

к.т.н. Н.В.Оболенский, инж. Г.И.Суркова,
к.т.н. Д.В.Бахарев, к.т.н. Н.П.Николь-
ская

О НОРМАТИВНОМ ТРЕБОВАНИИ НЕПРЕРЫВНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ

Содержащееся в СН 1180-74 требование обеспечения не прерывной в течение 3-х часов инсоляции помещений обосновывается тем, что "... в период перерывов инсоляции возможно ожидать феномен фотореактивации - стимулирование роста и размножения неубитых микроорганизмов" / 1, стр.216 /^{х)}. Характер инсоляции бактерий в помещениях зависит также от ряда природных факторов, не поддающихся нормативной регламентации. Поэтому важно выяснить, в какой мере выполнение этого требования СН 1180-74 в строительстве обеспечивает действительную непрерывную инсоляцию бактерий в помещениях.

В первую очередь, инсоляция помещений зависит от облачности. Повторяемость непрерывного солнечного сияния различной длительности в процентах от общего числа случаев с непрерывным солнечным сиянием приводится в климатических справочниках / 2 /, однако эти данные непригодны для анализа инсоляции помещений. Поясним это следующим примером. Пред-

^{х)} Эта формулировка неточна. Под фотореактивацией понимают не стимулирование роста и размножения бактерий, а явление снижения бактерицидного действия коротковолнового УФ облучения ($\lambda < 300$ нм) бактерий при последующем облучении их солнечным светом. Фотореактивация возникла в процессе эволюции живых клеток как защитный механизм от естественного УФ излучения ($\lambda > 300$ нм), поэтому не ясно, каким образом можно избавиться от этого явления с помощью непрерывного солнечного облучения бактерий.

положим, что в некоторый день наблюдалось непрерывное солнечное сияние с 8 до 11 ч, затем облачность на 1 ч прервала инсоляцию, а далее с 12 до 15 ч вновь наблюдалось непрерывное солнечное сияние. Согласно методике / 2 /, в этот день непрерывное солнечное сияние продолжительностью 2-5 ч составляло, следовательно, 100% от общего числа случаев с непрерывным солнечным сиянием. Очевидно однако, что в помещениях, для которых окружающая экранирующая ситуация обеспечивает возможность инсоляции в другие часы дня, не будет наблюдаться ни одного случая непрерывной 3-часовой инсоляции. Таким образом, составить верное представление о характере инсоляции помещений можно только на основе дифференцированных по времени дня данных о повторяемости непрерывного солнечного сияния.

Для получения таких данных были использованы таблицы гелиографа (форма ТМ-15) за 10-летний период наблюдений (1963-1972 гг.) на 12 метеостанциях СССР [Архангельск, Москва, Киев, "Гигант" (Северо-Западный Кавказ), Батуми, Игарка, Огурцово (Новосибирск), Целиноград, Ашхабад, Среднеколымск, Владивосток, Якутск], наиболее представительных характеризующих различные светоклиматические зоны страны. Из этих таблиц для различного времени каждого дня года были выбраны случаи непрерывного солнечного сияния продолжительностью 1, 2, 3, 4 и 5 ч, подсчитаны месячные и годовые суммы и определены значения вероятности непрерывной инсоляции в процентах от астрономически возможной для заданных интервалов времени. Примеры суточных сезонных и среднегодовых зависимостей вероятности непрерывного солнечного сияния для г.Москвы приводятся на рис. 1-4. Аналогичные графики были построены и проанализированы для всех характерных районов страны.

