

**Северо-Западный государственный медицинский
университет им. И. И. Мечникова**



Солнечная радиация и ее гигиеническое значение

Кафедра общей и военной гигиены

План лекции

1. Характеристика солнечной радиации
2. Гигиеническое и общебиологическое значение солнечной радиации
3. Видимая часть солнечного спектра, влияние на организм
4. Инфракрасная радиация, влияние на организм
5. Ультрафиолетовая радиация, влияние на организм

Солнечная радиация - весь испускаемый солнцем интегральный (суммарный) поток радиации, который представляет собой электромагнитные колебания с различной длиной волны.

В том числе:

- радиоволновое излучение
- - инфракрасное излучение
- - видимое излучение
- - ультрафиолетовое излучение
- - рентгеновское излучение
- - гамма-лучи

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ



ОПТИЧЕСКОЕ ОКНО

- Большая часть (свыше 95%) излучения Солнца приходится на область оптического окна ($0,76 \div 2,4$ мкм), включающего видимый, ближний ультрафиолетовый ($0,29 < \lambda < 0,39$) и ближний инфракрасный ($0,76 < \lambda < 0,39$) участки спектра
- Эта область называется оптическим окном, поскольку именно здесь земная атмосфера наиболее прозрачна для солнечного излучения (пропускает около 80%), в то время как излучение в дальних коротковолновой и инфракрасной областях (на которые приходится около 1 и 3,6%) полностью или почти полностью поглощается атмосферой

ВИДЫ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(оптическая часть солнечного света):

- Ультрафиолетовое излучение - 10 - 400 нм (УФИ с длиной волны менее 280 нм до Земли не доходит)
- Видимое излучение - 400-760 нм
- Инфракрасное излучение - 760-2 800 нм

Виды солнечной радиации



Прямая солнечная радиация - радиация, приходящая к земной поверхности непосредственно от Солнца. На земную поверхность солнечная радиация приходит пучком практически параллельных лучей и характеризуется интенсивностью радиации

Рассеянная солнечная радиация - часть солнечного излучения (около 25% - 30 %), претерпевшая рассеяние в атмосфере - преобразованная в атмосфере из прямой солнечной радиации в радиацию, идущую по всем направлениям. Причиной рассеяния солнечных лучей является неоднородность воздуха. Радиация распространяется от рассеивающих частиц воздуха так, как если бы эти частицы сами были источником излучения.

Суммарная солнечная радиация - вся прямая и рассеянная солнечная радиация, поступающая на земную поверхность.

- Отраженная солнечная радиация - часть суммарной солнечной радиации, которая не поглощается земной поверхностью, а отражается от нее. Зависит от характера поверхности отражения
- Поглощенная солнечная радиация - часть суммарной солнечной радиации, которая поглощается земной поверхностью и идет на нагревание верхних слоев почвы, воды, снежного покрова. Поглощенная солнечная радиация равна разности суммарной и отраженной радиаций

Суммарная солнечная радиация



- Интенсивность радиации (от притока прямой солнечной радиации) – количество лучистой энергии, поступающий за единицу времени (одну минуту) на единицу площади (один квадратный сантиметр), перпендикулярный к солнечным лучам.

СОЛНЕЧНАЯ ПОСТОЯННАЯ — количество солнечной энергии, поступающей в единицу времени на единицу площади, расположенную на верхней границе земной атмосферы, под прямым углом к солнечным лучам при среднем расстоянии Земли от Солнца.

Согласно измерениям, выполненным с помощью ракет и спутников эта величина равна $1,94 \text{ кал/см}^2 / \text{мин}$

Калория — это количество тепла, необходимое, чтобы повысить температуру 1 г воды на 1°C .

Зависит от:

1. расстояния Земли от Солнца
2. солнечной активности

РАСSEЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

- РАСSEЯНИЕМ называется частичное преобразование радиации, имеющей определенное направление (именно такой является прямая солнечная радиация) в радиацию, идущую по всем направлениям



ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С РАССЕЯНИЕМ

- ГОЛУБОЙ ЦВЕТ НЕБА – это цвет самого воздуха (без примесей), обусловленный рассеянием в нем солнечных лучей : согласно закону Релея при молекулярном рассеянии объемный показатель рассеяния радиации обратно пропорционален четвертой степени длины волны, т.е. на долю коротких синих, голубых фиолетовых волн приходится больше энергии, чем в прямой солнечной радиации

ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С РАССЕЯНИЕМ

- РАССЕЯННЫЙ СВЕТ В ДНЕВНОЕ ВРЕМЯ: в отсутствии атмосферы на земле было бы светло только там, куда попадали бы прямые солнечные лучи или лучи, отраженные земной поверхностью и предметами на ней. Благодаря рассеянию света вся атмосфера днем служит источником освещения: днем светло даже там, куда солнечные лучи непосредственно не попадают

ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С РАССЕЯНИЕМ

- СУМЕРКИ: освещение небесного свода и земной поверхности рассеянным светом после того, как солнце уже зашло за горизонт (вечерние сумерки) , или перед тем, как оно взойдет (утренние сумерки)
- Освещенность во время сумерек обусловлена рассеянием солнечного света высокими слоями атмосферы, еще освещенными солнцем
- В высоких широтах летом солнце может не опускаться под горизонт или опускаться неглубоко, тогда полной темноты не наступает и вечерние сумерки сливаются с утренними, это явление называется белыми ночами

ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С РАССЕЯНИЕМ

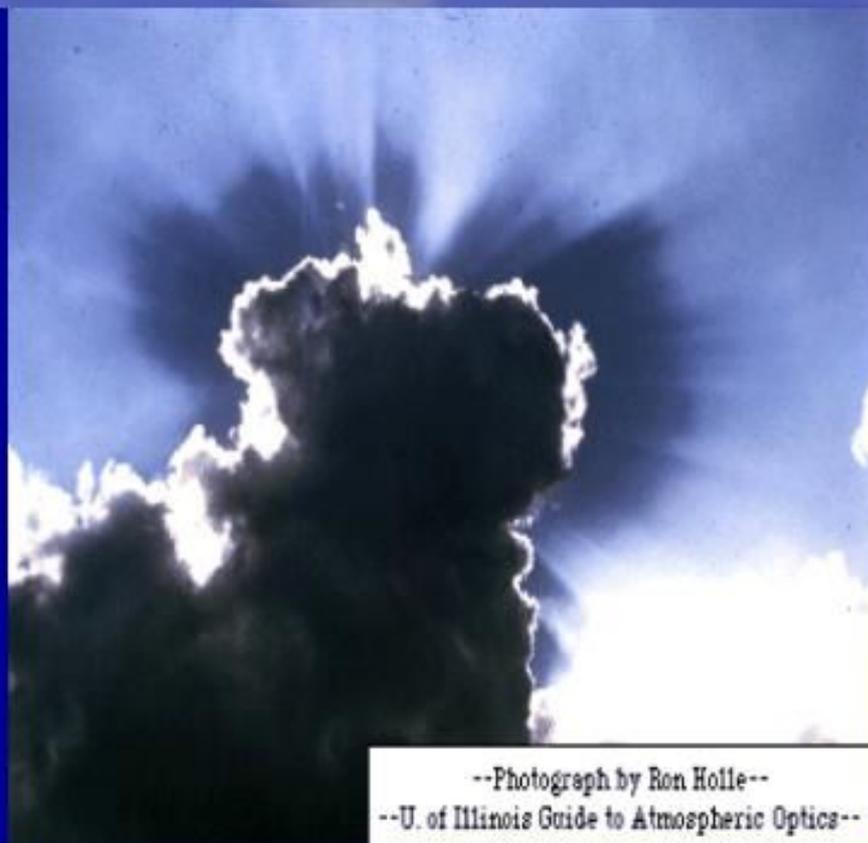
- ЗАРЯ: изменение окраски небесного свода в стороне Солнца во время сумерек
- Явления зари объясняются рассеянием света мельчайшими частицами атмосферных аэрозолей и дифракцией света на более крупных частицах. Интенсивность и разнообразие цветовых оттенков меняется в зависимости от содержания аэрозольных примесей в воздухе
- После захода Солнца в части небосвода, противоположной Солнцу появляется тень Земли – растущий в высоту и в стороны серо-голубой сегмент

ЯВЛЕНИЯ ЗАРИ



ЯВЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С РАССЕЯНИЕМ

- На фотографии солнце светит из-за растущей башни кучево-дождевого облака. Яркий контур вдоль границы облака называется серебристой линией, которая возникает, когда свет рассеивается частицами облака вдоль его границы. Серебристые линии наблюдаются вокруг плотных облаков, содержащих много частиц (капель).

