

ПРОМЫШЛЕННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

7'83



Авторские свидетельства

№ 26*

№ 943378. Л. И. Магро, Н. И. Шишов, А. П. Лютиков и др. Стеновое ограждение.

№ 943379. Ю. В. Покровский, В. В. Федоров, В. Н. Спиров, Г. А. Плотникова. ЦНИИпромзданий. Трехслойная панель ограждения.

№ 27

№ 945312. А. П. Резник, М. И. Кудрявцев, А. Б. Губенко и др. ПО Мосспецпромпроект и ЦНИИпроектстальконструкция. Стыковое соединение в шпунт трехслойный стеновых панелей.

№ 945313. В. С. Дворников, В. Т. Новиков и Ю. П. Бондарев. ЦНИИпроектстальконструкция. Уплотнение стыка створок подвижного укрытия.

№ 945316. Б. В. Остроумов, С. П. Муринов, Л. В. Шофлер и др. ЦНИИпроектстальконструкция. Молниезащитное устройство.

№ 945317. А. Г. Корсунский, И. В. Гудзенко, К. С. Решетченко и др. Харьковский Промстройинипроект. Стеновой блок.

№ 945318. И. А. Скачков. НИИСК. Висячее покрытие зданий и сооружений.

№ 945323. П. Д. Зубарев, В. Е. Захарчук, А. Х. Данютин и Л. А. Шапиро. Донецкий филиал ВНИИ по проектированию строительства АЭС. Устройство для стыкового соединения арматурных стержней периодического профиля.

№ 945324. Г. Я. Эстрин, Н. Н. Щербак и Н. А. Тимофеева. ЦНИИпромзданий. Устройство для крепления плит покрытия.

№ 945325. А. А. Просвирич, О. Л. Фиговский и В. Б. Ратинов. ЦНИИпромзданий. Способ устройства полов.

№ 945328. А. Н. Джавахидзе, В. И. Станишевский, А. Ш. Гобечия и Г. Г. Базилия. Тбилисский филиал Оргэнергостроя. Устройство для возведения оболочек.

№ 945332. И. Л. Ружанский, Д. П. Окулов, Л. В. Шофлер и др. ЦНИИпроектстальконструкция. Большепролетное производственное здание.

№ 945333. Ю. Ф. Учаев. Способ монтажа резервуаров.

№ 945334. И. С. Хороший. Хранилище для сыпучих материалов.

№ 945336. А. Т. Голов, В. М. Левиц, В. Г. Лебедев и Д. С. Беляев. Донецкий Промстройинипроект и ВНИПИ Теплопроект. Дымовая труба.

№ 28

№ 947315. В. А. Слесарев. Среднеазиатское отделение Теплоэлектропроекта. Каркас производственного здания, сооружения.

№ 947317. В. К. Потапов, В. П. Соболев, И. А. Трифонов и др. КТИ Минпромстроя СССР и МИСИ. Сборно-разборное здание.

№ 947321. А. Н. Семенец и Л. А. Терещенко. Донецкий Промстройинипроект. Стыковое соединение сборных железобетонных колонн.

№ 947323. М. А. Васильев. Стыковое соединение сборных железобетонных колонн.

№ 947324. В. К. Потапов, В. П. Соболев, И. А. Трифонов и Н. В. Потапова. КТИ Минпромстроя СССР и МИСИ. Стыковое соединение сборных железобетонных панелей стен между собой и с дном резервуара.

№ 947326. М. И. Герзон и М. И. Герзон. Днепропетровский з-д металлоконструкций и Днепрпроектстальконструкция. Узел соединения стойки фахверка торцовой стены здания со стропильной фермой покрытия.

№ 947340. Р. И. Хисамов и А. А. Абдулхаликова. Казанский инженерно-строительный ин-т. Покрытие здания.

№ 947342. Л. И. Ольков, Л. И. Антипина, М. Г. Морозов и др. Уральский политехнический ин-т и ВПО Союзстройконструкция. Пространственный блок покрытия.

№ 947343. Б. П. Серков, Ю. П. Александров, О. М. Мягков и Б. И. Косилкин. ЦНИИпромзданий. Многослойный светопропускающий элемент зенитного фонаря.

№ 947347. Л. А. Кулагин. Напряженная длиномерная строительная конструкция и способ ее выполнения.

