

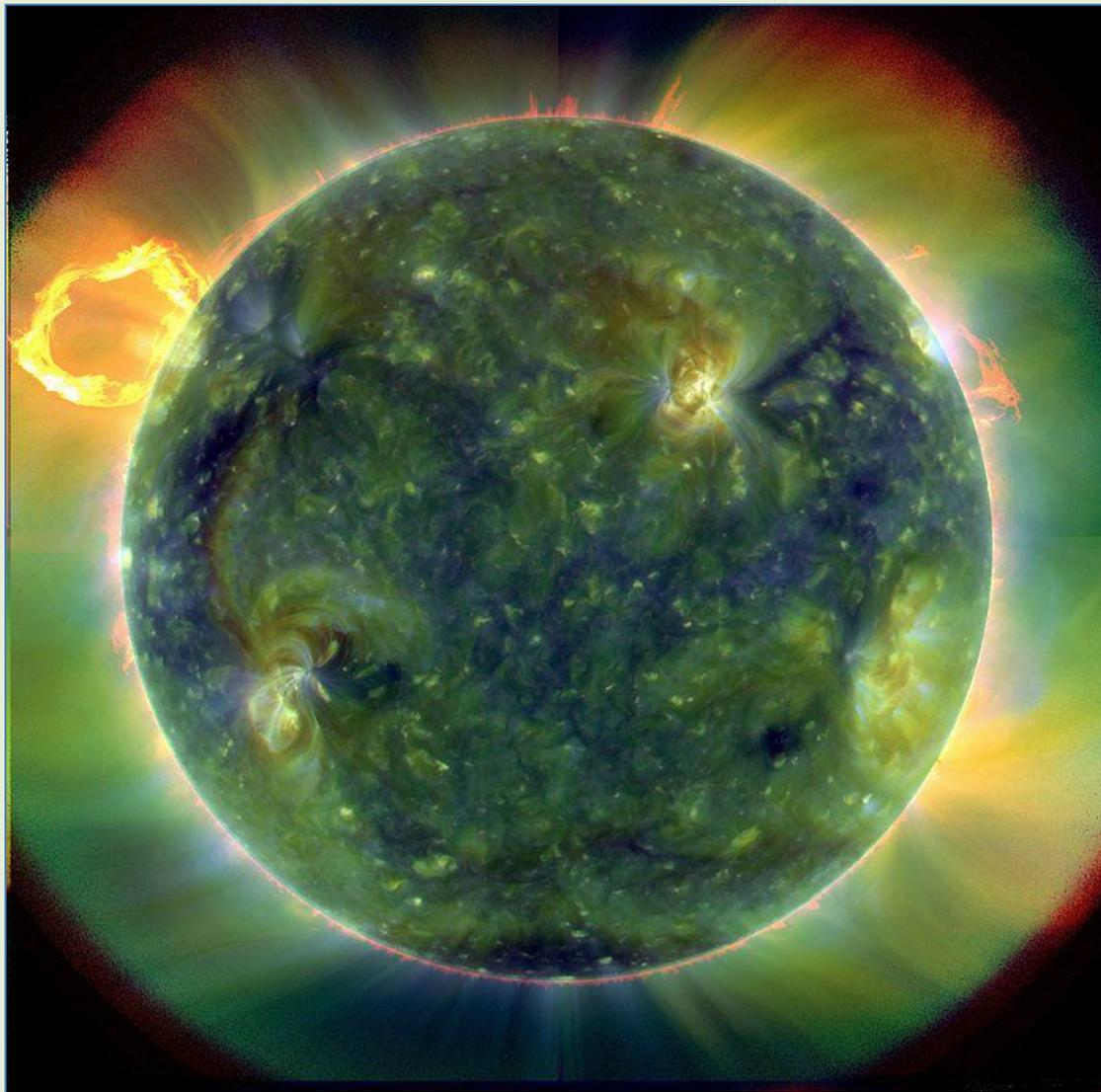
# Тема: **Адаптация к ультрафиолетовому излучению Солнца**

**Ультрафиолетовое** (лат. *ultra* – сверх, за пределами и фиолетовый) **излучение** – электромагнитное излучение, занимающее спектральный диапазон между видимым и рентгеновским излучениями. Длины волн УФ-излучения в интервале от 10 до 400 нм ( $7,5 \cdot 10^{14}$ - $3 \cdot 10^{16}$  Гц).