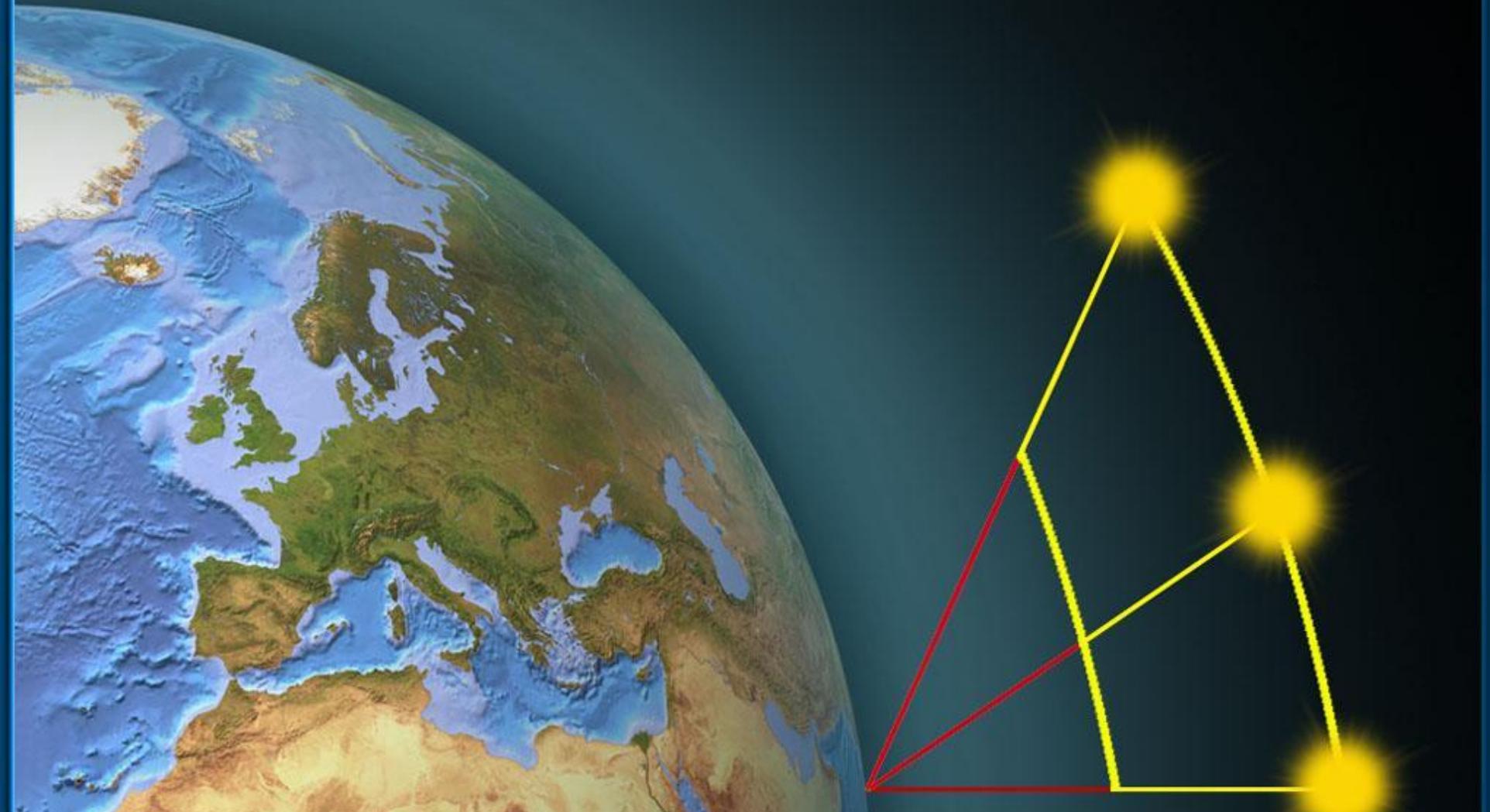


- Альbedo поверхности - величина, характеризующая отражательную способность облаков, океанов, растительности и другой поверхности.
- Альbedo поверхности определяется отношением количества (потока) отраженной солнечной радиации к количеству (потоку) суммарной радиации, приходящейся на эту поверхность, выраженным в процентах или долях единицы

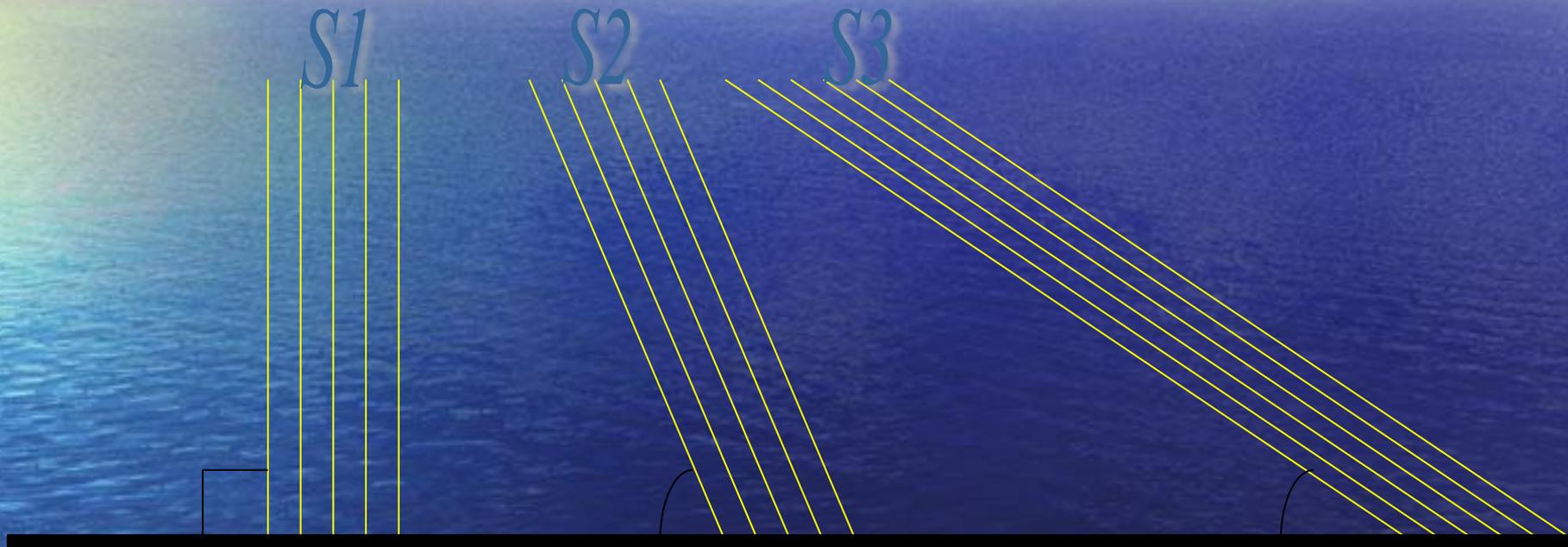
Факторы, оказывающие влияние на интенсивность солнечной радиации в течение суток, года в различных пунктах земной поверхности:

- Длина волны солнечного излучения;
- Спектральный состав света от солнечного источника, падающего на верхнюю часть атмосферы;
- Зенитный угол солнца, который зависит от широты, сезона и времени суток;
- Качество атмосферы:
 - А) толщина и вертикальное распределение столба озона.
 - Б) молекулярное поглощение и рассеивание (включая локализованные газообразные загрязняющие вещества),
 - В) поглощение и рассеивание аэрозолями (включая антропогенные аэрозоли),
 - Г) поглощение, рассеивание и отражение от облаков,
- Высота над уровнем моря, что определяет расстояние, которое проходит солнечный луч;
- Отражательные характеристики (альбедо) грунта и экранирование окружающими объектами.

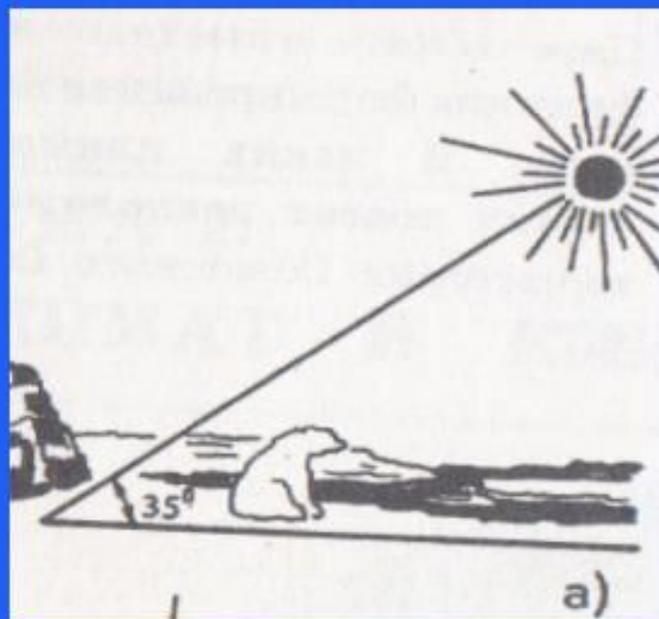
Зависимость между высотой солнца и длиной пути солнечного луча в атмосфере