№ 947349. Л. М. Ковальчук, Г. Р. Баранов, Ю. А. Варфоломеев и др. ЦНИИСК. Деревянная балка.

№ 947368. Г. В. Мальцев и В. А. Зенин. Казахское отделение ЦНИИпроектстальконструкция. Одноэтажный металлический каркас сейсмостойкого производственного здания.

№ 29

№ 949097. А. О. Пельтцер. ЦНИИпроектстальконструкция. Монтажный стык подстропильной фермы.

№ 949101. Б. Д. Бейзерман. Днепрпроектстальконструкция. Шарнирный узел крепления фермы покрытия к колонне.

№ 949105. Л. И. Спектор. Украинское отделение ВНИПИ Энергопром. Узел соединения элементов металлического каркаса.

№ 949106. В. К. Чернов. Соединение вентиляционных каналов-стояков.

№ 949107. С. В. Колпаков и В. П. Вычегжанин. Новосибирский инженерно-строительный ин-т. Стыковое соединение элементов деревянных конструкций.

№ 949108. М. И. Герзон, Е. П. Гребенюк и Г. Ф. Коваль. Днепрпроектстальконструкция. Узел соединения металлической фермы с колонной.

№ 949114. С. П. Голиков, Е. П. Гребенюк, И. Н. Заричкая и Е. А. Квитченко. Днепрпроектстальконструкция. Покрытие промышленного здания.

№ 949145. В. И. Евдокимов, Л. С. Война, Т. Н. Елизеева. Предварительно напряженный железобетонный резервуар высокого давления.

№ 949147. Г. В. Мальцев и В. А. Зенин. Казахское отделение ЦНИИпроектстальконструкция. Металлический каркас производственного одноэтажного здания.

№ 949148. А. И. Тимофеев. Казахское отделение ЦНИИпроектстальконструкция. Каркас сейсмостойкого многоэтажного здания.

№ 949149. А. Г. Соколов и Э. Э. Павовян. ЦНИИпроектстальконструкция. Башенное сооружение.

№ 30

№ 950866. М. А. Мальков, А. Н. Меркулов, А. И. Михальченко и др. ВНИИмонтажспецстрой. Рамный каркас.

№ 950867. В. А. Савельев, Г. С. Лазарева и Н. А. Усанов. ЦНИИпроектстальконструкция. Складная вантостержневая оболочка.

№ 950869. А. П. Резник, А. Б. Губенко, М. И. Кудрявцев и др. ПТО Мосспецпромпроект и ЦНИИпроектстальконструкция. Соединение трехслойных стеновых панелей.

№ 950877. Б. Ю. Уваров и П. Д. Окулов. МИСИ. Металлический каркас промышленного здания.

№ 950878. Л. Ю. Соколинский и В. П. Котов. Магнитогорский ин-т по проектированию металлургических заводов. Резервуар.

№ 950880. А. И. Артанов. Укрпроектстальконструкция. Каплевидный резервуар для хранения жидкостей.

№ 950882. Г. В. Мальцев и В. А. Зенин. Казахское отделение ЦНИИпроектстальконструкция. Металлический каркас сейсмостойкого многоэтажного здания.

№ 31

№ 953126. Ю. А. Смирнов. Челябинский Промстройинипроект. Стыковое соединение сборных железобетонных колонн.

№ 953129. В. В. Кузнецов, А. В. Рожков, М. Я. Туллер и А. М. Медведев. ЦНИИпроектстальконструкция. Пространственный блок покрытия.

№ 953132. В. А. Земцов, Н. Н. Киреев, М. И. Краснов и А. Н. Степанов. НИИстройфизики. Световая шахта производственных помещений.

№ 953136. Л. З. Аншин. МНИИТЭП. Ригель каркасного здания.

№ 953138. Б. Д. Бейзерман, Е. С. Долгинов и О. М. Фукс. Днепрпроектстальконструкция. Металлическая рама каркаса здания.

№ 953139. Л. Н. Левченко, Н. А. Гуров, Н. М. Мулин и др. Днепропетровский металлургический ин-т. Арматурный стержень периодического профиля.

№ 953141. А. Я. Эпп, Ю. Н. Карнет и Н. А. Котлова. Уральский Промстройинипроект. Арматурный каркас.

№ 953156. В. В. Караев и А. М. Пастухов. Способ монтажа изотермических резервуаров.