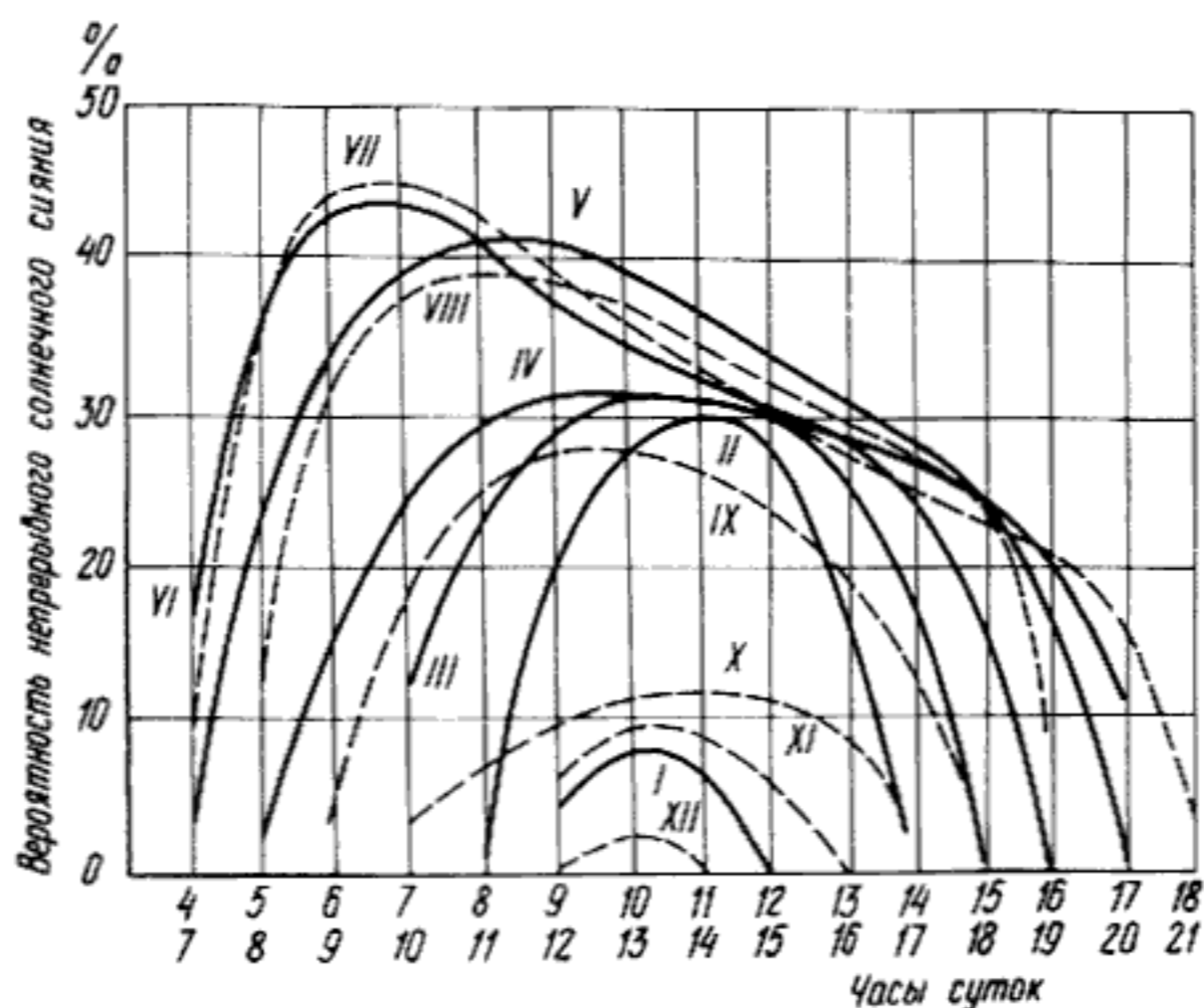


Рис.1. Суточный ход вероятности 3-часового солнечного сияния в различные месяцы года в Москве

х) Данные этих метеостанций были использованы ранее для светоклиматического районирования территории СССР.

Вероятность непрерывной инсоляции по очевидным причинам прежде всего определяется высотой стояния Солнца, и поэтому дневной и сезонный ход вероятности имеет почти симметричный характер (рис. 1). Аномальное увеличение вероятности непрерывного солнечного сияния в первую половину дня связано с особенностями циркуляции атмосферы. Наглядное представление о дневных и сезонных изменениях вероятности непрерывной 3-часовой инсоляции дают изоплеты, приведенные на рис. 2.