## Природные источники

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

- концентрации атмосферного  $O_3$  над земной поверхностью;
- высоты Солнца над горизонтом;
- высоты над уровнем моря;
- атмосферного рассеивания;
- состояния облачного покрова;
- степени отражения УФ-лучей от поверхности (воды, почвы).



**Рис.** Ультрафиолетовое излучение Солнца

## **Влияние на здоровье человека**

Биологические эффекты УФ-излучения в 3 спектральных участках существенно различны, поэтому биологи иногда выделяют диапазоны:

- Ближний ультрафиолет, УФ-А лучи (UVA, 315-400 нм)
- УФ-В лучи (UVB, 280-315 нм)
- Дальний ультрафиолет, УФ-С лучи (UVC, 100-280 нм)

Практически весь УФ-С и приблизительно 90% УФ-В поглощаются при прохождении солнечного света через земную атмосферу. Излучение из диапазона УФ-А слабо поглощается атмосферой. Поэтому радиация, достигающая поверхности Земли, в значительной степени содержит ближний ультрафиолет УФ-А и в небольшой доле - УФ-В.

## Благоприятные воздействия

Воздействия солнечного света в течение 5-15 минут на кожу рук, лица и кистей 2-3 раза в неделю в течение летних месяцев достаточно для поддержания нормального уровня витамина D. Ближе к экватору, где UV излучение интенсивнее, достаточно еще более короткого промежутка.

Дефицит витамина D маловероятен. *Исключения:* не покидающие своего дома престарелые люди или люди с сильно пигментированной кожей, которые проживают в странах с низким уровнем UV излучения.

Витамин D естественного происхождения редок в пище, присутствует в рыбьем жире и масле из печени трески.

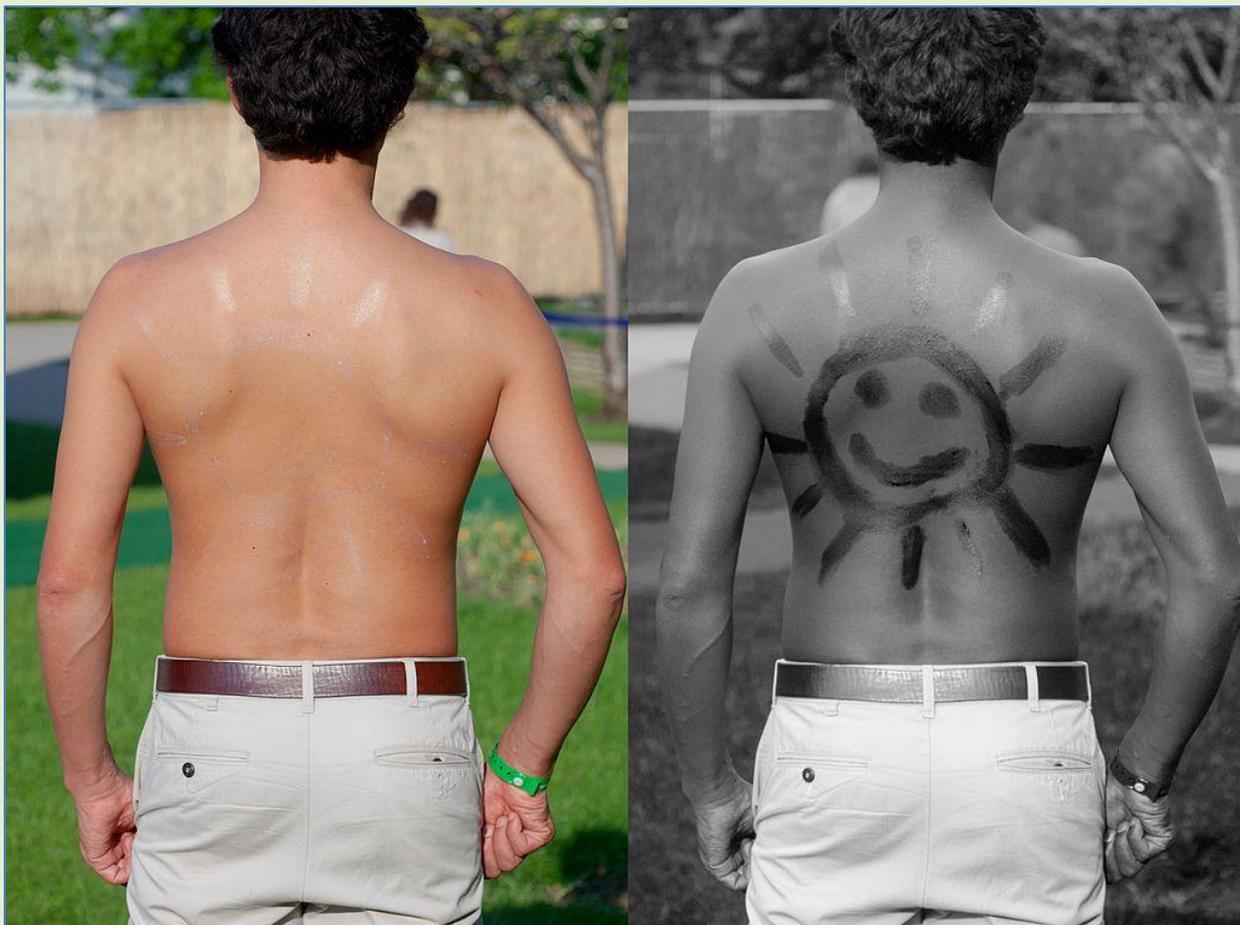
УФ-излучение используется в лечении: рахита, псориаза, экземы и др.

