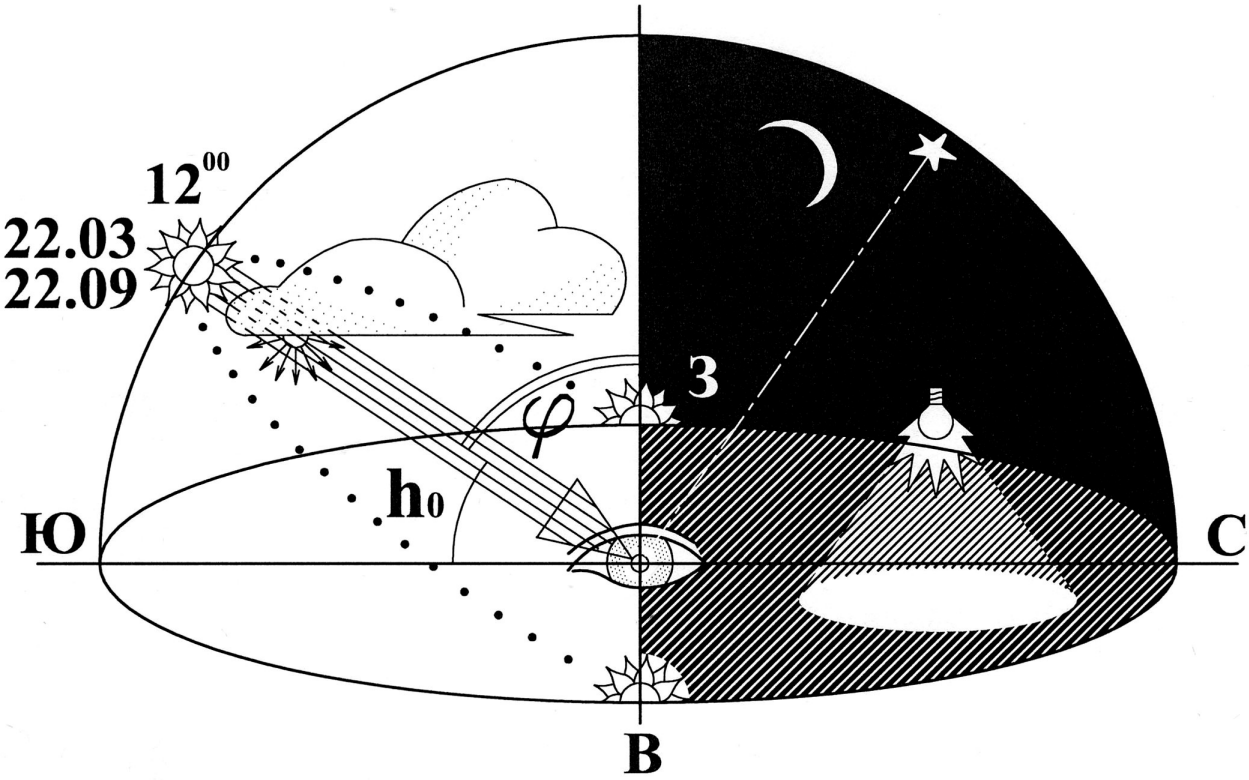
Н. И. ЩЕПЕТКОВ

СБОРНИК ЗАДАЧ
по
АРХИТЕКТУРНОЙ СВЕТОЛОГИИ



ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ:

ОСВЕЩЕНИЕ
и
ЗРИТЕЛЬНЫЙ КОМФОРТ В АРХИТЕКТУРЕ

МОСКВА • МАРХИ • 2011

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт
(государственная академия)»

Н.И. Щепетков

Сборник задач по архитектурной светологии
Часть третья: Освещение и зрительный комфорт в архитектуре

Москва
МАРХИ
2011

УДК 535-3
ББК 31.294
Щ 56

Щепетков Н.И.
Сборник задач по архитектурной светологии. Часть третья: Освещение и зрительный комфорт в архитектуре / Н.И.Щепетков. — М.: МАРХИ, 2011. — 40 с.

Сборник представляет собой новый тип учебно-методического пособия по разделу «Архитектурная светология» дисциплины «Архитектурная физика». В нем в виде серии задач, решаемых простыми способами графических построений, прорабатываются вопросы проектирования благоприятной световой среды в интерьере и экстерьере по подразделам «Свет неба в архитектуре», «Свет Солнца в архитектуре», «Искусственный свет в архитектуре». Задачник служит целям развития у студентов пространственно-образных представлений об архитектурной среде в дневное и вечернее время, при естественном и искусственном освещении и практических навыков курсового и дипломного архитектурного и дизайнерского проектирования, профессионально грамотного с точки зрения учёта и эффективного использования дневного и искусственного света в зодчестве и дизайне и более глубокого изучения теоретического курса. Он предназначен также для тренинга и проведения текущего контроля знаний студентов, зачётов и экзаменов.