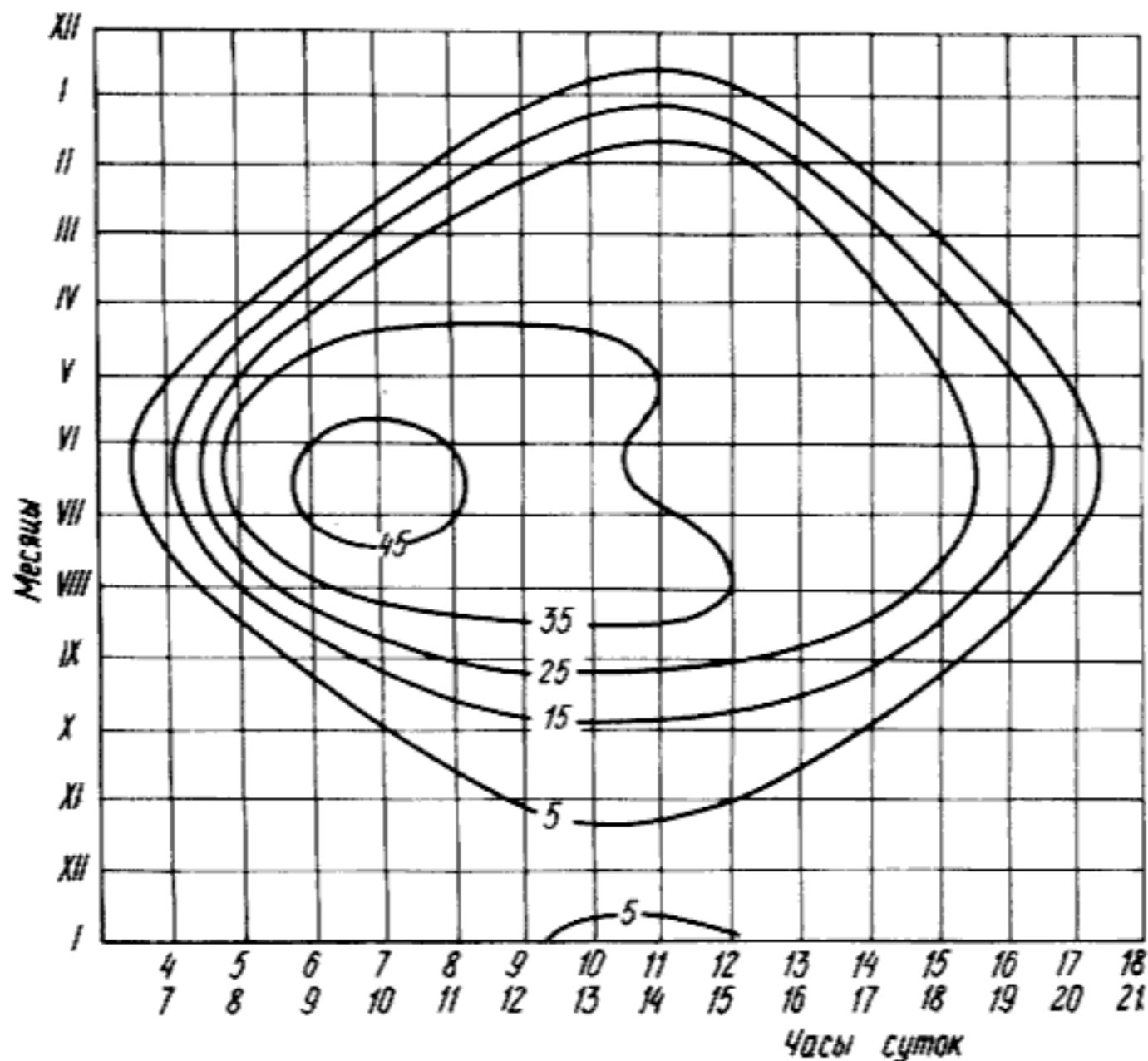


Рис.2. Изоплеты вероятности непрерывной 3-часовой инсоляции в Москве

Зависимости среднегодовых вероятностей непрерывного солнечного сияния различной продолжительности от времени суток имеют сходный характер и различаются в основном по абсолютной величине (рис. 3). Средняя вероятность одночасовой непрерывной инсоляции в любое время суток примерно в два раза выше, чем пятичасовой. Ассиметрия в годовом ходе средней вероятности непрерывного солнечного сияния обусловлена сезонными особенностями циркуляции атмосферы (рис. 4).

Вероятность непрерывного солнечного сияния имеет различный годовой ход в Европейской части и на востоке страны. Например, на Северо-Западном Кавказе ("Гигант") и во Владивостоке максимальные и минимальные вероятности трехчасовой инсоляции составляют соответственно 50 и 6-12% (рис.5б), однако на Кавказе максимум отмечается в летний период, а на Дальнем Востоке — весной и осенью. В Сибири максимум смещается к зиме, и летний минимум выражен слабее, чем на Дальнем Востоке.

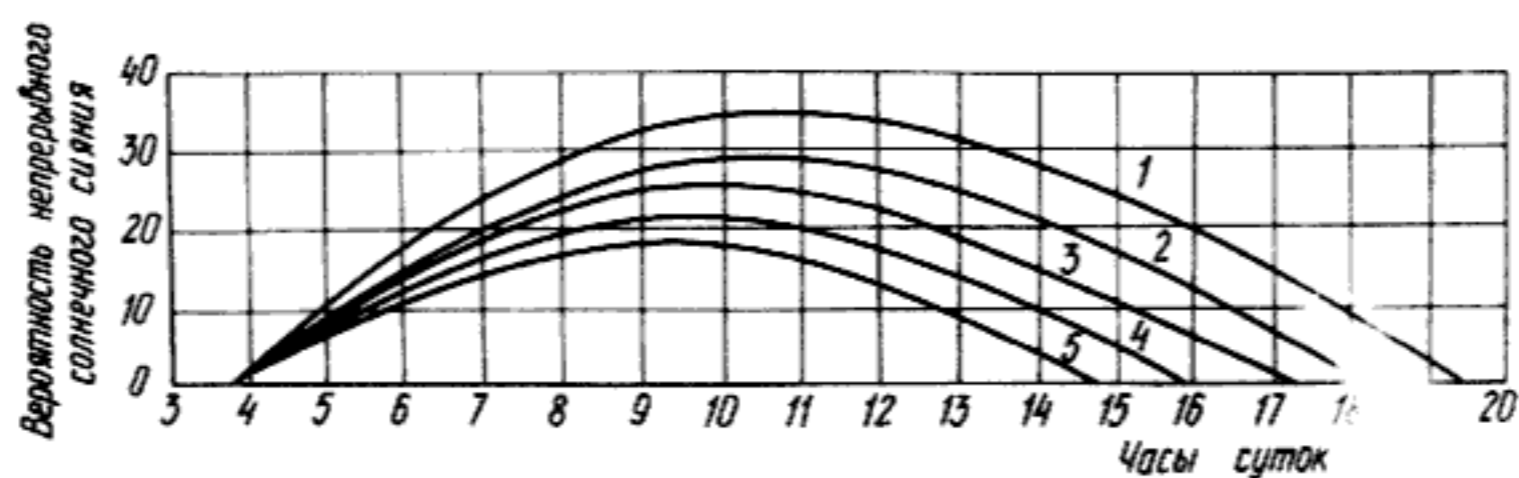


Рис.3. Суточный ход вероятности непрерывного солнечного сияния в Москве в среднем за год для различной продолжительности сияния