№ 953167. Г. Н. Беккер. ЦНИИпроектстальконструкция. Способ монтажа длиномерных секционных конструкций.

№ 953179. Л. Н. Лукин, Б. Ф. Верхогуров, Н. В. Хребтов и О. И. Лю. Красноярский Промстройинипроект. Породоразушающий инструмент.

* См. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1982.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОВОЙ СРЕДЫ

Современное производство находит все новые резервы повышения производительности труда и экономии энергии. Один из таких резервов — улучшение световой среды в помещениях промышленных зданий благодаря максимальному использованию природных световых ресурсов и одновременному ограничению теплопотерь и теплопоступлений через светопроемы.

Совершенствование технологии привело к тому, что зрительные работы повышенной точности и в светлое время дня выполняются при постоянно включенном искусственном освещении, из-за недостаточности естественного освещения на горизонтальных плоскостях рабочих мест. Для лучшей видимости объектов уровни освещенности на горизонтальных плоскостях повышают, но при этом условия видимости во многих случаях не улучшаются, так как высокие яркости часто отрицательно сказываются на состоянии органов зрения работающих. Кроме того, расход электроэнергии на освещение у предприятий с высокой точностью зрительных работ слишком велик и составляет около 160 кВт·ч/м²·год*. Отсюда видно, насколько важной является задача снижения расхода энергии на освещение. Достигается это взаимной увязкой наиболее полного учета природных световых ресурсов и их использования с улучшенными качественными характеристиками световой среды на рабочем месте и в помещении в целом.

В производственных помещениях, предназначенных для работы с объемными объектами различия (а такие объекты — на большинстве производств), на условия видимости влияет не столько абсолютный уровень горизонтальной освещенности, сколько распределение света и тени на объекте, которое, наряду с коэффициентами отражения, оказывает влияние на контрастность объекта и фона.

Тенеобразование оценивается средней сферической (или полусферической) для объектов на горизонтальной плоскости) освещенностью $E_{4\pi}$, модулем светового вектора $|\epsilon|$, его направлением в пространстве (угловая высота θ и азимут β), а также контрастностью освещения, определяемой отношением $m = |\epsilon|/E_{4\pi}$. Эта система характеристик, определяющая не только количествен-

ную, но также и качественную сторону освещения, разработана А. А. Гершуном и развита в работах [1—5]. Методы приложения этой системы для проектирования естественного освещения зданий разрабатываются в МИСИ им. В. В. Куйбышева.

Для применения системы пространственных характеристик световой среды при проектировании естественного и совмещенного освещения зданий необходимо определить оптимальные значения пространственных характеристик для конкретного вида зрительной работы, а также выбрать площадь светопроемов и расположить их по отношению к рабочим местам (или наоборот, рабочие места — по отношению к светопроемам) таким образом, чтобы обеспечить оптимальные значения этих характеристик.

В качестве примера решения первой задачи рассмотрим исследования, проводившиеся в производственных условиях на участке спирализации электродно-спирального цеха Майли-Сайского электролампового завода (Киргизская ССР). Объектом наблюдения являлась спираль электрической лампы накаливания, а объектом различения — шаг витка (минимальный размер 0,08 мм) темной спирали на светлом фоне (контраст $K=0,7$). Это соответствует разряду 1в по СНиП II-4-79, для которого нормируются уровни искусственной освещенности в 1750 лк при местном освещении, 750 лк — при общем, а для естественного освещения при системе верхнего или комбинированного освещения нормируемое значение КЕО равно 5,2%.

Методика эксперимента основана на психофизическом методе постоянных раздражителей [6]. Испытуемым в световой среде с заданными характеристиками предъявлялся тест-объект (в данном случае серия из 24 навитых в случайном порядке годных и бракованных спиралей) и определялась зависимость частоты правильных ответов от величины изменяемого параметра световой среды. В опытах участвовало 12 тренированных наблюдателей — мужчин (рабочих) в возрасте 25—37 лет с нормальным зрением, стаж их работы на данном участке три—пять лет. Методика психофизических исследований была согласована в институте психологии АН СССР.