## Действие на кожу

Воздействие УФ-излучения на кожу, превышающее естественную защитную способность кожи, приводит к ожогам разной степени.

УФ-излучение может приводить к образованию мутаций (УФ мутагенез). Образование мутаций, в свою очередь, может вызывать рак кожи, меланому кожи и её преждевременное старение.

Эффективные средства защиты от УФ-излучения: одежда и кремы от загара с числом «SPF» >10.

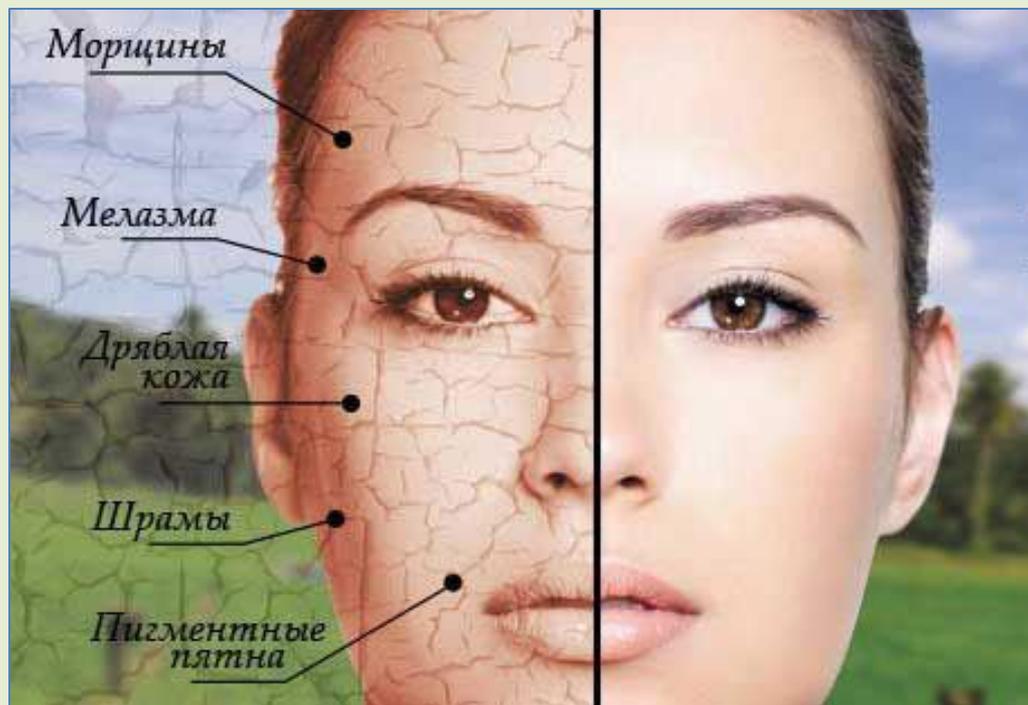


**Рис.** Блокировка УФ-излучения защитными кремами. Правое фото сделано в УФ лучах, крем нанесён в виде рисунка.

**Фотосенсибилизация.** Небольшой % населения очень остро реагируют на УФ-излучение. Даже минимальной дозы достаточно для запуска у них аллергических реакций, приводящих к быстрому и сильному солнечному ожогу.

Фотосенсибилизация связывается с использованием некоторых медикаментов (нестероидные противовоспалит. препараты, болеутоляющие, транквилизаторы, пероральные противодиабетические средства, антибиотики и антидепрессанты). Некоторые пищевые и косметические продукты, такие как парфюмерия или мыла могут также содержать увеличивающие чувствительность к УФ компоненты.

**Фотостарение.** UVB стимулирует быстрое увеличение количества клеток в верхнем слое кожи – эпидермис утолщается. UVA, проникающий в более глубокие слои кожи, повреждает соединительную ткань и кожа теряет эластичность: морщины, дряблость. У пожилых людей – локальное избыточное производство меланина – темные участки или печеночные пятна. Лучи солнца высушивают кожу, делая ее шершавой и грубой.



## **Немеланомные раковые заболевания кожи.**

Базальноклеточная и чешуйчатая *карцинома* не приводят к летальному исходу, но их хирургическое удаление болезненно и ведет к образованию рубцов.