Данный задачник является частью третьей общего сборника.

© МАРХИ, 2011

© Щепетков Н.И., 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ……..……...…….4

III. ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ: **ОСВЕЩЕНИЕ И ЗРИТЕЛЬНЫЙ КОМФОРТ В АРХИТЕКТУРЕ**……...5

Раздел I. Устранение зрительного дискомфорта от ярких источников света в интерьере……..……..…5

Раздел II. Источники зрительного дискомфорта в городской среде и способы их определения……..……21

Тема II.1. Зрительный дискомфорт в ночном городе……..……21

Тема II.2. Зрительный дискомфорт от солнечных бликов……..……29

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник – оригинальное пособие по архитектурной светологии в виде задачника, предназначенное для развития у студентов необходимых практических навыков архитектурного проектирования естественной световой среды в процессе разработки курсовых и дипломных проектов. Первый подобный авторский сборник "Сто задач по архитектурной светологии" вышел в 1994 г. Совершенствование обучения основам профессионального и творческого подхода к проблемам этой среды приобретает все более важное значение в связи с тем, что:

- общество предъявляет все более высокие требования к энергосбережению, экологическим и эстетическим параметрам архитектурно-дизайнерской среды, в том числе, к ее световой составляющей, по которой судят о зрительном комфорте и образно-художественных достоинствах создаваемой среды в целом;

- основные параметры светоцветовой среды, обеспечивающие определенный зрительный комфорт, регламентируются нормами,* и все расчеты и обоснования каждого проекта по разделам естественного освещения и инсоляции, обусловленные объемно-планировочными решениями, выполняются (или должны выполняться) в проектных мастерских, как правило, архитекторами. При несовпадении проектно-расчетных данных с нормативными требованиями по освещению и инсоляции на начальных этапах проектирования авторы вынуждены вносить изменения в архитектурные решения;

- мероприятия по обеспечению требуемых зрительных условий и визуальной выразительности архитектурных решений относятся к формообразующим действиям, т.к. непосредственно связаны с выбором параметров градостроительной структуры, объемно-пространственной и пластической композиции зданий и сооружений, строительных, отделочных и светотехнических материалов. Иными словами, проектирование световой среды – это неотъемлемая часть творческого процесса архитектурно-дизайнерского проектирования.

Сборник задач является существенным дополнением к теоретическому и расчетно-практическому курсу архитектурной светологии и может использоваться для проведения практических и контрольных занятий, для домашних заданий и самостоятельной работы студентов, для проведения зачетов и экзаменов.

Способы решения прикладных задач архитектурной светологии – различные графические построения – максимально адаптированы к методам архитектурного проектирования.

Сборник отражает эволюцию и многолетний опыт преподавания раздела "Архитектурная светология" (ранее – "Строительная", затем "Архитектурная светотехника") на кафедре "Архитектурня физика" МАрхИ.

Сборник состоит из трех частей. Первая посвящена проблемам естественного освещения ("Свет неба в архитектуре"), во второй представлены задачи раздела "Инсоляция и солнцезащита" ("Свет солнца в архитектуре"), в третьей – проблемы зрительного комфорта в интерьере и экстерьере при свете солнца, неба и источников искусственного света. При составлении задачника использованы работы Н.М.Гусева, В.Г.Макаревича, Н.В.Оболенского, М.Тваровского, Б.А. Дунаева, В.В.Воронова.

---

* 1. Строительные нормы и правила РФ. "Естественное и искусственное освещение". СНиП 23-05-95*. М. 1999

2. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий". М. 2003.

3. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. "Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий". М. 2002.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ: **ОСВЕЩЕНИЕ И ЗРИТЕЛЬНЫЙ КОМФОРТ**

РАЗДЕЛ I. УСТРАНЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ДИСКОМФОРТА ОТ ЯРКИХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В ИНТЕРЬЕРЕ.

Зрительный дискомфорт создается как недостатком, так и избытком света, в частности, света чрезмерно яркого, попадающего в центральное поле зрения человека. Такой свет излучают естественные (Солнце и небо в природе, окна и фонари в интерьере) и искусственные (лампы, светильники, светящие панели в интерьере, прожекторы, уличные фонари, светорекламные установки в городской среде и т.п.) источники (**первичные излучатели**), обладающие высокой яркостью и вызывающие ослепление глаза или неприятные зрительные ощущения. На производстве они нередко являются причиной общего утомления, депрессий и повышения травматизма работающих.

