элементов под действием ультрафиолетовых лучей изменять свой цвет.

3. Бактерицидные лампы из увиолевого стекла (БУВ) являются источниками УФ излучения области С. Максимум излучения ламп БУВ составляет 254 нм. Они применяются только для обеззараживания объектов внешней среды: воздуха, воды, предметов (посуды, игрушек).

*Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания воздуха*

Коротковолновая область УФ излучения - С (280–200нм) обладает преимущественно бактерицидным действием вследствие нарушения жизнедеятельности микробных клеток, расщепления их нуклеиновых компонентов и денатурации белка. Вегетативные формы микроорганизмов и вирусы погибают под прямыми солнечными лучами в течение 10–15 минут, споровые формы – через 40–60 минут. Созданы искусственные источники ультрафиолетового излучения области С – газоразрядные бактерицидные и ртутно-кварцевые лампы.

Бактерицидные лампы БУВ (бактерицидные увиолевые) изготавливают из увиолевого (кварцевого) стекла, очищенного от примесей титана и железа, которые задерживает до 80–90 % ультрафиолетового излучения. Лампы заполняются аргоном с дозированным количеством ртути при низком давлении.

Максимум излучения ламп БУВ приходится на длину волны 254 нм, что обеспечивает наибольшее бактерицидное действие лучистой энергии.

Лампы БУВ применяют только для обеззараживания объектов внешней среды: воздуха, воды, различных предметов (посуды, игрушек).

Дозирование излучения ламп БУВ должно проводиться особенно тщательно, так как коротковолновое ультрафиолетовое излучение обладает значительным абиотическим действием. Облучение людей прямыми лучами от этих ламп не допускается, так как могут возникнуть ожоги слизистой оболочки глаз - фотоофтальмия, произойти неблагоприятные изменения в составе крови и др.

Для ламп БУВ разработаны специальные экраны, направляющие лучи так, чтобы включенная лампа не была видна стоящему человеку. Для установки этих ламп существует настенная, потолочная и передвижная арматура (облучатели ОБН-160; ОБП-300; ОБП-450), а также комбинированные облучатели, предназначенные для осветительных люминесцентных ламп и ламп типа БУВ.

Наибольшее практическое значение имеет применение ламп БУВ для дезинфекции и санации воздуха закрытых помещений с большим скоплением людей: торговых залов аптек, ожидальнях поликлиник, групповых комнат детских садов, помещений рекреаций в школах и т. д.

Существует два метода санации воздуха помещений лампами БУВ – в присутствии людей в помещении и в их отсутствии.

Наиболее эффективно проведение санации воздуха в присутствии людей, так как люди являются основным источником микробного обсеменения воздуха помещений. В этом случае облучают воздух верхней зоны помещения экранированными лампами БУВ, которые размещают по всему помещению не ниже 2,5 м от пола в местах наиболее интенсивных конвекционных потоков воздуха – над дверью, окнами, отопительными приборами. При этом нижние слои воздуха обеззараживаются за счет конвекции. Экранирующая арматура направляет поток лучей лампы вверх под углом в пределах от 5 до 80° над горизонтальной поверхностью.

Мощность бактерицидного облучения ламп БУВ зависит от электрической мощности, потребляемой лампой от сети. *При определении необходимого количества бактерицидных облучателей исходят из расчета, чтобы на 1 м<sup>3</sup> объема помещения приходилось 0,75-1 Вт мощности, потребляемой лампой из сети.*

Санация воздуха помещений в отсутствии людей применяется в асептических блоках аптек, бактериологических лабораториях, операционных, перевязочных и др. после влажной уборки. Открытые, не экранированные лампы размещают равномерно по всему помещению либо преимущественно над рабочими столами. Как правило, над дверью также помещают лампу,

создающую «завесу» из бактерицидных лучей. Количество ламп и время санации зависят от режима (класса чистоты) данного помещения. *Минимальное количество ламп должно быть таким, чтобы на 1 м<sup>3</sup> помещения приходилось 2-2,5 Вт потребляемой мощности от сети.*

При длительной работе бактерицидных ламп в воздухе аптек могут накапливаться озон и окись азота в количествах, превышающих нормативы. Поэтому использование УФ-излучения требует соблюдения правил безопасности (смотри ПРИЛОЖЕНИЕ)

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### **Определение биодозы для взрослого человека.**

Определение биодозы производится при помощи специального устройства – *биодозиметра Дальфельда-Горбачева*, который представляет собой планшетку с шестью отверстиями размером 1,5 x 1,0 см, которые закрываются подвижной пластинкой. Биодозиметр закрепляют на незагорелой части тела, чаще всего на внутренней части предплечья, либо на эпигастральной области или спине. На коже шариковой ручкой отмечают расположение и номер окошек. Пациента располагают на расстоянии 0,5 м от источника УФО (после предварительного прогрева лампы в течение 10-15 минут), закрывая последовательно отверстия биодозиметра через каждую минуту, начиная с бокового окна. Таким образом, под окошком № 1 поверхность тела облучается в течение 6 минут; под № 2 – 5 минут; № 3 – 4 минуты; № 4 – 3 минуты; № 5 – 2 минуты; № 6 – 1 минуту. Контроль появления эритемы проводят через 6-8 часов после облучения.