*Немеланомные раковые образования* чаще располагаются на открытых солнцу частях тела: уши, лицо, шея и предплечья. Они чаще встречаются у рабочих, работающих вне помещений, чем внутри. Длительное накопление воздействия UV играет главную роль в развитии немеланомных раковых образований кожи.



**Злокачественная меланома** – самый редкий, но и наиболее опасный тип рака кожи. Наиболее часто встречающихся раковых образований у людей в возрасте 20-35 лет, особенно в Австралии и Новой Зеландии. За прошлые 20 лет самая высокая форма рака кожи во всем мире – *меланома*.

Возникает как новая родинка или как изменения цвета, формы, размера или изменения ощущений в уже существующих пятнах, веснушках или родинках. Меланомы имеют неровный контур и неоднородную окраску. Зуд – еще один частый признак, но он также может встречаться при нормальных родинках. Если заболевание распознано и лечение проведено своевременно, прогноз благоприятный. При отсутствии лечения опухоль быстро разрастается и раковые клетки распространяются к другим частям тела.

Normal Mole	Melanoma	Sign	Characteristic
<p><b>родинка</b></p> 	<p><b>меланома</b></p> 	<p><b>признак</b></p> <p>Asymmetry <b>асимметрия</b></p>	<p><b>характеристика</b></p> <p>when half of the mole does not match the other half <b>когда одна половина не соответствует второй половине</b></p>
		<p>Border <b>граница</b></p>	<p>when the border (edges) of the mole are ragged or irregular <b>когда границы (края) родинки неровные или неправильные</b></p>
		<p>Color <b>цвет</b></p>	<p>when the color of the mole varies throughout <b>когда цвет родинки изменяется на всем ее протяжении</b></p>
		<p>Diameter <b>диаметр</b></p>	<p>if the mole's diameter is larger than a pencil's eraser <b>если диаметр родинки больше, чем ластик у карандаша (6 mm)</b></p>