Значения средней сферической освещенности, а также модуля светового вектора, его высотный и азимутальный углы измерялись с помощью приборов, изготовленных в МИСИ по аналогии с существующими [1, 7] и одобренных в Центральном институте метрологии (Ленинград). Отдельные значения этих па-

раметров устанавливали путем перемещения рабочего места с тест-объектами по отношению к светопроемам.

После обработки измерений известными методами математической статистики были определены оптимальные для данного вида зрительной работы параметры световой среды: азимут светового вектора от линии зрения по часовой стрелке вокруг объекта наблюдения $\beta = 228 \pm 6^\circ$; угловая высота светового вектора $\theta = 48 \pm 1^\circ$; оптимальный уровень средней сферической освещенности $E_{4\pi} = 365 \pm 30$ лк; значение контрастности освещения $m = 1,99 \pm 0,04$.

Полученные данные могут быть положены в основу решения второй задачи — выбору наиболее рациональной системы естественного освещения в помещениях, где выполняется подобная зрительная работа.

На рис. 1 приведено решение типового здания основных цехов электроламповых заводов по данным исследований ЦНИИпромзданий. Помещение электродно-спирального цеха с укрупненной сеткой колонн 6×24 м и высотой этажа до низа несущих конструкций $H = 7,2$ м расположено на верхнем этаже. Для такой объемно-планировочной схемы цеха было рассчитано несколько вариантов систем комбинированного естественного освещения по традиционной методике (СНиП II-4-79) с использованием пространственных характеристик.

Эти характеристики при боковом освещении рассчитывались по формулам, приведенным в [8]. При верхнем освещении для расчета $E_{4\pi}$, $|\epsilon|$, θ , β авторами были разработаны следующие формулы:

$$E_{4\pi} = 0,28 L_2 \tau_0 \times \times \sum_{i=1}^n \frac{abH^2 + 8,7 \cdot 10^{-3} \bar{\rho} l_i^4}{l_i^4} q_i; \quad (1)$$

$$|\epsilon| = 1,44 L_2 \tau_0 abH^2 \times \times \sqrt{\epsilon_x^2 + \epsilon_y^2 + \epsilon_z^2}, \quad (2)$$

$$\text{где } \epsilon_x = \sum_{i=1}^n \frac{q_i x_i}{l_i^3}; \quad \epsilon_y = \sum_{i=1}^n \frac{q_i y_i}{l_i^3};$$

$$\epsilon_z = \sum_{i=1}^n \frac{q_i H}{l_i^3}; \quad (3)$$

$$\theta_c = \arcsin \frac{\epsilon_z}{\sqrt{\epsilon_x^2 + \epsilon_y^2 + \epsilon_z^2}}; \quad (4)$$

$$\beta_c = \arctg \frac{\epsilon_x}{\epsilon_y}, \quad (5)$$

* Средняя установленная мощность осветительной установки — 5 Вт/м². При уровне освещенности 750 лк (разряд — 1в по СНиП II-4-79), 22 рабочих днях в мес и 16-часовой (двухсменной) работе $\frac{5 \cdot 750 \cdot 16 \cdot 22 \cdot 12}{100} = 160$ кВт·ч/м²·год.