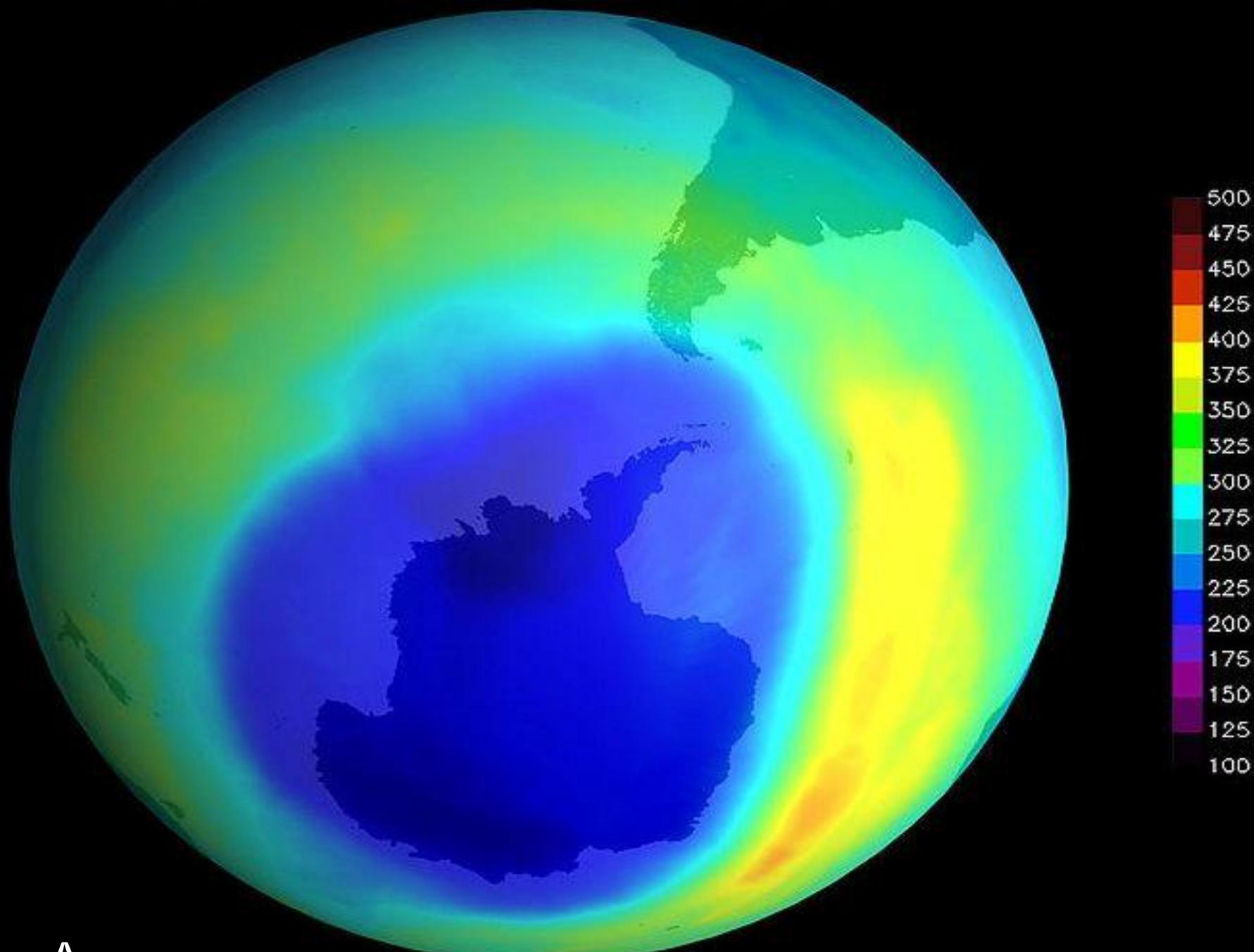
Зависимость интенсивности солнечной радиации от угла падения