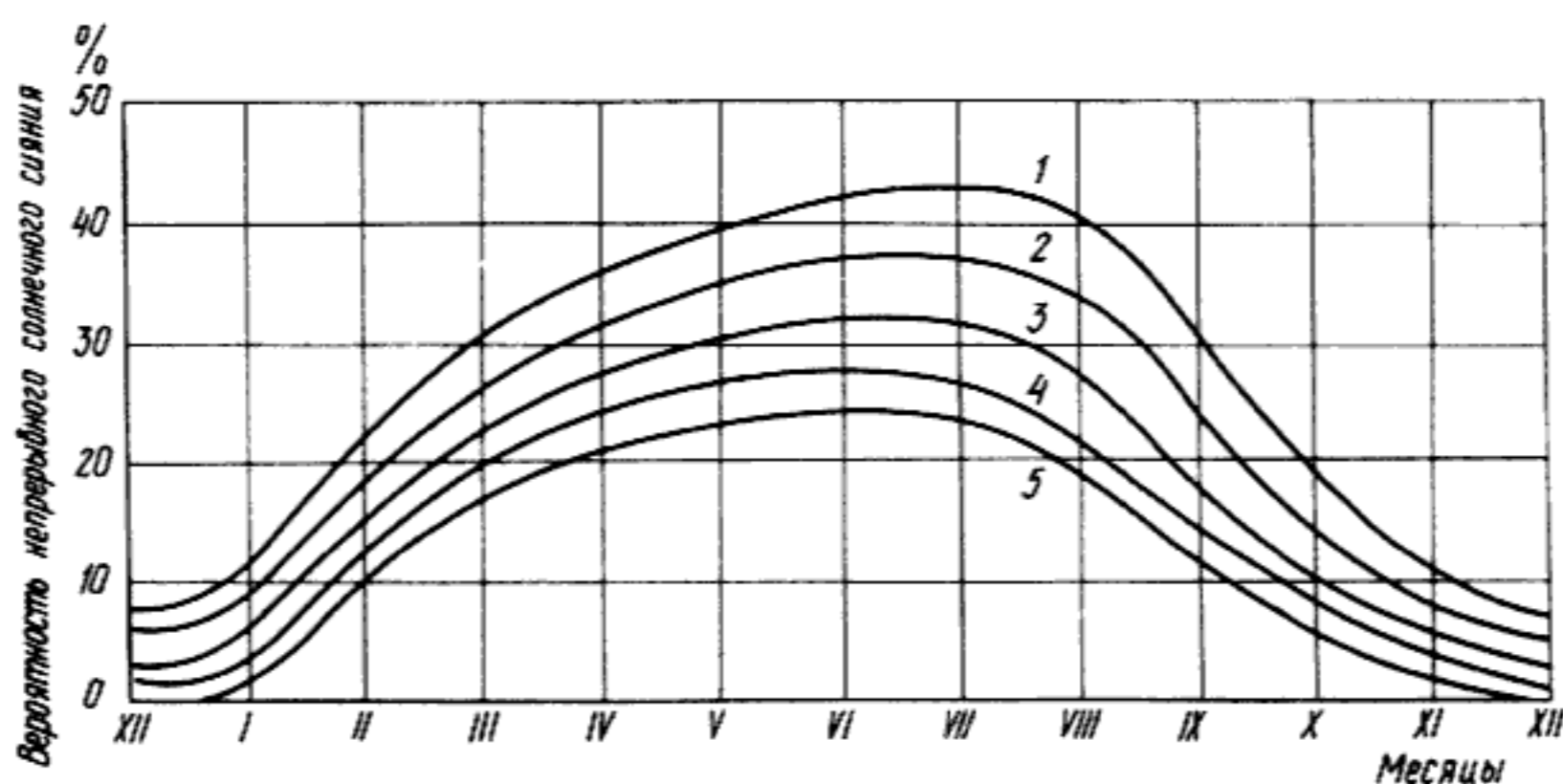


Рис.4. Годовой ход вероятности непрерывного солнечного сияния в Москве

Вероятность непрерывного солнечного сияния увеличивается к югу, однако широта местности почти не влияет на относительный годовой ход вероятности (рис. 5а). Существенные различия в годовом ходе вероятности солнечного сияния обнаруживаются во влажных и сухих субтропиках. В Батуми вероятность непрерывной трехчасовой инсоляции на протяжении всего года не выходит за пределы 20–30%, в то время как в Ашхабаде четко выделяются летний максимум 80% и зимний минимум 15% (рис. 5в).

Анализ данных по 12 метеостанциям показал, что на всей территории СССР дневной ход вероятности непрерывного солнечного сияния имеет сходный характер. Весной и осенью наибольшие значения вероятности наблюдаются в околополуденные часы, летом они смещаются к утренним часам. Эти тенденции обнаруживаются при любой продолжительности непрерывного солнечного сияния. В регламентируемый СН 1180–74 период года (с 21 марта по 23 сентября) почти на всей территории СССР природные ресурсы непрерывной трехчасовой инсоляции помещений в среднем не превышают 1/3 астрономически возможных. Исключение составляют некоторые районы Средней