### **Правила эксплуатации бактерицидных ламп**

Режим дезинфекции зависит от мощности облучателя, объема помещения, критериев эффективности обеззараживания, обусловленных функциональным назначением помещения, и определяется в соответствии с «Методическими указаниями по применению бактерицидных ламп для обеззараживания воздуха и поверхностей», утвержденными Минздравмедпромом РФ 28.02.1995.

Открытые (неэкранированные) бактерицидные лампы применяют только в отсутствие людей в перерывах между работой, ночью или в специально отведенное время – например, за 1-2 часа до начала работы асептической. Минимальное время облучения – 15-20 минут.

Выключатели открытых ламп следует размещать перед входом в помещение и оборудовать сигнальной надписью «Не входить, включен бактерицидный облучатель». Нахождение людей в помещениях, в которых включены неэкранированные лампы, ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Вход в помещение разрешается только после отключения лампы, а длительное пребывание в указанном помещении – через 15 минут после отключения.

Экранированные бактерицидные лампы могут работать до 8 часов в сутки. Рациональнее производить облучение 3-4 раза в день по 1,5-2 часа с перерывами для проветривания помещения на 30-60 минут, так как при работе лампы образуются озон и окислы азота, вызывающие раздражение слизистой оболочки дыхательных путей. В последние годы созданы безозоновые бактерицидные лампы, что достигается за счет применения специального кварцевого стекла, не пропускающего УФ излучение короче 200 нм, вызывающего образование озона.

Облучение воздуха лампами ПРК проводят по 30 минут несколько раз в день с интервалами, используемыми для проветривания помещения.

Необходимо учитывать продолжительность работы каждого облучателя в специальном журнале, фиксируя время включения и выключения лампы.



Запрещается использовать бактерицидные лампы с истекшим сроком годности. Средний срок службы бактерицидной лампы БУВ составляет 1500 часов, ламп ПРК – 800 часов.

Важно строгое соблюдение режима использования бактерицидных ламп, поскольку граница между условиями положительного бактерицидного эффекта УФ облучения и отрицательного, связанного с селекцией резистентной микрофлоры под слабым воздействием УФ лучей, недостаточно отчетлива.

УФ лучи эффективны на расстоянии не более 2 метров и при относительной влажности воздуха от 40 до 70 %, при более высокой влажности их бактерицидное действие снижается. На темных поверхностях, обработанных УФ лучами, остается на 10–20 % микробов больше, чем на светлых при тех же условиях. В тени, например, под доской стола или на обратной стороне инструмента, ультрафиолетовое излучение не действует.

К ошибкам, влекущим отрицательные эпидемиологические последствия, относят:

- несоблюдение предписанных режимов облучения;
- несоответствие типа (открытый, закрытый) и количества облучателей потребностям санации помещений;
- не учет «возраста» ламп, по мере увеличения которого существенно снижается их бактерицидность;
  - поверхностное загрязнение ламп;
  - «преувеличение ожидания» эффективности ультрафиолетовых облучателей, способствующее пренебрежению иными, не менее надежными способами санации помещений – проветривание, уборка, обработка химическими дезинфектантами, повышение эффективности вентиляции.

Для оценки бактерицидной эффективности конкретных облучателей осуществляют бактериологическое исследование воздуха и смывов с поверхностей до и после облучения. Санация считается эффективной, если после облучения число микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха снизилось на 80 % и более.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. гигиена и основы экологии человека. М., 2004.
2. Румянцев Г.И. гигиена XXI век., М., 2005.
3. Лакшин А.М., Катаева В.А. Общая гигиена с основами экологии человека. М., 2004.