Высота Солнца над горизонтом

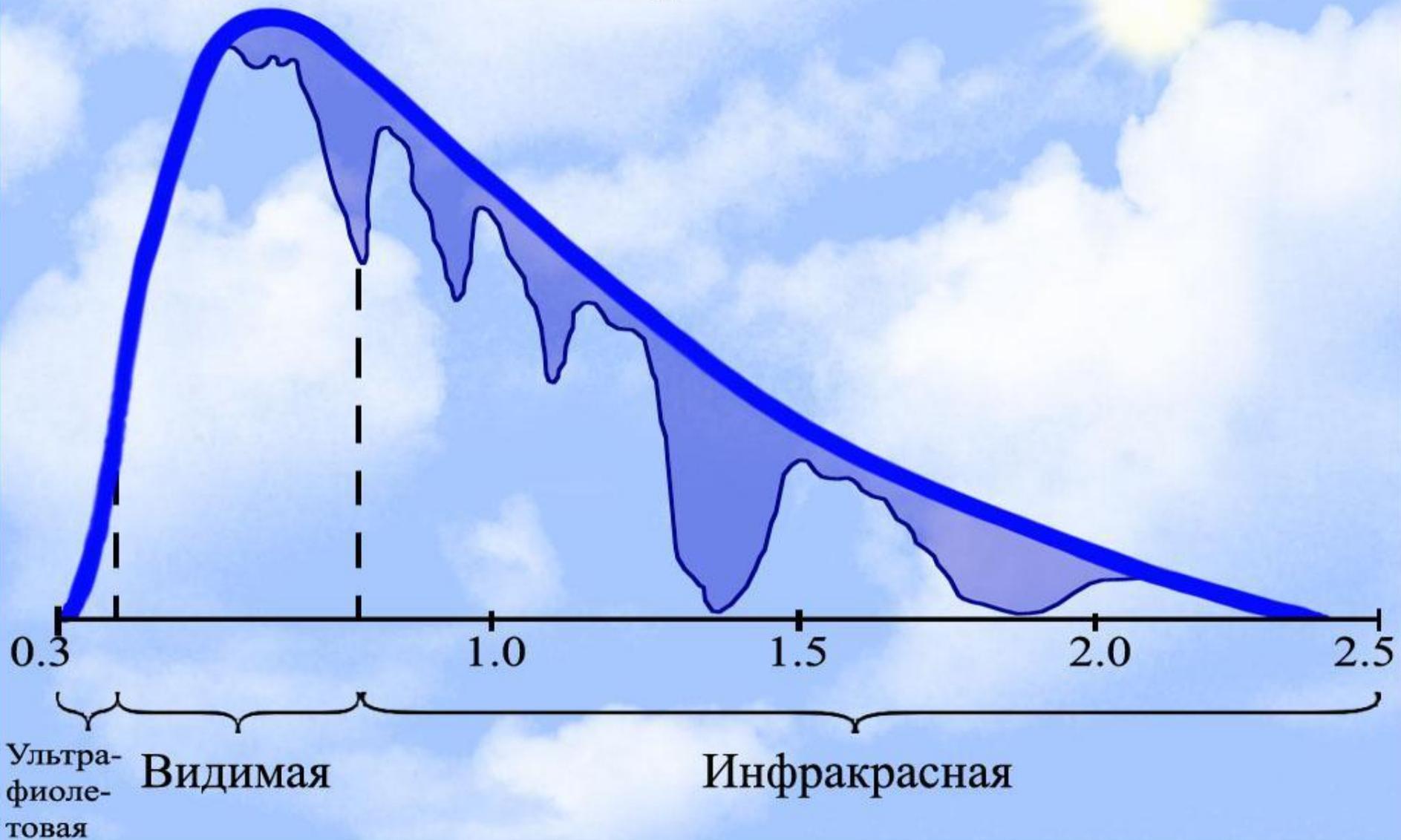






Антарктическая озоновая дыра

Поглощение радиации водяными парами

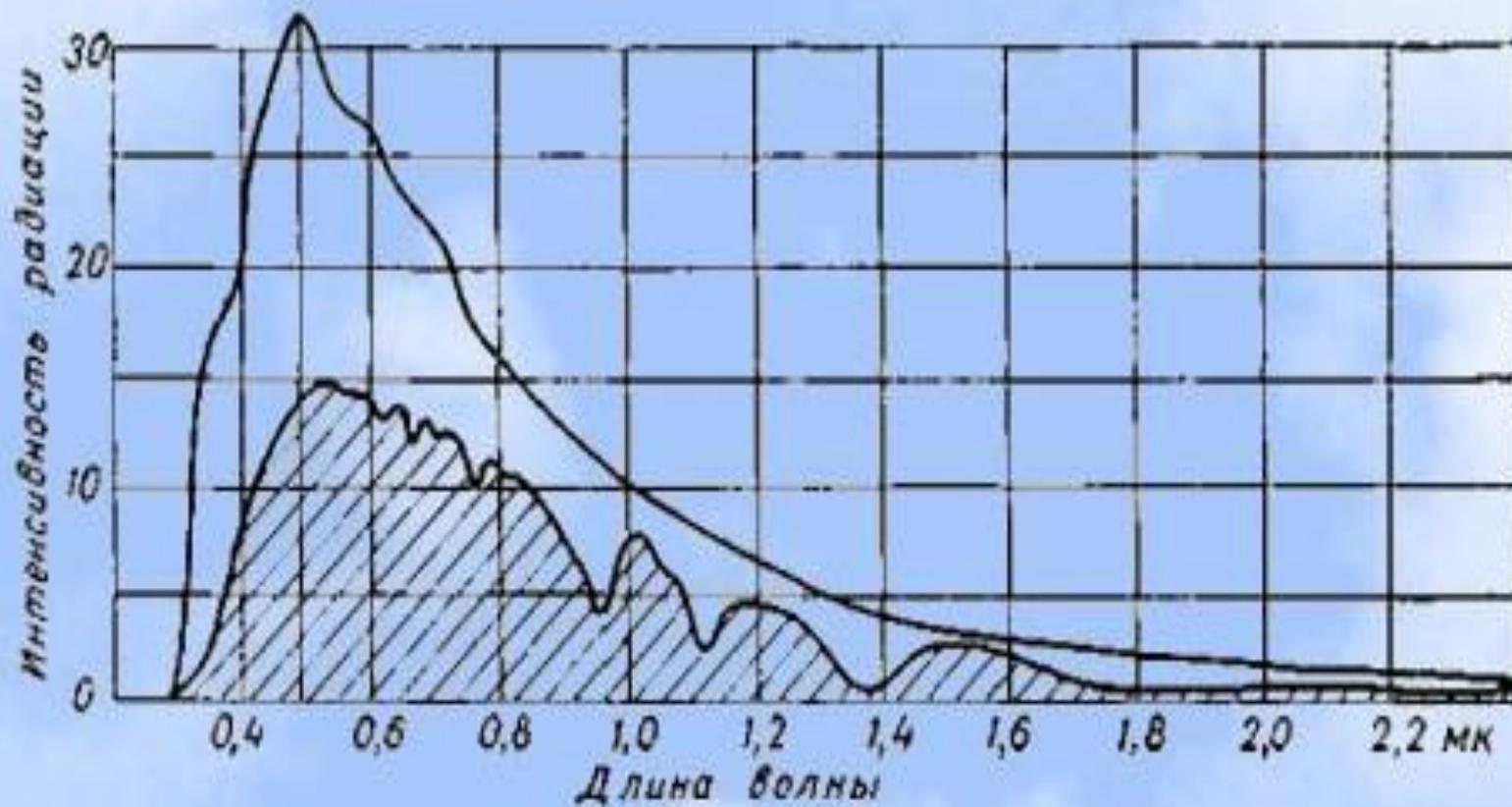


Отражение солнечных лучей различными видами земной поверхности

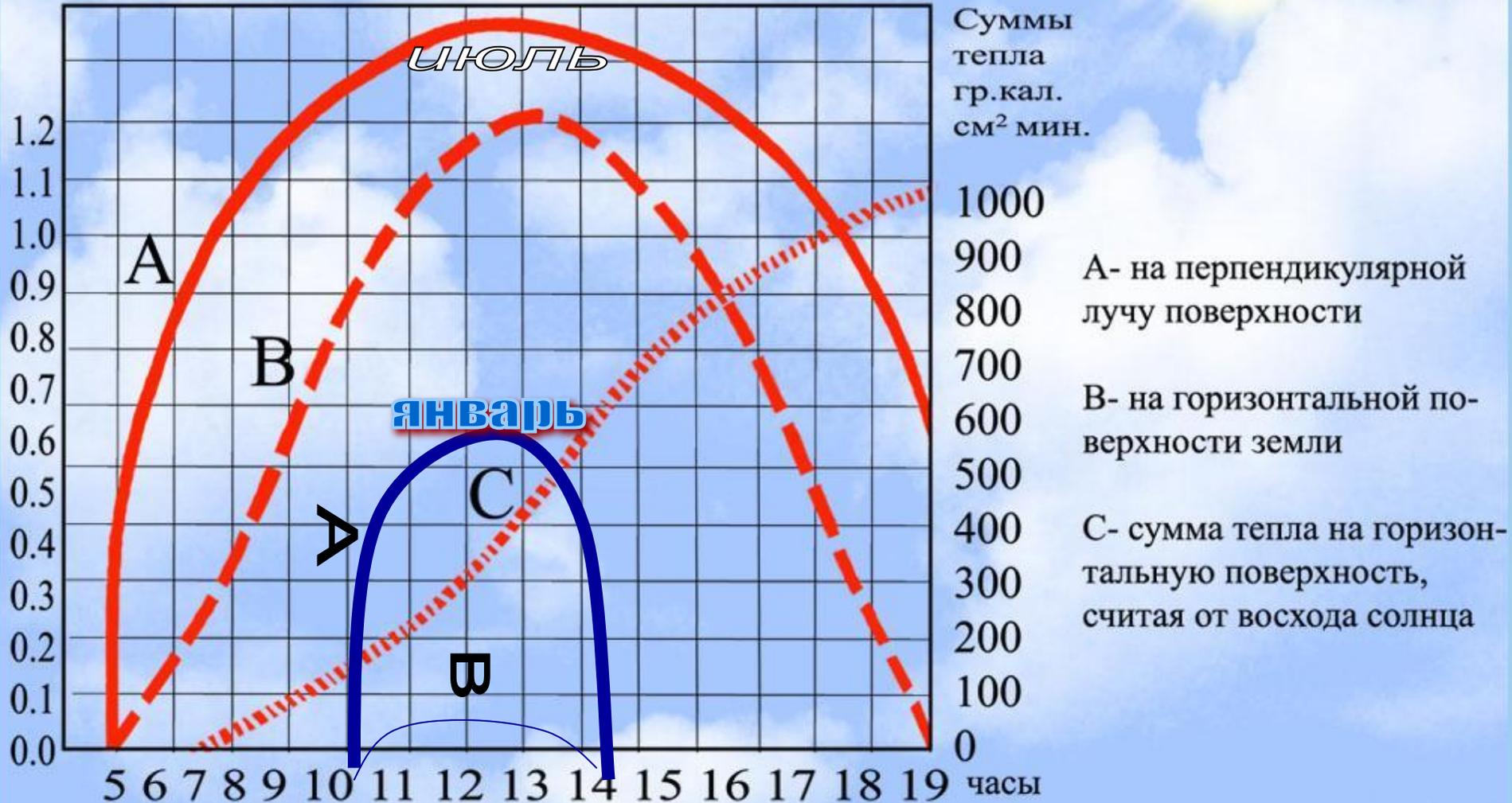
Вид поверхности	Отражение (в%)
свежевыпавший снег	90%
темная пашня	4%
зеленый луг	20%
песок	35%
вода	от 2% до 35% (все зависит от угла падения на нее солнечных лучей)
подзолистая почва	10%
чернозем	5%
лесные кроны	20%



10⁻³ кал/см² мин



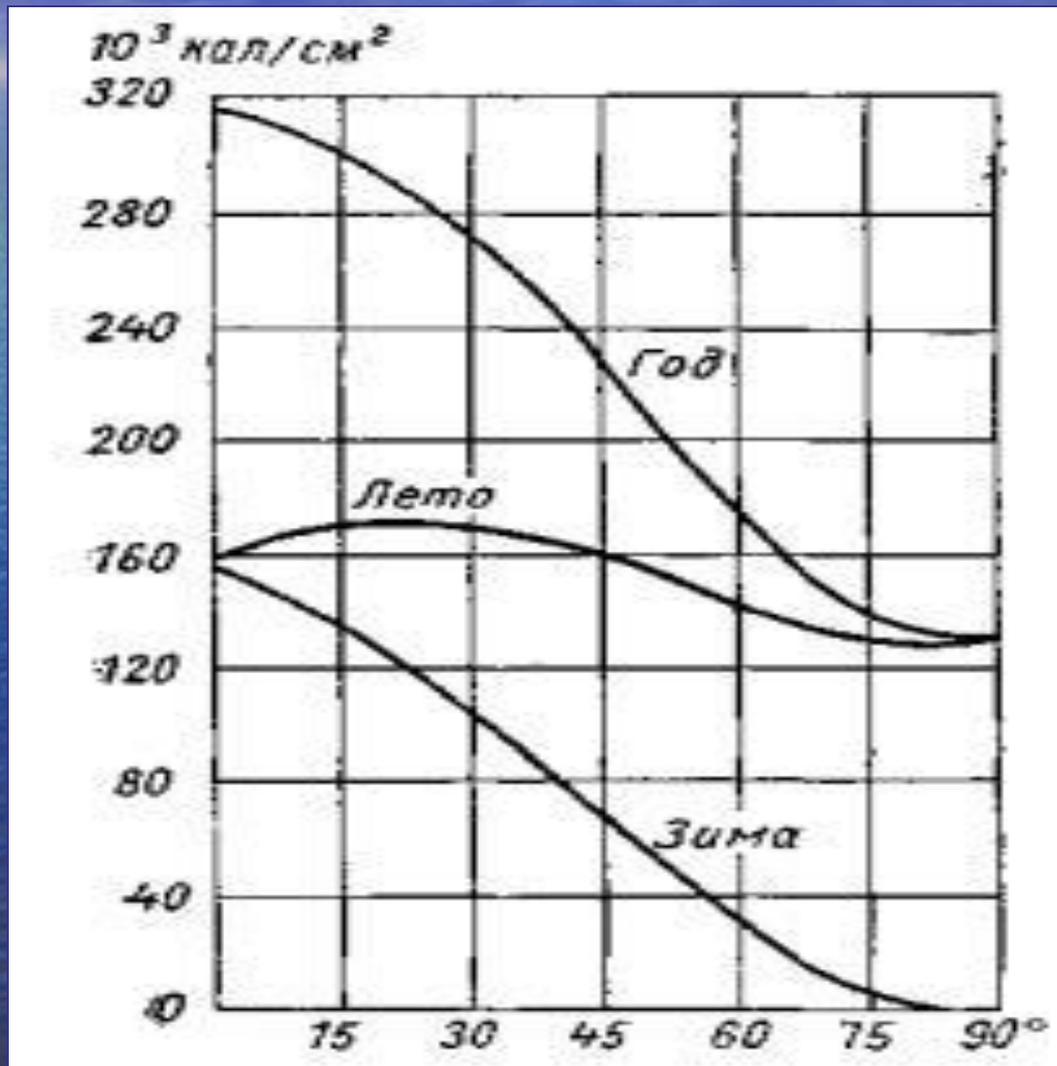
Кривые суточного изменения напряжения солнечной радиации (Павловск январь и июль)