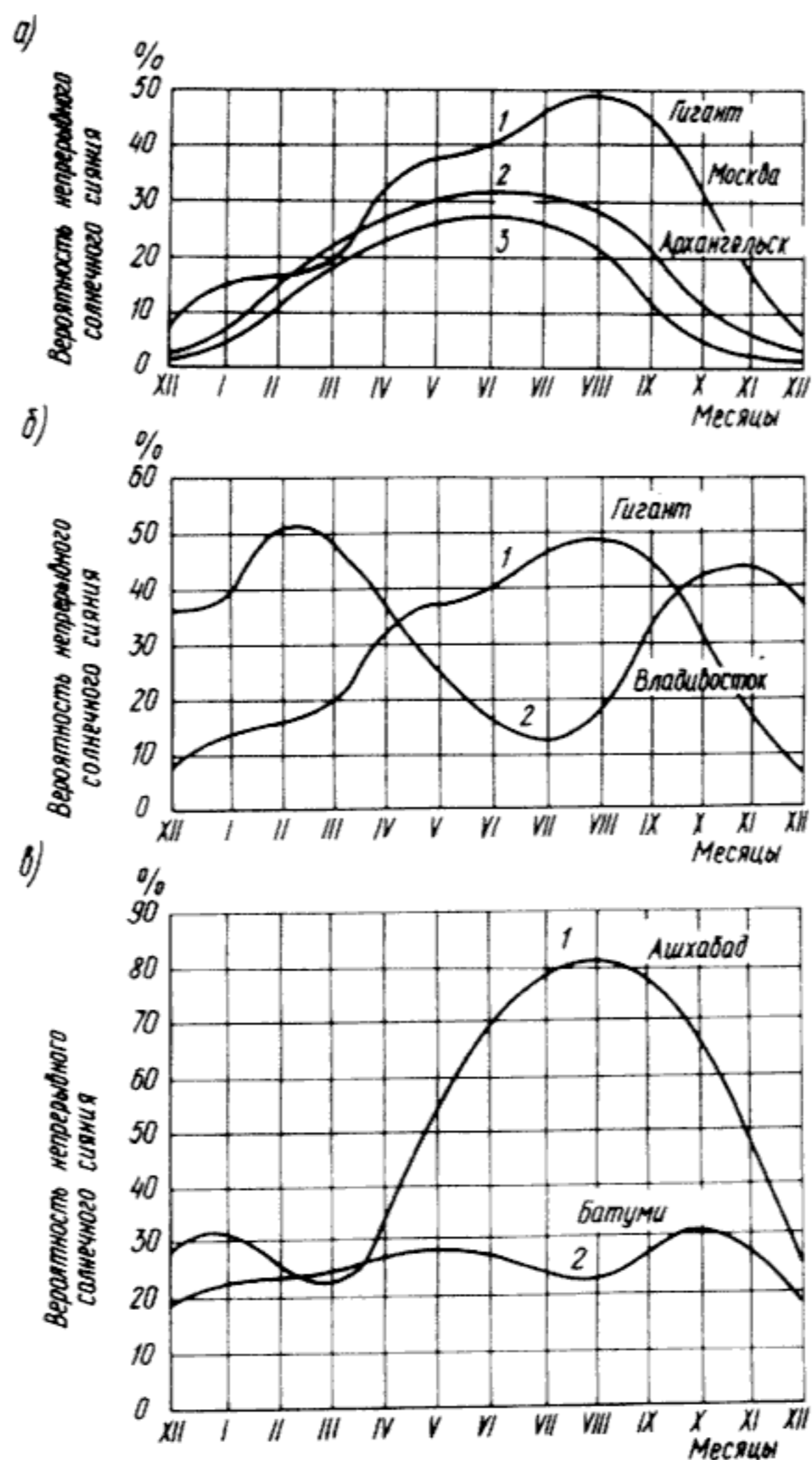


Рис.5. Годовой ход вероятности непрерывного 3-часового солнечного сияния
 а - на различных широтах страны:
 1 - 46° с.ш. ("Гигант"), 2 - 56° с.ш. (Москва), 3 - 65° с.ш. (Архангельск);
 б - на европейской части (1-Гигант) и на востоке страны (2-Владивосток);
 в - в сухих (1 - Ашхабад) и влажных (2 - Батуми) субтропических районах страны

Азии и северо-восточной Сибири, где средняя с марта по сентябрь вероятность достигает 50%. Таким образом, облачность примерно в 2-3 раза снижает эффективность градостроительных мероприятий, обеспечивающих возможность непрерывной инсоляции помещений, что уже ставит под сомнение целесообразность выдвижения нормативного требования непрерывности инсоляции.

Рассмотрим далее, какое влияние оказывает на характер облучения бактерий прерывистое или непрерывное обеспечение нормативного показателя инсоляции помещений.

В натуральных условиях^{х)} бактерии или находятся во взвешенном состоянии в воздухе помещения, или осаждаются на поверхности пола, стен и предметов. Облучение взвешенных и осажденных бактерий во время инсоляции помещений имеет принципиально различный характер. Поскольку в помещении всегда происходит конвективное и вынужденное движение воздуха, то, перемещаясь с воздушными массами, взвешенные бактерии только периодически или эпизодически попадают в инсолируемый объем помещения. Следовательно, инсоляция взвешенных бактерий, независимо от прерывности или непрерывности, ее всегда кратковременна и прерывиста.

Очевидно, что за какой-либо промежуток времени инсоляции помещения $T = t_2 - t_1$ суммарная продолжительность прерывистого облучения циркулирующих с воздухом бактерий составляет

$$\tau = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt, \quad (1)$$

где $v(t)$ - отношение инсолируемого в момент времени объема к общему объему помещения.

Величина $v(t)$, численно равная вероятности пребывания бактерий в инсолируемом объеме в данный момент времени, определяется геометрическими параметрами помещения и светопроема. Значение $v(t)$ зависит от зенитного расстояния Солнца Z и абсолютной разности азимутов Солнца и ориентации светопроема $|A - A_0|$. Значение $v(t)$ даже для самых маленьких помещений (спален, кухонь), характеризуемых наибольшим отношением площади окон к площади пола (1:3,85), при $Z < 80^\circ$ не превышает 0,35 и резко снижается по мере уменьшения Z и увеличения $|A - A_0|$ (рис. 6). В больших жилых помещениях (общие комнаты, гостиницы), где относительная величина светопроема обычно составляет 1:6, максимальная вероятность пребывания бактерий в потоке солнечных лучей не превышает 25%.

Конкретные примеры суточного хода величины $v(t)$ в помещениях различной ориентации при открытом горизонте приведены на рис. 7. Эти графики характеризуют максимальные вероятности пребывания бактерий в потоке солнечных лучей, которые в нормируемый СН 1180-74 период года наблюдаются в марте и сентябре. С увеличением солнечного склонения вероятность инсоляции взвешенных бактерий уменьшается. Характер дневного хода $v(t)$ показывает, что продолжительность суммарного прерывистого облучения бактерий в гораздо большей

^{х)} В экспериментах, на основе которых было выдвинуто требование непрерывности инсоляции, бактерии высеивались в чашки Петри и перемещались вслед за солнечным пятном.