Дополнительная литература:

1. Пивоваров Ю.П., Королик В.В. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и основам экологии человека. М. 2006.
2. Катаева В.А., Лакшин А. М. Руководство к лабораторным, практическим и самостоятельным занятиям по гигиене и основам экологии человека. М.,2005.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ:**

1. Какова структура солнечного спектра.
2. Биологическое действие инфракрасной радиации солнца.
3. Какова биологическая роль отдельных областей УФ излучения.
4. Назовите причины (естественные и искусственные) возникновения УФ недостаточности.
5. Основные симптомы проявления ультрафиолетовой недостаточности (голодания) у взрослых и детей и меры профилактики.
6. Лица каких профессий наиболее остро испытывают явление УФ недостаточности.
7. Дайте краткую характеристику искусственных источников УФ излучения.
8. Положительные сдвиги, наблюдающиеся в организме под влиянием искусственного УФ излучения.
9. Фотоэлектрический метод измерения УФ радиации, используемые приборы, их устройство и принцип работы.
10. Перечислите показания и противопоказания к облучению людей.
11. Каковы правила определения биодозы при организации облучения людей?
12. Что такое фотоофтальмия? Назовите ее симптомы.
13. Охарактеризуйте облучательные установки (длительного и кратковременного действия).
14. Как проводится оценка бактерицидного действия УФ радиации.
15. Как контролируют эффективность санации воздуха в ЛПУ?
16. Перечислите мероприятия по устранению изменений в воздухе при коротковолновом УФ излучении?

## ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ

1. В интегральном потоке солнечного спектра выделяют области:

- а) ультрафиолетового излучения,
- б) видимого света,
- в) инфракрасного излучения,
- г) космического излучения.

2. Биологическое значение видимой части солнечного спектра:

- а) оказывает общестимулирующее действие на организм.
- б) повышает обменные процессы.
- в) обуславливает возможность осуществления зрительной функции глаза.
- г) обладает эритемным действием.

3. Биологическое действие инфракрасной части солнечного спектра:

- а) вызывает нагревание кожи.
- б) повышает температуру тела.
- в) расширяет кожные сосуды.
- г) обладает бактерицидным действием.

4. Биологическое действие УФ-области солнечного спектра:

- а) загарное.
- б) витаминообразующее.
- в) эритемное.
- г) бактерицидное.
- д) тепловое.

5. Факторы, влияющие на интенсивность естественного УФ-излучения:

- а) прозрачность атмосферы.
- б) солнечная активность.
- в) высота стояния солнца над горизонтом.
- г) высота местности над поверхностью моря.
- д) количество зеленых насаждений.

6. Причины снижения количества естественного УФ-излучения на севере:

- а) низкое стояние солнца над горизонтом.
- б) постоянная облачность.
- в) низкая температура воздуха.
- г) малое число светлых дней в году.

7. Работники профессий, наиболее остро испытывающие явление УФ-недостаточности:

- а) строительные рабочие.
- б) рабочие шахт.

- в) рабочие предприятий, построенных по «бесфонарному» типу.
- г) рабочие метрополитена.

8. Показания к профилактическому облучению искусственным УФ-излучением:

- а) наличие признаков гиповитаминоза Д.
- б) работа в условиях изоляции от солнечного света.
- в) проживание в северных широтах.
- г) повышенное атмосферное давление.

9. Противопоказания к профилактическому облучению УФ искусственным излучением:

- а) активная форма туберкулеза.
- б) заболевания щитовидной железы.
- в) резко выраженный атеросклероз.
- г) хронические заболевания печени и почек в стадии обострения.
- д) злокачественные новообразования.

10. Искусственные источники излучения, применяющиеся для профилактического УФ- облучения людей:

- а) лампа БУВ.
- б) лампа ПРК.
- в) лампа ЭУВ.

11. Типы фотариев, используемые в настоящее время:

- а) маячного типа.
- б) кабинного типа.
- в) лабиринтного типа.

12. Рекомендуемая расчетная величина дозировки коротковолнового УФ-излучения при санации воздуха лампами БУВ:

- а) 0,75-1 Вт на 1 м<sup>3</sup> в присутствии людей.
- б) 2-3 Вт на 1 м<sup>3</sup> в отсутствии людей.
- в) 0,75-1 Вт на 1 м<sup>2</sup> площади помещения.

13. Профилактические меры для предотвращения вредного воздействия на людей коротковолнового УФ-излучения:

- а) включение ламп в отсутствие людей.
- б) экранирование ламп экранами из оконного стекла.
- в) экранирование ламп экранами из оргстекла.
- г) экранирование ламп непрозрачными экранами.

14. Профилактика фотоофтальмии при облучении людей в фотариях:

- а) применение очков из темного стекла.
- б) применение очков с металлической сеткой.

15. Изменения, возникающие в химическом составе воздуха помещения при длительном горении искусственных источников УФ-излучения:

- а) образование окислов азота.
- б) снижение количества кислорода.
- в) образование озона.
- г) образование окиси углерода.