Вертикальный масштаб
справа только для кривой C

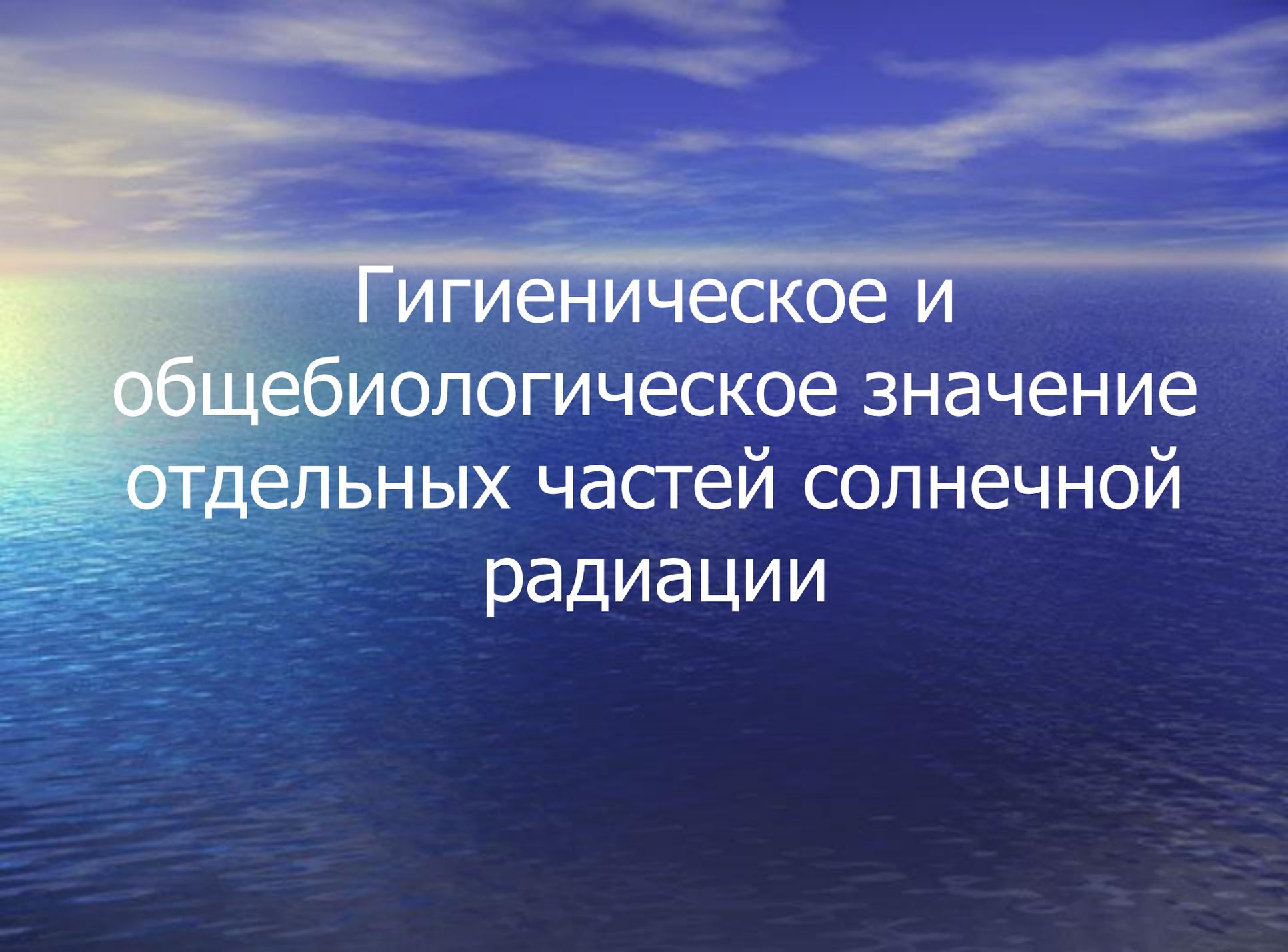
Приток солнечной радиации на горизонтальную поверхность
(в $\text{ккал}/\text{см}^2$) в зимнее и летнее время и за весь год

в зависимости от широты.



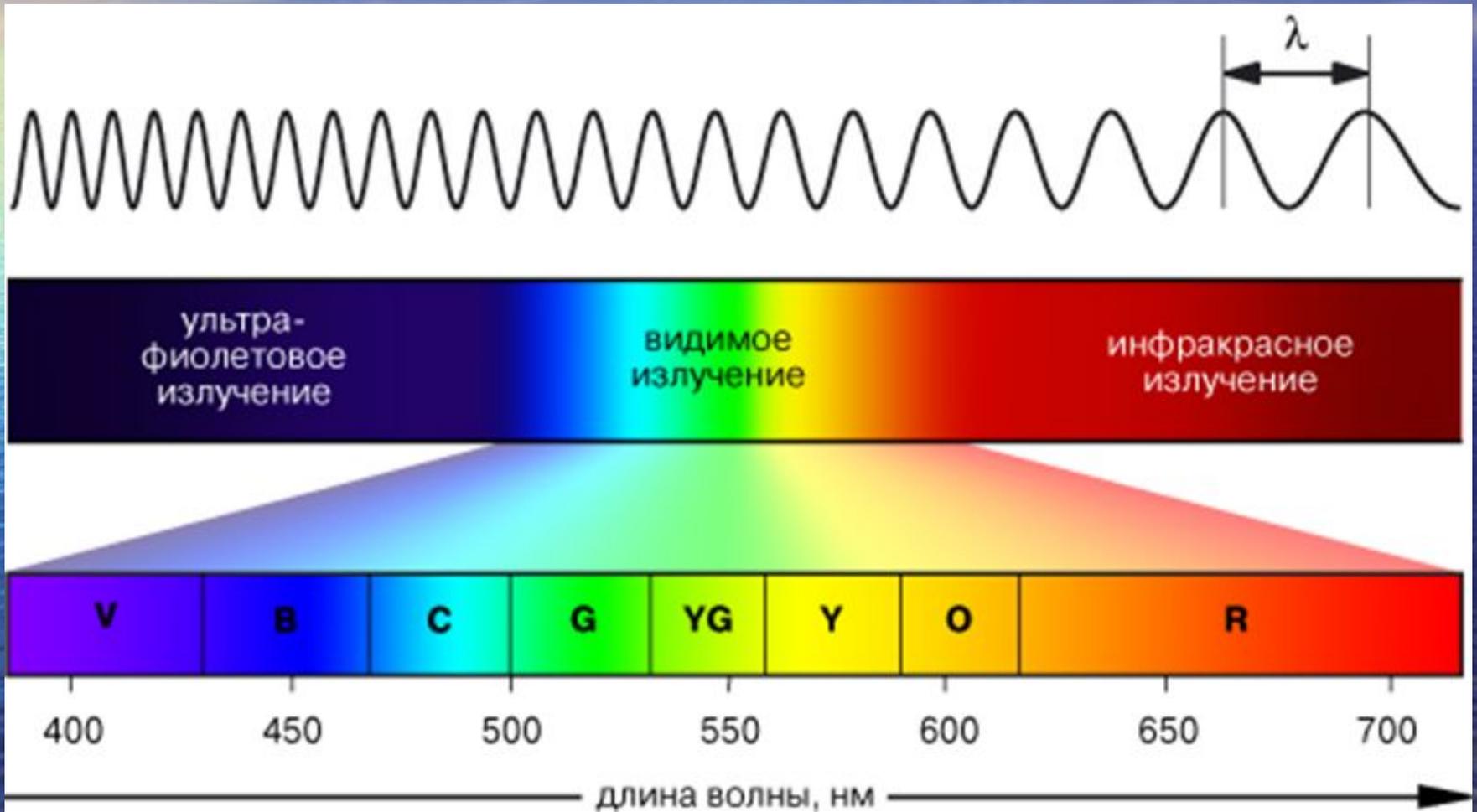
Изменение солнечного спектра на границе атмосферы и у поверхности земли при разном стоянии солнца

Вид излучения	Гр. атм.	40град	30 град	0,5 град
Инфракрасное	52%	59%	60%	72%
Видимое	43%	40%	40%	28%
Ультрафиолетовое	5%	1%	Менее 1%	-



Гигиеническое и
общебиологическое значение
отдельных частей солнечной
радиации

Оптический спектр



Видимое излучение

Часть электромагнитного излучения,
воспринимаемая глазом.