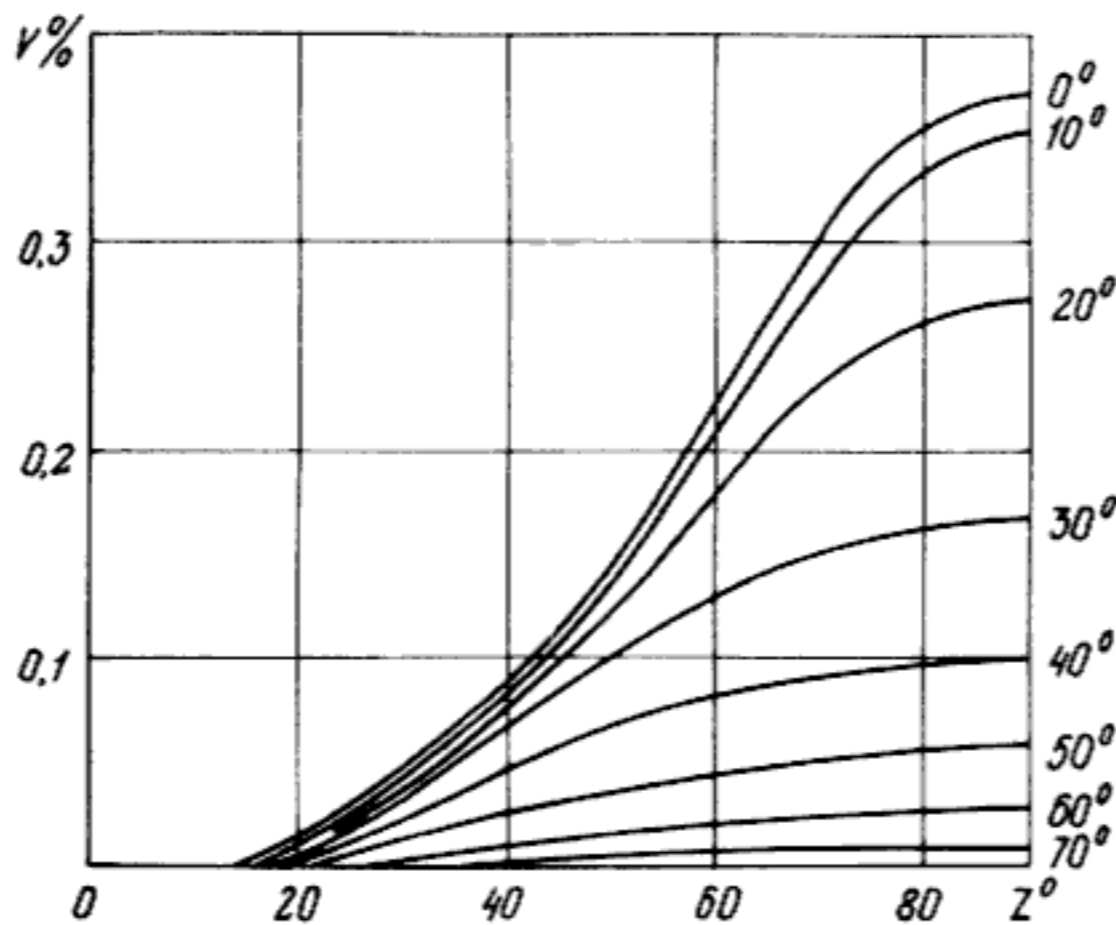


Рис.6. Зависимости относительного инсолируемого объема помещения от зенитного расстояния Солнца при различных значениях $|A - A_0|$ (размеры помещения $2,5 \times 2,4 \times 3,6$ м; светопроем $1,6 \times 1,4$ м в стене толщиной $0,35$ м, относительная площадь светопроема $1:3,85$)

$\tau = 16$ мин только в одном втором периоде инсоляции. Анализ различных экранирующих ситуаций свидетельствует, что при прерывистой инсоляции значения τ , часто бывают большими, чем при непрерывной инсоляции помещений. При этом перерывы, вызываемые циркуляцией бактерий, могут быть соизмеримы с перерывами, обусловленными экранирующей застройкой. Таким образом, выполнение требования непрерывности инсоляции помещения не только ни в какой мере не устраняет прерывности облучения взвешенных в его воздухе бактерий, но может и существенно ухудшить условия их облучения.

При трехчасовой инсоляции помещения значение τ обычно составляет $6-30$ мин, т.е. в натуральных условиях суммарная продолжительность прерывистого облучения взвешенных бактерий в большинстве случаев оказывается много ниже минимальной длительности непрерывного облучения бактерий в гигиенических экспериментах [3], положенных в основу СН 1180-74.

При непрерывной инсоляции помещения облучение осевших на его поверхности бактерий происходит непрерывно, вращение Земли с угловой скоростью 15 град/ч приводит к довольно быстрому изменению формы и размеров инсолируемого участка. Чем меньше его размеры и выше линейная скорость перемещения, тем меньше продолжительность инсоляции облучаемой поверхности. Поэтому при трехчасовой инсоляции поме-

степени зависит от ориентации светопроема и времени дня, в которое инсолируется помещение, чем от прерывности или непрерывности обеспечения нормируемого показателя инсоляции помещений. Например, при $A_0 = 30^\circ$ и обеспечении непрерывной трехчасовой инсоляции помещения с 9 ч 20 мин до 12 ч 20 мин (такая ситуация характерна при строчной застройке) $\tau = 10$ мин, в то время как при прерывистом обеспечении инсоляции, например, с 9 ч 20 мин до 10 ч 20 мин и затем с 12 до 14 ч

щения 70–80% инсолируемой поверхности облучается только в пределах от 0 и до 1 часа. Участки, инсолируемые свыше двух часов, обычно или вообще отсутствуют, или составляют не более 2–5% общей площади пола и стен помещения. Таким образом, в реальных помещениях только ничтожная часть осажденных на поверхности бактерий может облучаться свыше двух часов, 60–70% осажденных бактерий вообще не инсолируются. Закономерности инсоляции внутренних поверхностей помещений были подробно описаны ранее / 4 /.