#### ОТВЕТЫ

- 1. а,б,в
- 2. а,б,в
- 3. а,б,в
- 4. а,б,в,г
- 5. а,б,в,г
- 6. а,б,г
- 7. б,в,г
- 8. а,б,в
- 9. а,б,в,г,д
- 10.б,в
- 11.а,б,в
- 12.а,б
- 13.а,б,г
- 14.а
- 15.а,в

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

### *Ситуационная задача №1*

Для учащихся школы 1-2 классов необходимо организовать профилактическое УФ облучение с использованием ламп ЭУВ-30. Эритемный поток лампы ЭУВ – 540 мэр; площадь класса – 52 м<sup>2</sup>, высота – 3 м. Рассчитать необходимое количество ламп для получения детьми ¼ биодозы (для получения одной биодозы необходим световой поток 5000 мэр).

*Вариант ответа:*

Время работы установки соответствует времени пребывания детей в классе – 4 часа.

$$F_{\text{уст}} = 5,4 \times S \times H_{\text{п}} / t$$

$$H_{\text{п}} = 5000 \times 1/4 = 1250 \text{ (мэр мин/м}^2\text{)}$$

$$F_{\text{уст}} = 5,4 \times 52 \times 1250 / 240 = 1460 \text{ (мэр)}$$

$$n = F_{\text{уст}} / F_1 = 1460 / 540 = 3 \text{ (лампы).}$$

Лампы подвешивают на высоте 2,5 м от пола равномерно по всей площади класса.

### *Ситуационная задача №2*

В профилактории работников метрополитена необходимо организовать фотарий с использованием лампы ПРК-2 для облучения 26 человек. Определить оптимальное расстояние облучаемых от лампы. Необходимую площадь фотария, схему облучения и количество лиц, облучаемых одновременно.

*Вариант ответа*

При использовании лампы ПРК-2 оптимальное расстояние облучаемых от лампы – 2 м, от стены – 1 м, минимальная площадь фотария в данных условиях – 36 м<sup>2</sup>. Длина окружности ( $L = 2\pi r$ ) составит:

$$L = 2 \times 3,14 \times 2 = 12,56 \text{ м}$$

Т.к. на 1 человека необходимо 0,8-1,0 м, то можно облучать 13 человек. Время получения одной биодозы (для лампы ПРК-2) – 13 мин. Профилактическое облучение начинают с 0,5 биодозы, поэтому необходимое время составит 6,5 минут. Через каждые 2 дня биодозу увеличивают на 0,25. Облучение проводится 8-10 дней.

### *Ситуационная задача №3*

В школе для учащихся 1-2 классов необходимо организовать профилактическое УФ-облучение с использованием ламп ЭУВ-30. Эритемный поток лампы ЭУВ – 540 мэр. Площадь каждого класса 52 кв. метра. Высота 3 м. Рассчитайте необходимое количество эритемных ламп из расчёта, что дети должны получать ¼ биодозы (для получения 1 биодозы необходим световой поток равный 5000 мэр). Какая облучательная установка необходима в данной ситуации?

*Вариант ответа*

В данных условиях необходимо организовать «Светооблучательную установку» длительного действия. Время работы установки определяется временем обязательного пребывания детей в классе 4 часа (4 урока). По

формуле  $F = 5,4 \cdot S \cdot \frac{H}{t}$ , где  $F$  – общий эритемный поток,  $S$  – площадь помещения,  $H$  – доза облучения,  $t$  – время облучения в мин. Рассчитываем общий эритемный поток (биодоза = 5000 мэр; - 1250 мэр).

По формуле  $n = \frac{F}{F_1}$ , где  $n$  – кол-во ламп,  $F$  – общий эритемный поток,  $F_1$  – эритемный поток одной лампы, получаем число необходимых ламп; лампы подвешиваются на высоте 2,5 м от пола равномерно по всей площади класса.

#### ***Ситуационная задача №4***

В профилактории работников метрополитена необходимо организовать фотарий с использованием лампы ПРК-2. Облучению подлежат 26 человек. Указать оптимальное расстояние облучаемых от лампы, необходимую площадь фотария, схему облучения и количество лиц, облучаемых одновременно. Изложите правила организации фотария в данной ситуации.

#### ***Вариант ответа***

При использовании лампы ПРК-2 оптимальное расстояние облучаемых от лампы 2 м и на расстоянии 1 м от стены. В данных условиях минимальная площадь фотария 36 м<sup>2</sup>. По формуле  $Z=2ПР$  определяем длину круга  $Z=2ПР=2 \cdot 3,14 \cdot 2=13$  метров. Из расчёта 0,8-1 м на одного человека мы можем облучать 13 человек. Облучению подлежат 26 человек. Время получения одной биодозы 13 мин. Профилактическое облучение начинается с 0,5 биодозы, т.е. 6,5 мин. Через каждые 2 дня – увеличение на 0,25 биодозы. Облучение 8-10 дней.