*Photographs Used By Permission: National Cancer Institute*

## Действие на глаза

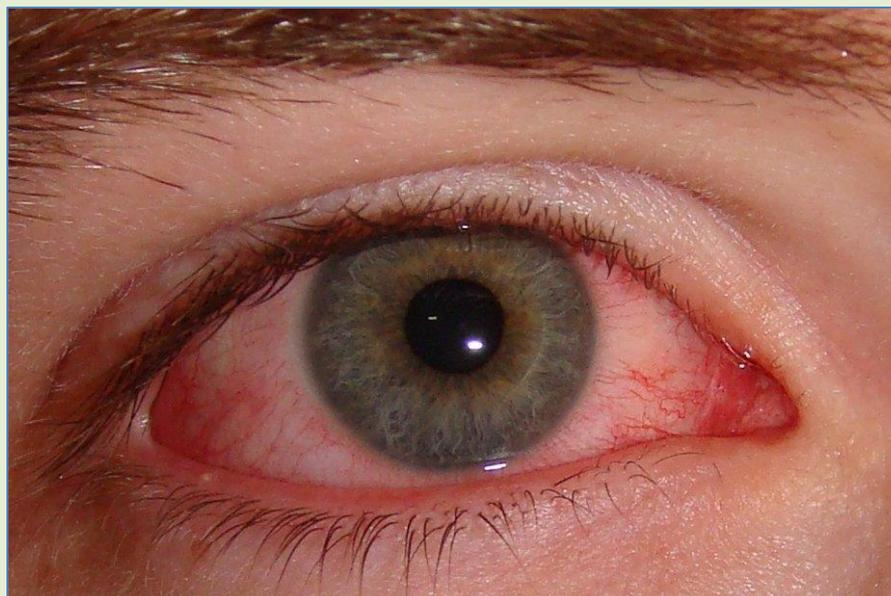
УФ-излучение средневолнового диапазона (280-315 нм) практически неощутимо для глаз человека и в основном поглощается эпителием роговицы, что при интенсивном облучении вызывает радиационное поражение – ожог роговицы – **электроофтальмия**: слезотечение, светобоязнь, отёк эпителия роговицы, блефароспазм. Поражённым оказывается только эпителий. После регенерации эпителия зрение, в большинстве случаев, восстанавливается полностью.

Мягкий УФ длинноволнового диапазона (315-400 нм) воспринимается сетчаткой как слабый фиолетовый или серовато-синий свет, но почти полностью задерживается хрусталиком, особенно у людей среднего и пожилого возраста.



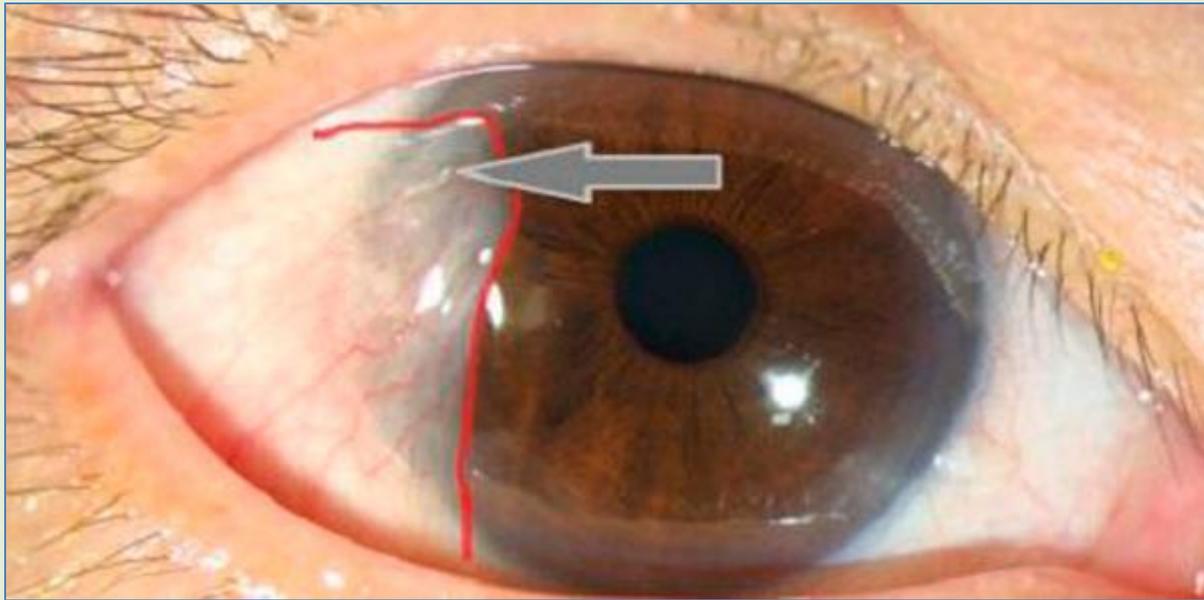
**Фотокератит** – воспаление роговой оболочки.