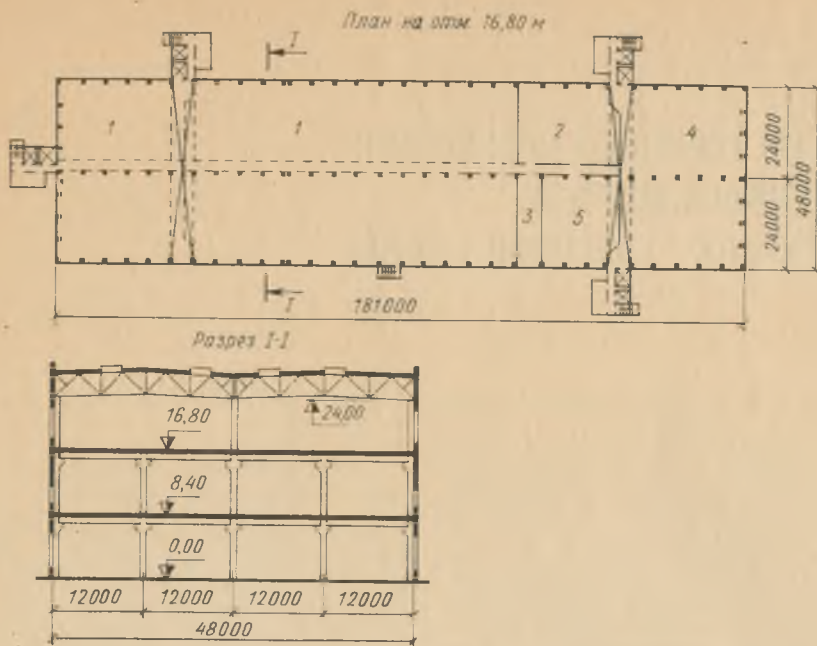


Рис. 1. Решение типового здания основного корпуса электроламповых заводов по данным исследований ЦНИИпромзданий
 1 — сборочный цех; 2 — испытательная станция; 3 — вакуум-насосная; 4 — электродно-спиральный цех; 5 — газоочистительная станция

В этих формулах приняты следующие обозначения:

- L_z — яркость неба в зените, кд/м²;
- τ_0 — общий коэффициент светопропускания фонаря;
- a, b — длина и ширина зенитного фонаря, м;
- H — высота расположения фонарей над расчетной точкой (до середины суммарной высоты стакана зенитного фонаря и плиты покрытия), м;
- $\bar{\rho}$ — средневзвешенный коэффициент отражения светового потока от внутренних поверхностей помещения;
- l_i — расстояние от расчетной точки до центра i -го фонаря, м;

$$l_i = \sqrt{H^2 + x_i^2 + y_i^2},$$

где x_i, y_i — проекции расстояния от расчетной точки до продольной и поперечной оси i -го фонаря (определяется по плану покрытия со своим знаком, если поместить начало координат в расчетную точку), м;

q_i — коэффициент, учитывающий неравномерную яркость неба;

i — порядковый номер фонаря;

n — количество фонарей.

Формулы (1—5) — эмпирические, полученные в результате экспериментального исследования распределения значений пространственных характеристик по объему помещения с зенитными фонарями на модели. Эти формулы справедливы для фонарей с соотношением

сторон от 1:1 до 1:4 при отношении площади светопроема к квадрату высоты его над уровнем нахождения объекта различия:

$$0 < \frac{S}{H^2} \leq 1.$$

Поиск решения комбинированной системы естественного освещения, создающей на рабочих местах условия видимости, при которых соответствующие пространственные характеристики световой среды приближались бы к оптимальным, велся в две стадии. Определяли площадь светопроемов, необходимую для достижения требуемого уровня средней сферической освещенности, и затем изменением схемы расположения зенитных фонарей в покрытии получали наибольшие приближения угловой высоты светового вектора и контрастности освещения к требуемым значениям. Таким образом, достигалось как бы обеспечение необходимого количества и качества освещения.

В качестве примера проектирования комбинированной системы естественного освещения использован проект здания, предназначенный для строительства в Средней Азии (Ташкент). На рис. 2 и 3 показаны схемы размещения светопроемов и зенитных фонарей по вариантам.

По характеру зрительной работы помещения относятся к разряду 1в, для которого нормированное значение КЕО с учетом района строительства составляет $e_n = 5,2\%$.

Как видно из рис. 2, расчетное значение среднего КЕО примерно соответствует нормированному:

$$e_{cp} = 5\% \approx e_n = 5,2\% \text{ и } e_{cp}/e_{min} = 5,0/2,89 = 1,8 < 3.$$

Следовательно, принятые размеры светопроемов удовлетворяют требованиям, предъявляемым существующей методикой проектирования систем естественного освещения.

Этот вариант был принят базовым, с которым сравнивались в дальнейшем другие варианты, рассчитанные по пространственным характеристикам светового поля.

Расчет пространственных характеристик светового поля для базового варианта (рис. 4) показал, что средняя сферическая освещенность при высоте солнца $h_{\odot} = 20^\circ$ и прозрачности атмосферы $P = 0,6$ значительно превышает требуемые значения (рис. 4,б), значит и площади остекления значительно превышены. Анализ доли участия боковых и верхних светопроемов в создании этой освещенности показал, что особенно велика площадь боковых светопроемов. Поэтому во всех остальных вариантах высота боковых светопроемов была уменьшена до $h_0 = 1,2$ м.