Общие условия взаиморасположения зданий в застройке обычно не позволяют прервать трехчасовую инсоляцию помещений более чем один раз. А при кратковременном перерыве инсоляции на внутренних поверхностях помещения образуется незначительная область прерывистого облучения, которая быстро уменьшается с увеличением длительности перерыва (рис. 8). При перерыве более двух часов эта область обычно полностью исчезает и инсолируемая поверхность разделяется на два локальных участка, на которых инсоляция бактерий происходит непрерывно, но ее максимальная длительность снижается соответственно разделению длительности по отдельным периодам инсоляции. Если перерыв приводит к смещению одного из периодов инсоляции к утренним или вечерним часам дня, то общая площадь инсолируемых поверхностей увеличивается; если же смещение происходит в сторону полудня, то инсолируемые площади уменьшаются, но значительно возрастает плотность их облучения.

Независимо от прерывности или непрерывности обеспечения нормируемого показателя инсоляции помещения, 70–80% инсолируемых поверхностей всегда приходится на участки, непрерывно облучаемые на протяжении менее 1 часа. Поэтому прерывистое обеспечение нормируемого показателя инсоляции практически не нарушает непрерывности облучения осевших на по-

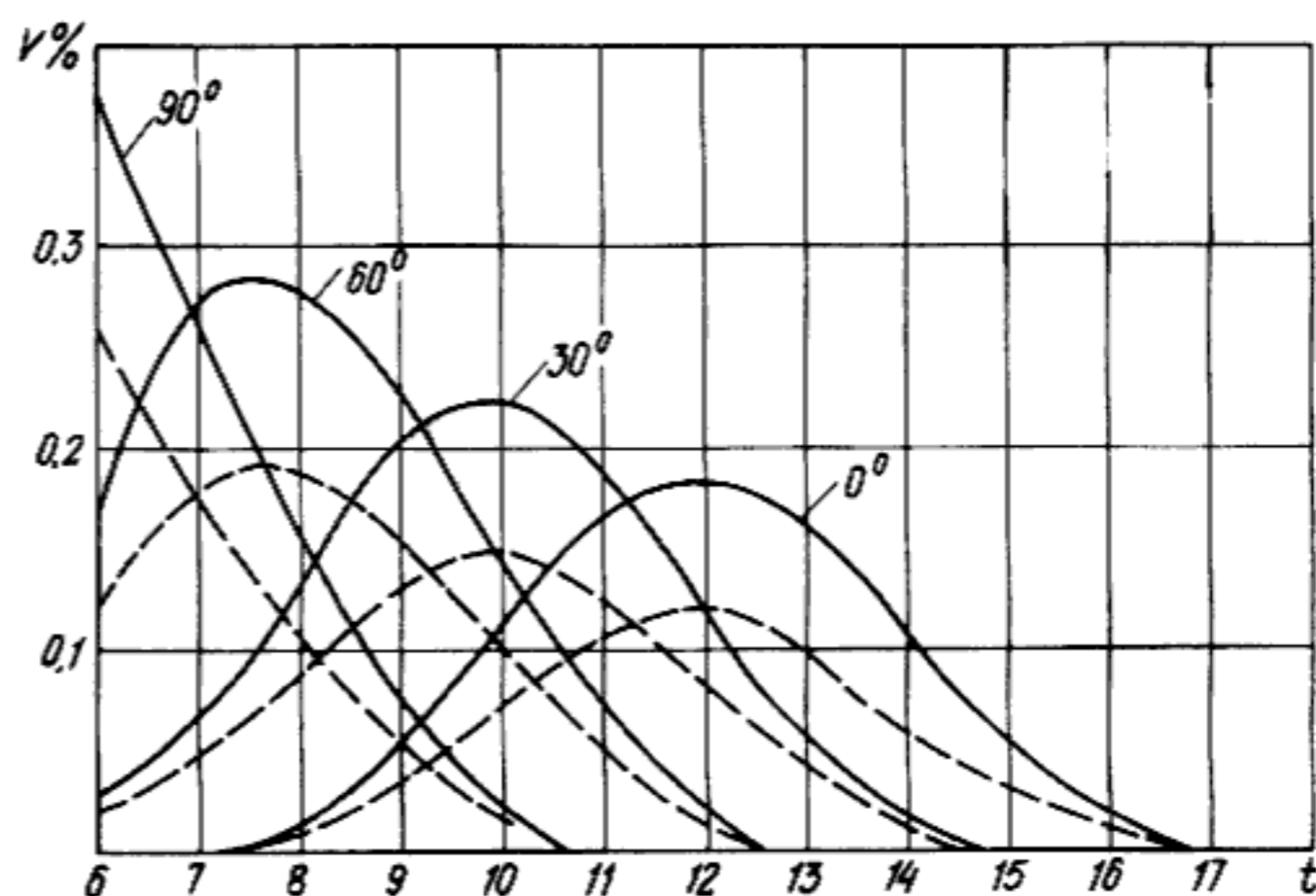


Рис.7. Суточный ход величины относительного инсолируемого объема помещений различной ориентации в дни равноденствия в Москве

- относительная площадь светопроема 1:3,85;
- - - - относительная площадь светопроема 1:6

верхности бактерий точно так же, как непрерывное его обеспечение не устраняет прерывистости облучения бактерий, взвешенных в воздухе помещения.