Свойства:

- отражение,
- преломление,
- воздействует на глаз,
- способно к явлению дисперсии,
- интерференции,
- дифракции.

Видимое излучение (свет)

Свойства:

- делает видимыми окружающие предметы
- разлагается на лучи различных цветов
- вызывает явление фотосинтеза в растениях, фотоэффекта в металлах и полупроводниках
- способствует появлению свободных электронов



Физиолого-гигиеническое значение видимой части солнечного спектра

- свет – необходимое условие для работы глаза, универсального и могучего органа чувств» (С.И. Вавилов)
- дает 80% информации из внешнего мира.
- оказывает благоприятное действие на организм
- стимулирует жизнедеятельность организма
- усиливает обмен веществ
- улучшает общее самочувствие
- улучшает эмоциональное настроение
- повышает работоспособность
- обладает тепловым действием
- оздоравливает окружающую среду
- определяет влияние окружающей среды на ЦНС, при этом является сигнальным раздражителем

Недостаточное, нерациональное освещение:

- Снижаются функции зрительного анализатора
- Повышается утомляемость
- Снижается работоспособность
- Увеличивается количество производственных травм

2 группы цветов :

- 1) теплые тона - желтый, оранжевый, красный - увеличивают мускульное напряжение, повышают кровяное давление, учащают ритм дыхания, ЧСС
- 2) холодные тона - голубой, синий, фиолетовый - понижают кровяное давление, замедляют ритм сердца и дыхания.

Инфракрасное излучение было открыто в 1800 году английским астрономом У. Гершелем. Занимаясь исследованием Солнца, Гершель искал способ уменьшения нагрева инструмента, с помощью которого велись наблюдения. Определяя с помощью термометров действия разных участков видимого спектра, Гершель обнаружил, что «максимум тепла» лежит за насыщенным красным цветом и, возможно, «за видимым преломлением». Это исследование положило начало изучению инфракрасного излучения.





Часть солнечной радиации отражается земной поверхностью и атмосферой

Солнечная радиация проходит через чистую атмосферу

Большая часть радиации поглощается земной поверхностью и нагревает ее

Инфракрасная радиация излучается земной поверхностью

Часть инфракрасной радиации проходит через атмосферу, и часть ее поглощается и повторно излучается во всех направлениях молекулами парниковых газов. Результатом этого является нагревание земной поверхности и нижних слоев атмосферы.



Характеристика инфракрасного излучения

коротковолновое (длина волны - 760-1 400 нм)

- большая энергия
- большая проникающая способность,
- присуще общее действие на организм:
- В результате рефлекторного действия повышается:
 - температура тела,
 - учащается пульс,
 - учащается дыхание,
 - снижается кровяное давление
 - повышается газообмен
 - усиливается выделительная функция почек
- способствуют быстрому рассасыванию воспалительных очагов.
- болеутоляющее действие

длинноволновое (длина волны - более 1 400 нм)

- меньшая энергия,
- -меньшей проникающей способностью,
- полностью поглощаются в поверхностном слое кожи, нагревая ее. Непосредственно вслед за интенсивным нагреванием кожи возникает ТЕПЛОВАЯ ЭРИТЕМ, которая проявляется в покраснении кожи вследствие расширения капилляров.
- поглощается водяными парами, санитарные врачи этим свойством пользуются при устройстве защитных водяных экранов для рабочих, занятых в производстве с интенсивным тепловым излучением.

Сравнительная характеристика солнечного и теплового удара

	Солнечный удар	Тепловой удар
Причина	Коротковолновое ИК излучение	Высокая температура, влажность, низкая подвижность воздуха, высокая теплопродукция (физическая нагрузка).
Место воздействия	Прямое воздействие солнечных лучей в основном на голову	Общее перегревание организма
Клиника	Головные боли, головокружение, возбужденное состояние. Потеря сознания, конвульсивные судороги, расстройства со стороны дыхания и сердца.	Головные боли, головокружение. Покраснение лица, повышение температуры тела до 40, бред галлюцинации. Потеря сознания, лицо бледное с синюшным оттенком, кожа холодная, покрытая потом, нитевидный пульс



- *Профессиональная катаракта* – заболевание хрусталика глаза, которое возникает в результате воздействия инфракрасного излучения в условиях производства. Наиболее часто встречается у стеклодувов и рабочих «горячих цехов».

Инфракрасное излучение

Применение:

- приборы ночного видения
- фотографирование в тумане и темноте
- сушка свежеокрашенных металлических поверхностей
- в медицине
- в военном деле



Инфракрасное излучение



Применение инфракрасного излучения.

- **Медицина**

Инфракрасные лучи применяются в физиотерапии.



- **Дистанционное управление**

Инфракрасные диоды и фотодиоды повсеместно применяются в пультах дистанционного управления, системах автоматики, охранных системах, некоторых мобильных телефонах (инфракрасный порт) и т. п.

Инфракрасные лучи не отвлекают внимание человека в силу своей невидимости.



- **При покраске**

Инфракрасные излучатели применяют в промышленности для сушки лакокрасочных поверхностей. Инфракрасный метод сушки имеет существенные преимущества перед традиционным, конвекционным методом. Экономический эффект. Скорость и затрачиваемая энергия при инфракрасной сушке меньше тех же показателей при традиционных методах.



- **Стерилизация пищевых продуктов**

С помощью инфракрасного излучения стерилизуют пищевые продукты с целью дезинфекции.

- **Антикоррозийное средство**

Инфракрасные лучи применяются с целью предотвращения коррозии поверхностей, покрываемых лаком.



Пищевая промышленность

Особенностью применения ИК-излучения в пищевой промышленности является возможность проникновения электромагнитной волны в такие капиллярно-пористые продукты, как зерно, крупа, мука и т. п. на глубину до 7 мм.

Электромагнитная волна определённого частотного диапазона оказывает не только термическое, но и биологическое воздействие на продукт, способствует ускорению биохимических превращений в биологических полимерах.



- **Проверка денег на подлинность.**

Инфракрасный излучатель применяется в приборах для проверки денег. Нанесенные на купюру как один из защитных элементов, специальные метамерные краски возможно увидеть исключительно в инфракрасном диапазоне. Инфракрасные детекторы валют являются самыми безошибочными приборами для проверки денег на подлинность



Приборы для измерения инфракрасной радиации:

- 1. Актинометры
- 2. Пиранометры
- 3. Радиометры

Открытие УФ излучения:

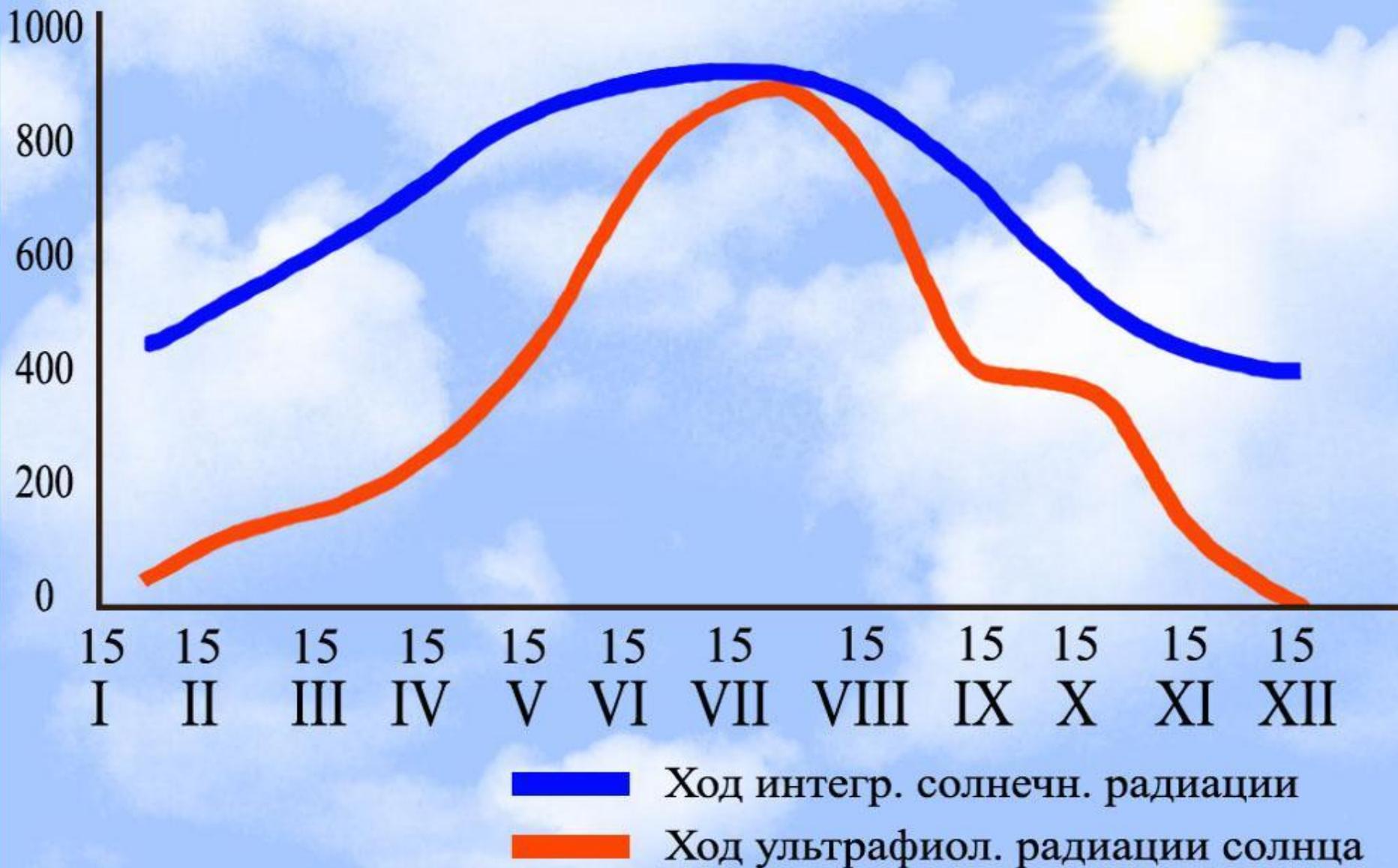
- Ближнее УФ излучение открыто в 1801 немецким учёным **Н. Риттером** и английским учёным У. Волластоном по фотохимическому действию этого излучения на хлористое серебро.
- Вакуумное УФ излучение обнаружено немецким учёным **В. Шуманом** при помощи построенного им вакуумного спектрографа с флюоритовой призмой и безжелатиновых фотопластинок. Он получил возможность регистрировать коротковолновое излучение до 130 нм.

Ультрафиолетовая радиация

Метеорологические факторы, оказывающие влияние на интенсивность УФИ

- число ясных дней;
- величина облачности;
- число часов солнечного сияния;
- загрязнение атмосферы

Колебания напряжения ультрафиолетовой радиации по месяцам



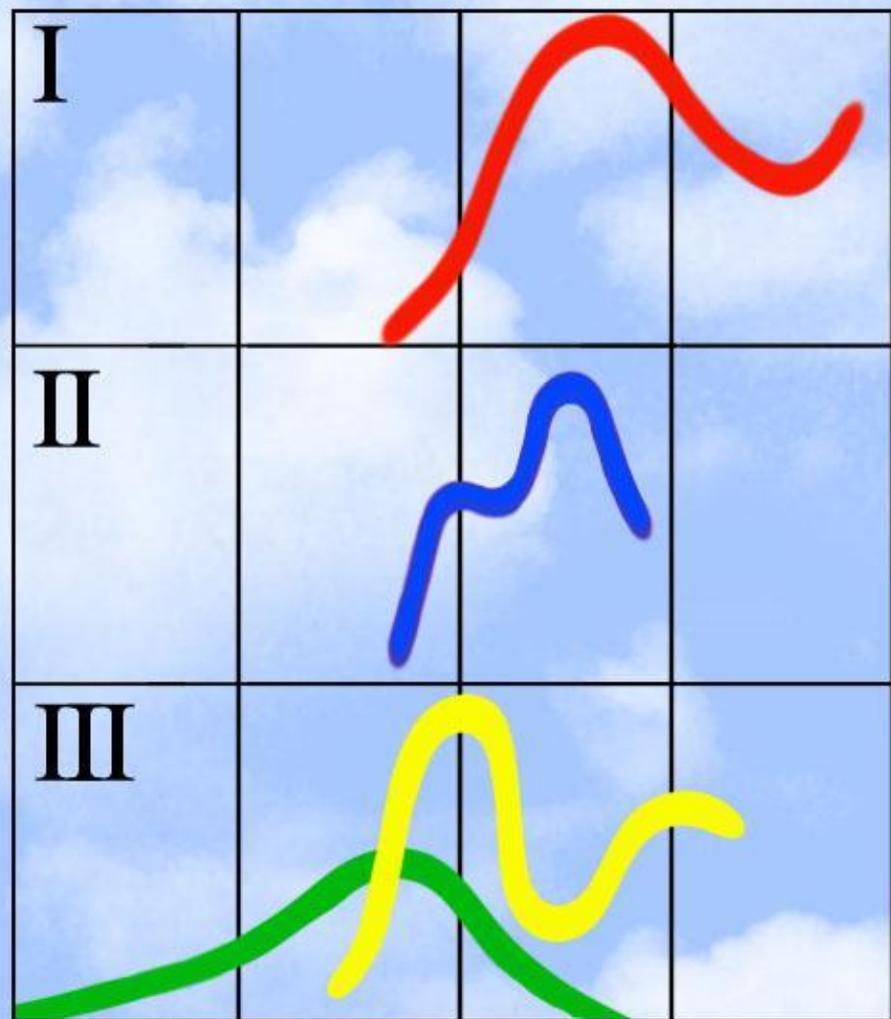
Время пребывания жителей г. Санкт-Петербурга на открытом воздухе, необходимое для получения профилактической (1/8 эритемной) дозы УФ (в мин)

Месяцы	Время дня (в часах)			
	10	11	12	13
Июнь	16	15	14	
Июль	13	12	10	9
Май, июль	20	16	14	13
Апрель, август	22	18	15	13
Сентябрь	52	39	29	24
Март	95	78	55	44

Виды ультрафиолетового излучения

Наименование	Длина волны в нанометрах	Характер биологического действия
Вакуумный	180 нм — 10 нм	Не оказывает прямого биологического действия
Ультрафиолет А, длинноволновой диапазон, <u>Чёрный свет</u>	400 нм — 320 нм	Общеукрепляющее действие загарное Флюоресцирующее
Ультрафиолет В (средний диапазон)	320 нм — 280 нм	Выработка витамина Д
Ультрафиолет С, коротковолновой, гермицидный диапазон	280 нм — 100 нм	Бактерицидное

Спектральные кривые биологического действия лучистой энергии. (по Г.М. Франкэ)



-  - Кривая бактерицидного действия
-  - Кривая образования витамина D
-  - Кривая эритемн. чувствительности кожи
-  - Кривая пигментообразования

400 350 300 250 200 мм

В результате поглощения УФЛ в коже здорового человека образуется 2 группы веществ:

1. Специфические в-ва для УФЛ:

- витамин «Д»

2. Неспецифические в-ва для УФЛ (являются продуктами расщепления белковой молекулы):

- гистамин
- ацетилхолин
- холин
- аденозин

УФ-эритема имеет свои особенности и отличается от тепловой эритемы:

- Она возникает по происшествии латентного периода 2-8 часов
- Эритема имеет строго очерченные границы и появляется лишь в пределах облученного участка кожи
- Вслед за эритемой следует более длительный период потемнения кожи – пигментация (после облучения на месте эритемы начинаются восстановительные процессы; процесс восстановления связан с окислением адреналина и норадреналина до меланина - пигмента, который откладывается в коже)

Солярий горизонтальный



Солярий вертикальный



Солярий противопоказан:

- людям с нарушением циркуляции крови
- повышенным артериальным давлением
- при заболеваниях щитовидной железы, печени, почек, острых инфекционных заболеваниях.

Не стоит пользоваться солярием при большом количестве родимых пятен стоит пользоваться солярием при большом количестве родимых пятен на теле. Ультрафиолетовое излучение стоит пользоваться солярием при большом количестве родимых пятен на теле.

Ультрафиолетовое излучение используется в

ОБРАЗОВАНИЕ ВИТАМИНА «Д»

В организме человека (в коже) из провитаминов Д образуются кальциферолы – витамин Д:

- Эргостерин - эргохолекальциферол (витамин D₂)
- 7-дегидрохолестерин - холекальциферол (витамин D₃)
- 2,2-дегидроэргостерин - дегидроэргокальциферол (витамин D₄)

- **«Световое голодание»** (УФ –голодание)- длительное исключение действия на кожные покровы естественного УФ-излучения, в результате которого развивается гипо- или авитаминоз Д с последующим нарушением фосфорно-кальциевого обмена.

Применение бактерицидных ламп

- Для обеззараживания воздуха помещений лечебных учреждений, баклабораторий, школ, детских учреждений.
- Для обеззараживания поверхностей ограждений (стены, пол, потолок) в помещениях, а также предметов обихода.
- Для обеззараживания питьевой и минеральной воды.
- Для обеззараживания и предохранения от микробного загрязнения поверхности пищевых продуктов, оборудования и тары на пищевых предприятиях и пр.