**Фотоконъюнктивит** – воспаление конъюнктивы, мембраны, которая ограничивает сферу глаза и покрывает внутреннюю поверхность век. Воспалительные реакции глазного яблока и век наравне с солнечным ожогом кожи очень чувствительны и обычно появляются в течение нескольких часов после воздействия. Фотокератит и фотоконъюнктивит болезненны, но обратимы и не приводят к продолжительному повреждению глаз или нарушению зрения.



Крайняя форма фотокератита – «*снежная слепота*». Иногда у лыжников и альпинистов, которые испытывают воздействие очень высоких доз УФ лучей из-за высотных условий и очень сильного отражения. Свежий снег отражает до 80% УФ лучей. Сверхвысокие дозы УФ действуют губительно на клетки глаза и могут привести к слепоте. «Снежная слепота» очень болезненна. Чаще новые клетки растут быстро и зрение восстанавливается в течение нескольких дней. В отдельных случаях солнечная слепота может привести к осложнениям – хроническое раздражение или слезотечение.

**Птеригиум** – разрастание конъюнктивы на поверхности глаза – косметический недостаток, связанный с длительным воздействием УФ. Распространяется к центру роговой оболочки и уменьшает зрение. Может воспаляться. Устраняется хирургическим путем, имеет тенденцию рецидивировать.



**Катаракта** – ведущая причина слепоты в мире. Белки хрусталика накапливают пигменты, которые покрывают линзу и приводят к слепоте. С возрастом катаракта появляется в различной степени у большинства людей, вероятность ее возникновения возрастает под воздействием УФ.



**Раковые поражения глаз** связаны воздействием УФ-излучения в течение жизни. *Меланома* – частое раковое поражение глаз и иногда требующее хирургического удаления. *Базальноклеточная карцинома* часто располагается в области век.

### Базально-клеточная эпителиома



Для защиты глаз от вредного воздействия УФ-излучения используются очки, задерживающие до 100 % УФ и прозрачные в видимом спектре. Линзы изготавливают из специальных пластмасс или поликарбоната.

Многие виды контактных линз также обеспечивают 100 % защиту от УФ.

Фильтры для УФ бывают твердые, жидкие и газообразные. Например, обычное стекло непрозрачно при  $\lambda < 320$  нм; в более коротковолновой области прозрачны лишь специальные сорта стекол (до 300-230 нм), кварц прозрачен до 214 нм, *флюорит* – до 120 нм. Для еще более коротких волн нет подходящего по прозрачности материала для линз объектива, и применяют отражательную оптику – вогнутые зеркала. Однако для столь короткого УФ непрозрачен уже и воздух, который заметно поглощает УФ, начиная с 180 нм.

Закономерности географического распространения вариантов цвета кожи: у негров кожа темная в отличие от белых, у эфиопов она темнее, чем у южных европейцев, у южных европейцев смуглее, чем у северных, у южных монголоидов темнее, чем у сибирских, у австралийцев и меланезийцев темнее, чем у всех волнистоволосых групп в более северных широтах. Пигмент сильно поглощает УФ-лучи.