Зрительный дискомфорт могут вызывать также блики и разного рода отблески, возникающие от ярких источников света на зеркально отражающих и глянцевых поверхностях при определенных условиях наблюдения. Они являются **вторичными излучателями**, как и все поверхности, в той или иной мере отражающие свет первичных источников.

Дискомфорт усиливается при низких уровнях средней яркости окружения вследствие возникновения резких контрастов между источником света или светящим элементом и темным фоном. Поэтому в нормах естественного и искусственного освещения помещений и городских пространств (СНиП, СанПиН) регламентируются такие показатели как ослепленность и зрительный дискомфорт от источников света и предусматриваются:

- минимально допустимая высота установки слепящих светильников искусственного света;
- ограничение их мощности в зависимости от типа источника и конструкции осветительного прибора;
- устранение слепимости за счет применения рассеивателей или устройства расчетного защитного угла в светильниках (абажуры, решетки, шторки и др.);
- применение светлой отделки в помещениях и в зоне светильников;
- применение специальных конструктивно-пластических приемов, обеспечивающих снижение контраста между светящим элементом и его непосредственным окружением при создании осветительных устройств, а также при проектировании окон и фонарей естественного света;
- использование светозащитных (темных) стекол в окнах и т.п.

Гораздо меньше внимания уделяется устранению второй причины зрительного дискомфорта – бликов и отблесков от слепящих источников на зеркально отражающих и глянцевых поверхностях в интерьерах и в городской среде.

Существуют простые графические способы обнаружения этих бликов и отблесков уже на стадии эскизного проектирования. Они основаны на использовании известного в оптике и акустике закона зеркального отражения:

угол падения луча на поверхность равен углу его отражения. Графическая интерпретация этого закона сводится к более удобному для практики построению **мнимых изображений источников света (или звука в акустике)** и дальнейшим операциям с ними по определению бликов.

Однако, нельзя однозначно сказать, что блики всегда являются дискомфортным явлением (любая медаль имеет две стороны, как и “палка о двух концах”). Нередко блики оживляют монотонность зрительного кадра или обыденность наблюдаемого объекта, что случается спонтанно или является осознанным светодизайнерским решением. Хорошо известно, что ювелирные изделия в витринах магазинов и экспозиций не стоит освещать люминесцентными лампами, как и заменять лампы накаливания в хрустальных люстрах энергосберегающими компактными люминесцентными лампами: в свете этих ламп бриллианты и драгоценные камни, позолота и хрусталь перестают неподражаемо искриться и сверкать, теряют свой “шарм”, художественную и коммерческую привлекательность и становятся инертно-мертвыми телами, невыразительными артефактами.

Это примечание не снимает необходимости проведения соответствующего анализа по образованию бликов в каждой конкретной ситуации, где нижеизложенный метод может быть весьма полезен. Он особо актуален в дизайне различных экспозиций, где используются стекла, пленки, полированные, глянцевые, глазурованные облицовки, лакированные, эмалевые и т.п. зеркалирующие материалы, фактуры и покрытия. Во многих музеях и картинных галереях экспонаты трудно разглядеть, а также сфотографировать во всей их красе и целостности. Витринные стекла или стекла, защищающие картины, и даже лак на картинах, а также современная полиграфия на глянцевых панно, более или менее четко зеркалируя источники естественного (окна, фонари верхнего света) и искусственного (светильники, прожекторы, светящие потолки и т.п.) света, ухудшают условия видения скрытых за ними экспонатов. Зная метод борьбы с этим нежелательным явлением, нетрудно еще в проекте избежать неприятных последствий неграмотного решения.

P.S. Многолетний преподавательский опыт свидетельствует, что студенты, формально воспроизводя (более или менее успешно) на основе нижеследующих примеров элементарные построения по определению местоположения мнимых источников света и бликов от них на зеркалирующих поверхностях, все же не понимают достаточно простой сущности реальной ситуации, с которой каждый человек сталкивается ежедневно не один раз, подходя к зеркалу. Он видит (или не видит) свое отражение в нем в зависимости от размеров зеркала, от расстояния до него и от углового расположения по отношению к нему. Удаляясь или приближаясь к зеркалу, делая шаг вправо или влево, приседая или выпрямляясь, имярек может видеть, как изменяются ракурсы и габариты его отображения по отношению к общей площади зеркала и как перемещаются эти отображения в раме зеркала. Стоит представить себе, что лицо человека – это источник света F, и вся геометрия построений становится чувственно (зрительно) буквальной. В особенности, если за спиной человека – черный фон, эта схема – совсем не метафора. Но обычно в

зеркале имярек видит, кроме своего лица, фоновые элементы, которые также являются источниками света - вторичными или (и) первичными (см. выше).