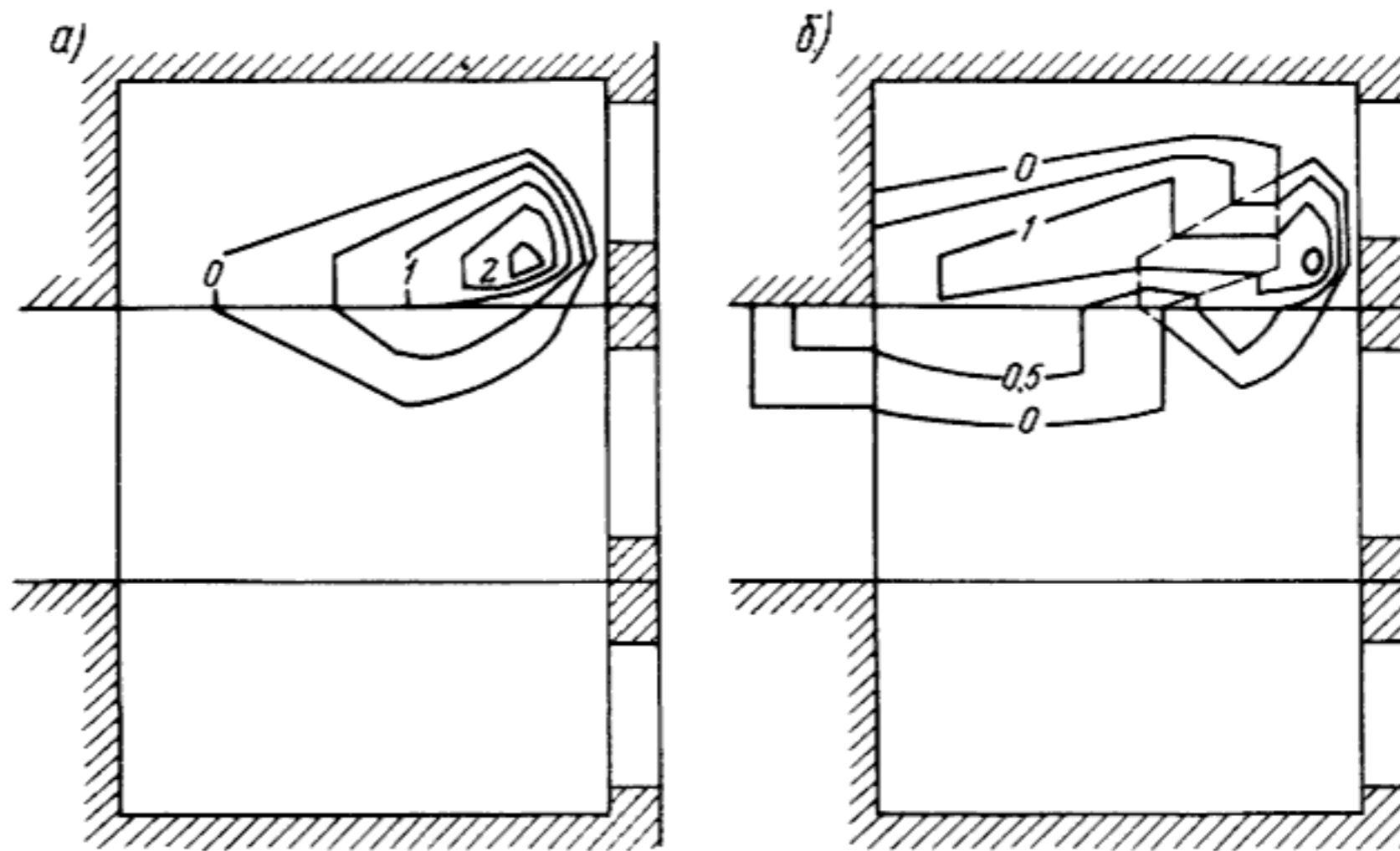


Рис.8. Поля продолжительности инсоляции поверхностей помещения восточной ориентации при непрерывном (а) и прерывистом (б) обеспечении 3-часовой инсоляции (март, Москва; градация изолиний 0,5 часа; штриховой линией показана область прерывистой инсоляции)

Таким образом, процессы облучения бактерий в натуральных условиях помещений имеют сложный, многопараметрический и нестационарный характер и отнюдь не определяются принятым для гигиенического нормирования условным показателем продолжительности инсоляции помещения, отнесенным к центру оконного проема. Непременная кратковременность и прерывистость облучения бактерий в помещениях порождается, главным образом, вращением Земли, циркуляцией воздуха и облачностью, т.е. природными факторами, независимыми от экранирующего воздействия застройки. Выполнение требования непрерывности инсоляции не устраняет этих явлений и по существу является бесполезным.

Не гарантируя повышения гигиенических качеств помещений, требование непрерывности инсоляции наносит однако существенный технико-экономический ущерб в строительстве. Выполнение этого требования приводит к завышению разрывов между зданиями, в особенности при башенной застройке и при Г- и Т-образных приемах взаиморасположенных зданий, ограничивает градостроительную маневренность зданий и сковывает творческие возможности проектировщиков. Поэтому дальнейшее сохранение этого требования в нормативных документах следует признать нецелесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данциг Н.М. Инсоляция зданий и территорий застройки городов как гигиеническая проблема. - В сб. "Ультрафиолетовое излучение", вып. 5. Изд. "Медицина", М., 1971
2. Справочник по климату СССР, вып. 8, часть 1, "Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние", Гидрометеиздат, Л., 1966
3. Беликова В.К. Естественная ультрафиолетовая радиация и ее бактерицидное значение. - В сб. "Ультрафиолетовое излучение", вып. 4. Изд. "Медицина", М., 1966
4. Бахарев Д.В. Методы расчета и нормирования солнечной радиации в градостроительстве. Автореферат диссертации на соискание степени канд.техн.наук. НИИСФ, М., 1968