Результаты расчета E_{4z} , m и θ для всех вариантов представлены на рис. 4, из которого видно, что вариант 1 по всем указанным параметрам значительно отклоняется от их требуемых значений по отношению к другим вариантам. Остальные варианты трудно оценить визуально, так как один вариант может ближе подходить к требуемым значениям по E_{4z} , но зато сильно отличаться от требуемых значений по контрастности освещения m или по угловой

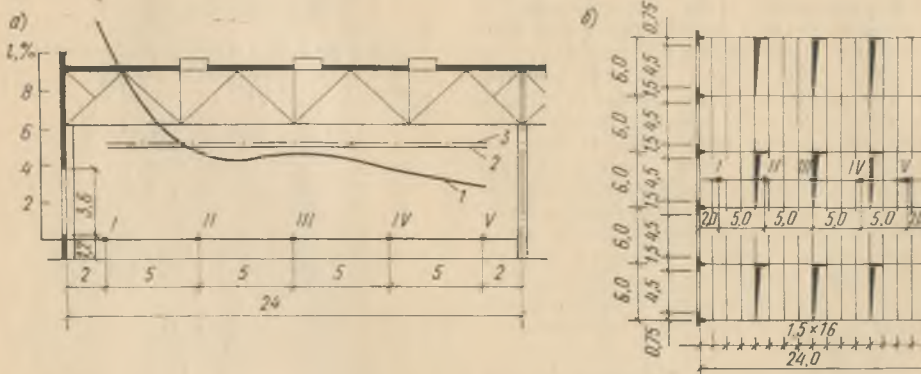


Рис. 2. Схемы размещения светопроемов по I (базовому) и II вариантам (вариант II отличается от варианта I только высотой боковых светопроемов при одинаковых отметках подоконника)
 а — разрез помещения; 1 — распределение расчетных значений КЕО по глубине помещения; 2 — среднее значение расчетного КЕО; 3 — нормированное значение КЕО; б — размещение светопроемов на совмещенном плане помещения

высоте светового вектора θ , а другие варианты — наоборот.

Для точной оценки вариантов предлагается следующий критерий:

$$C_0 = \frac{k_e C_e + k_m C_m + k_\theta C_\theta}{k_e + k_m + k_\theta}, \quad (6)$$

здесь C_0 — средневзвешенный критерий взятых в расчет параметров световой среды;

C_e, C_m, C_θ — критерии оценки по соответствующему параметру;

k_e, k_m, k_θ — коэффициенты долевого участия оцениваемых параметров, определяются по степени влияния оцениваемого параметра на производительность труда (в данном случае — на зрительную работоспособность).

Критерии оценки системы по каждому варианту при имеющемся требуемом его значении определяются следующим образом:

$$C = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^N (D_j - D_{тр})^2}}{D_{тр} \sqrt{N}}, \quad (7)$$

где D_j и $D_{тр}$ — соответственно значение оцениваемой величины в каждой точке помещения и ее требуемое значение; N — количество выбранных точек в помещении, по которым производится оценка.

Для данной конкретной зрительной работы была установлена психофизическими исследованиями примерная равнозначность влияния на зрительную работоспособность $E_{св}, t$ и θ , т. е. $k_e \cong k_m \cong k_\theta = 1$. Степень влияния азимута светового вектора $k_\theta = 0,5$. При оценке вариантов этот фактор не учитывался. Вообще, значения азимута светового вектора больше необходимы технологам для правильной расстановки рабочих мест.

Предпочтение отдается тому варианту, где C_0 является минимальным. Расчетные значения критериев оценки по всем вариантам приведены в таблице.

Результаты расчета показали, что ни боковое освещение (вариант 16), ни верхнее (вариант 1в) в отдельности не могут создать такую оптимальную комбинацию параметров светового поля на рабочем месте, как комбинированное. Увеличение площади остекления (вариант 5) лишь ухудшило показатели оценки.

Анализ результатов работы позволяет сделать следующие выводы.