Методы применения ультрафиолетового излучения:

- 1. Прямое облучение - используется лишь при отсутствии людей в обрабатываемом помещении.
- 2. Непрямое облучение (отраженными лучами) - используется в присутствии людей с ограничениями по времени эксплуатации.
- 3. Закрытое облучение (в системах вентиляции и автономных рециркуляционных устройствах) - используется в присутствии людей с ограничениями по времени эксплуатации.

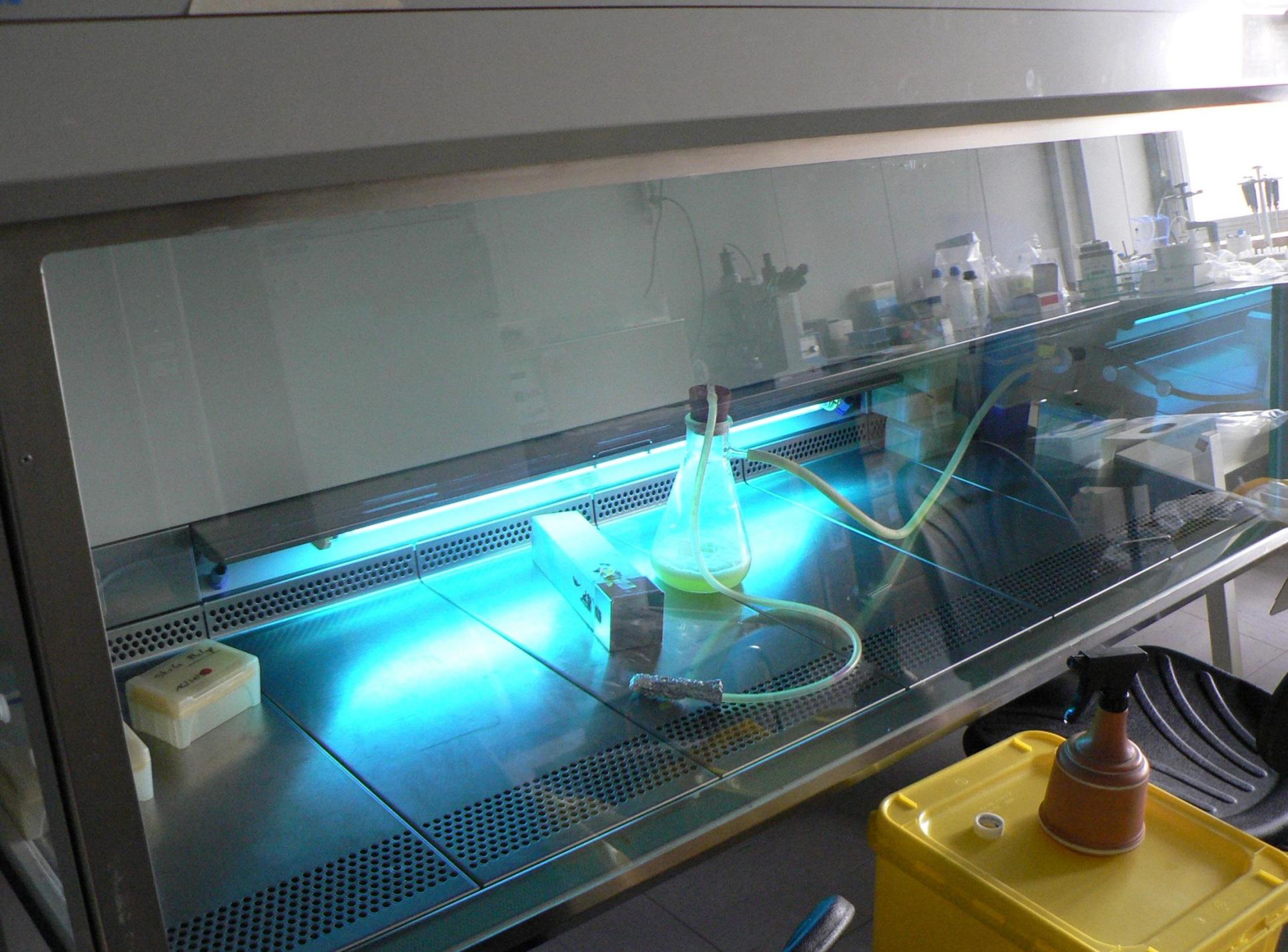
Бактерицидные лампы

Озонные

в спектре излучения присутствует спектральная линия с длиной волны 185 нм, которая в результате взаимодействия с молекулами кислорода образует озон в воздушной среде. Высокие концентрации озона могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье людей.

Безозонные

за счет изготовления колбы из специального материала (кварцевое стекло с покрытием) или её конструкции исключается выход излучения линии 185 нм



Неблагоприятные последствия повышенных доз УФИ

● 1. Ущерб здоровью населения:

- рост заболеваемости раком кожи (меланомный и немеланомный рак кожи). Ряд особенностей эпидемиологии меланомы указывает на то, что имеет большее значение для ее возникновения редкое или периодическое облучение кожи, непривычной к солнечному воздействию;
- солнечный ожог, фототоксичность, фотоаллергия, неопасные расстройства меланоцитов (веснушки, меланоцитные невусы и солнечные или старческие лентиго), «фотостарение»;
- рак губы;
- поражение иммунной системы
- рост числа заболеваемости глаз;
- рост числа болезней органов дыхания.

● 2. Ущерб производству продовольствия

- снижение урожайности сельскохозяйственных культур;
- уменьшение промысловых запасов мирового океана.

● 3. Глобальные изменения состава атмосферы и климата, нарушение экосистем

- Изменение радиационного баланса Земли;
- Изменение газового состава атмосферы, в т.ч. накопление CO₂;
- Изменение в микробиологии почв, ведущие к ослаблению азотофикации и утилизации органических веществ, т.е. к снижению плодородия.

- **Фотоофтальмия** – поражение конъюнктивы глаза, (проявляющееся ее покраснением и отечностью, ощущением песка в глазах, жжением, слезотечением и резко выраженной светобоязнью) наблюдаемое, как от прямого солнечного света, так и от рассеянного и отраженного УФ - излучения (от снега, песка в пустыне), а также при работе с искусственными источниками УФ-излучения – при электросварке, у физиотерапевтов и др.



Искусственные источники УФ-излучения

- Лампы накаливания
- Люминесцентные и газоразрядные светильники
- Сварочные агрегаты (электросварка)
- Плазменные горелки
- Лазеры

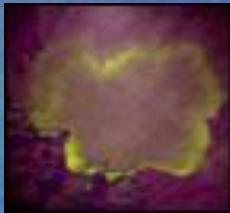
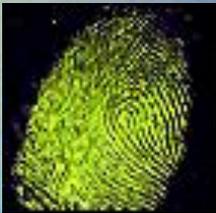
Области применения ультрафиолетового света и ультрафиолетовых ламп, светильников, облучателей:



- визуализация микротрещин с использованием флуоресцентных индикаторов
- поиск утечек с использованием флуоресцентных материалов и ультрафиолетовых облучателей
- выявление локальных поражений бетона: обнаружение следов щелочно-кремниевых реакций (ASR), которые приводят к разрушению бетона. Для проведения контроля на объектах.

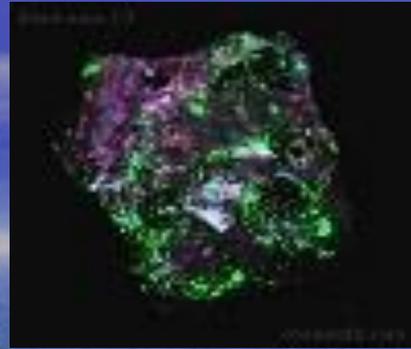


Криминалистические лабораторные исследования: выявление пятен крови, мочи, спермы, слюны, дактилоскопия, наркологический контроль.



Контроль защитных меток на документах, кредитных картах, банкнотах: ультрафиолетовый свет делает видимыми защитные метки, которые при обычном освещении не проявляются.





Минерология:
ультрафиолетовое
облучение позволяет
определять состав по
индивидуальному
свечению примесей
минерала.



Ловля насекомых: у
большинства насекомых
видимый диапазон смещен в
коротковолновую часть
спектра и они видят мягкий
ультрафиолетовый свет что
позволяет производить их
отлов.



Дерматология: борьба с грибковыми поражениями кожи, ногтей, выявление мест, пораженных спорами и микробами грибка, лишая, трихофитии.



Санитарная очистка и обеззараживание: обработка поверхностей в целях уничтожения болезнетворных бактерий и вирусов. Выявление мест, загрязненных кошачьей мочой. Проверка чистоты оборудования на отсутствие остатков молочных продуктов.



Стерилизация в сфере жизнедеятельности человека: ультрафиолетовые лампы используются для обеззараживания, стерилизации воздуха, питьевой воды, бытовых предметов и сточных вод от бактерий, болезнетворных микроорганизмов и вирусов, применение УФ приводит к замедлению их размножения и вымиранию.



... до



после ...



Концертные спецэффекты: ультрафиолетовый свет делает ярким и многоцветным флуоресцирующие маски, украшения и сценические костюмы.



**Благодарю за
внимание !**