Эфиоп



Австралийцы



Меланезийцы

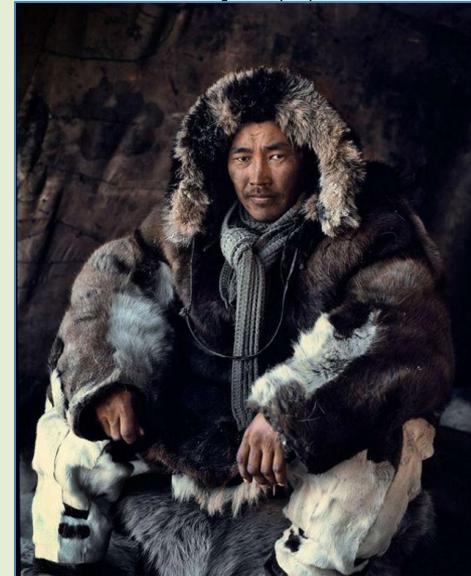
Густой слой меланина у темнокожих рас, препятствуя проникновению в глубокие слои кожи УФ-лучей, создает условия, неблагоприятные при заболевании рахитом. Это явление компенсируется у негров обилием отделений из сальных желез, значительно более крупных, чем у европейцев.

Сальные железы выделяют продукт, содержащий *эргостерин*, который приобретает после освещения УФ-лучами антирахитические свойства, превращаясь в витамин D. По этой причине в глубоких и темных чащах тропического леса возникали в разных местах карликовые формы негроидной расы.



Основываясь на измерениях отражательной способности кожи у различных популяций, доказали, что существует явно выраженная корреляция между цветом кожи и широтой местности и более слабая зависимость цвета кожи от средней годовой  $t$ .

В умеренных широтах наименьшее количество солнечного света получают близкие к морю западные области континентов – много облачных дней в году. Небо Арктики летом свободно от облаков и пыли, в зимнее время снег и лед отражают падающий свет, интенсивность УФ-излучения высока, а цвет кожи у арктических народов более смуглый, чем у людей умеренного пояса.



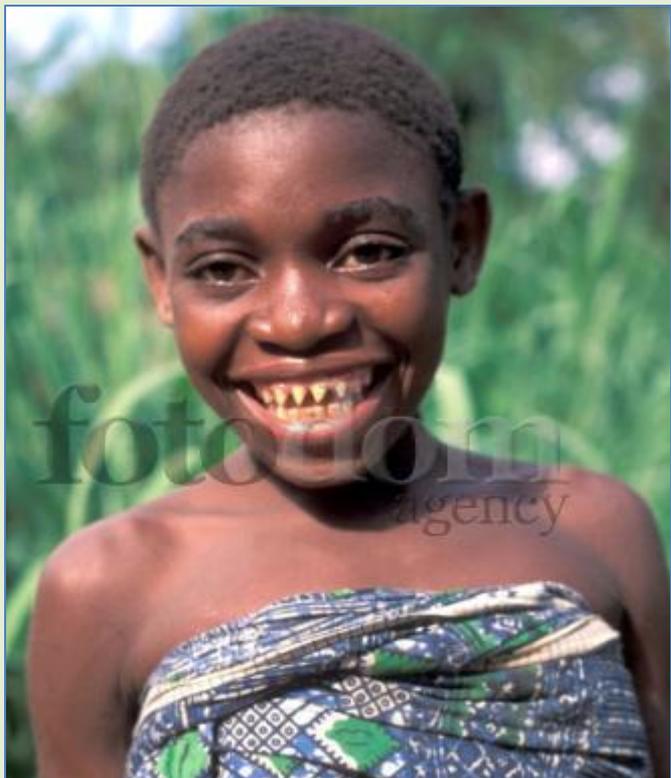


Арктика летом

Географическая связь между интенсивностью УФ-лучей и цветом кожи определяется защитной ролью пигментации; темнокожие народы населяют области с более высоким уровнем УФ-радиации.

В тропиках существуют различия в цвете кожи: племена, живущие в джунглях, имеют более светлую кожу, народы открытых пространств – более темную (различие между племенами пигмеев и неграми банту).

Загар, приобретаемый людьми со светлой кожей в качестве средства защиты, можно рассматривать как *фенокопию* генетически определенного более темного цвета кожи у людей, живущих в тропических и экваториальных областях. Возможно, темная пигментация появилась независимо в разных районах земного шара у темнокожих европеоидов Южной Индии и Аравии, у негров Океании и Африки, т. к. эти народы по генетическим признакам далеки друг от друга.



Пигмеи



Банту