Наилучшим вариантом системы комбинированного освещения при высотах солнца, больших 20° , создается благоприятная естественная световая среда на рабочих

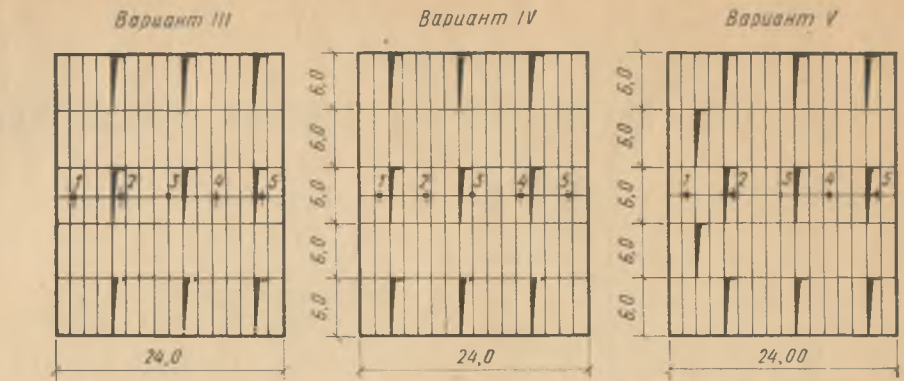


Рис. 3. Схемы размещения зенитных фонарей по вариантам

Критерии	Варианты						
	1	16	1в	2	3	4	5
C_e	0,61	0,27	0,49	0,22	0,22	0,24	0,24
C_θ	0,19	0,81	0,34	0,31	0,36	0,27	0,33
C_m	0,32	0,67	0,61	0,1	0,11	0,07	0,025
C_0	0,37	0,58	0,48	0,21	0,23	0,19	0,2

местах. Искусственное освещение должно быть отключено, что будет способствовать значительной экономии энергии.

Полученное по варианту 4 сокращение площади остекления на 33,3% и возможность работы в дневное время без искусственного света обеспечивают снижение приведенных затрат на 0,49 руб/м² площади остекления в год по сравнению

с вариантом 1, рассчитанным традиционным способом.

Применение пространственных характеристик светового поля позволит выявить доленое участие боковых и верхних светопроемов в создании требуемой световой среды на рабочем месте и устранить двойственность нормирования освещения от боковых и верхних светопроемов.

Настоящая работа — первый шаг в направлении использования теории светового поля для проектирования систем естественного освещения. Совершенствование метода, его упрощение позволят в дальнейшем более широко применять его в практике проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершун А. А. Световое поле. — Избранные труды по фотометрии и светотехнике. М.: Физматгиз, 1958.
2. Мешков В. В. Основы светотехники. М.: Энергия, 1979.
3. Мешков В. В., Епанешников М. М. Осветительные установки. М.: Энергия, 1972.
4. Гуторов М. М. Основы светотехники и источники света. М.: Энергия, 1968.
5. Нуретдинов Х. Н. Пространственные критерии оценки естественного освещения при проектировании зданий. — Гелиотехника, Ташкент, 1977, № 6.
6. Бардин К. В. Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. М.: Наука, 1976.
7. Иванова Н. С., Фольб Р. Л., Фомина А. М. Фотометр для измерения объемной освещенности. — Светотехника, 1972, № 11.
8. Иванченко В. Т. Определение оптимальной световой обстановки в цехах приборостроительных заводов. — В кн.: Функциональные и технические проблемы архитектуры. — Сб. трудов МИСИ им. В. В. Куйбышева, 1977, № 168.

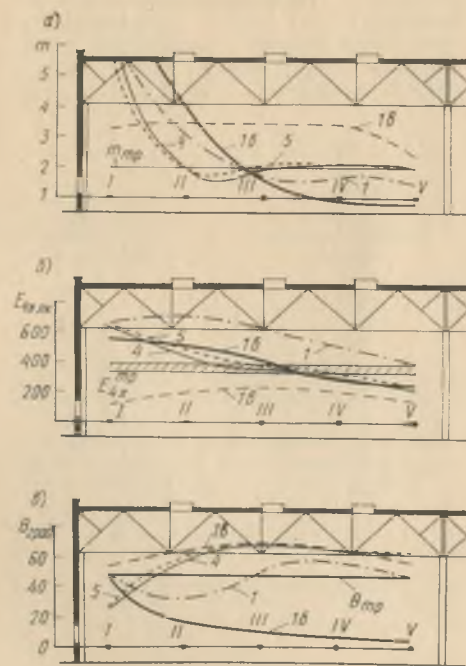


Рис. 4. Распределение пространственных характеристик по глубине помещения a — контрастность освещения; $б$ — средняя сферическая освещенность; $в$ — угловая высота светового вектора (номер кривой соответствует номеру варианта)