Без эмпирического использования этого эффекта зеркал невозможно обойтись современному водителю. При овладении геометрией зеркальных построений дизайнер может создавать (и создавал) оригинальные и выразительные иллюзорно-оптические эффекты в интерьерах, о чем убедительно свидетельствует история архитектуры.

ЗАДАЧА №1. Определить допустимую высоту полированной панели, обеспечивающую отсутствие на ней бликов от светильников F_1—F_n для сидящих в зале читателей Д, Е (рис. 1).

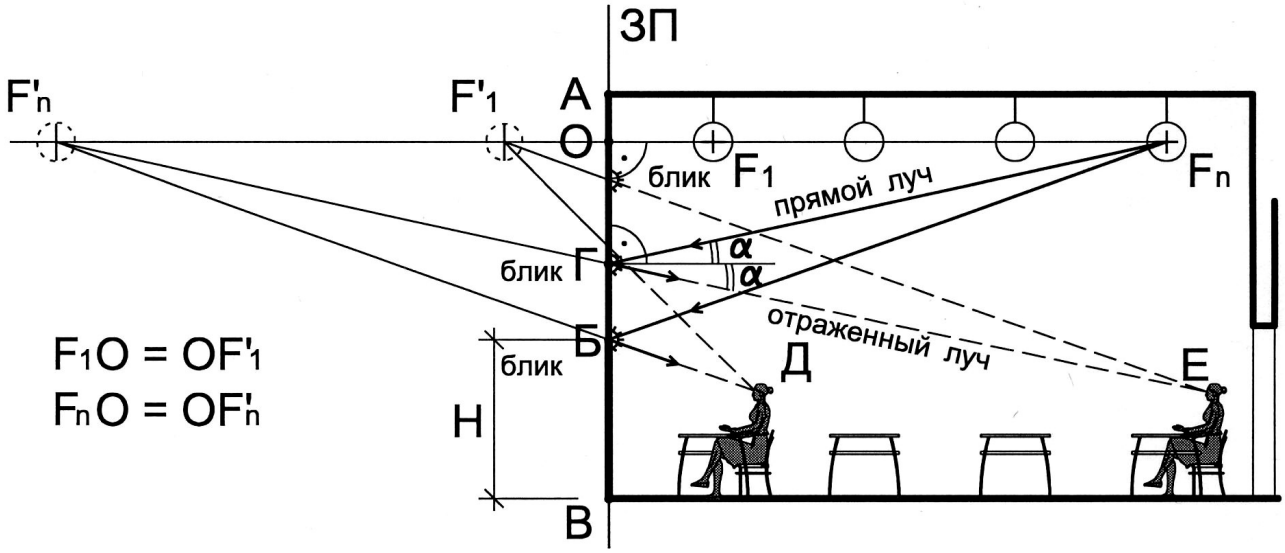


Рис. 1. Графическое определение местоположения возможных бликов от светильников на стенах помещения.

РЕШЕНИЕ. Считаем стену АВ зеркальной плоскостью (ЗП). Мнимое изображение $F_1^{/}$ светильника F_1 находится на продолжении перпендикуляра, опущенного на зеркальную плоскость из точки F_1, на том же расстоянии от зеркала, что и светильник: $F_1O = OF_1^{/}$. Соответственно, точка $F_n^{/}$ есть мнимое изображение последнего в этом ряду светильника F_n. Все промежуточные изображения определяются аналогично.

Точка пересечения стены АВ (или ее следа, мнимого продолжения) и луча, проведенного из мнимого источника $F_n^{/}$ в направлении сидящего в первом ряду читателя Д, показывает допустимую высоту Н панели, лишенной бликов. Для читателя Е эта панель может быть выше (блик в точке Г).

Реальный путь светового луча: луч света от источника F_n отразится от стены в точке Б (прямой луч F_n – Б) и попадет в глаз читателя (отраженный луч Б – Д), если панель будет выше Н и если на пути прямого луча нет препятствий (рис. 1).

ЗАДАЧИ №№ 2 – 21 ПО РАЗДЕЛУ I.

Рис. 2 – 6. Определить допустимую высоту полированной облицовки стен, исключающую появление бликов на них от светильников и светящих потолков, полос, панелей или световых карнизов в интерьере. Проверить также вероятность появления бликов на потолке, облицованном (окрашенном) бликующими материалами (вариант А или Б).

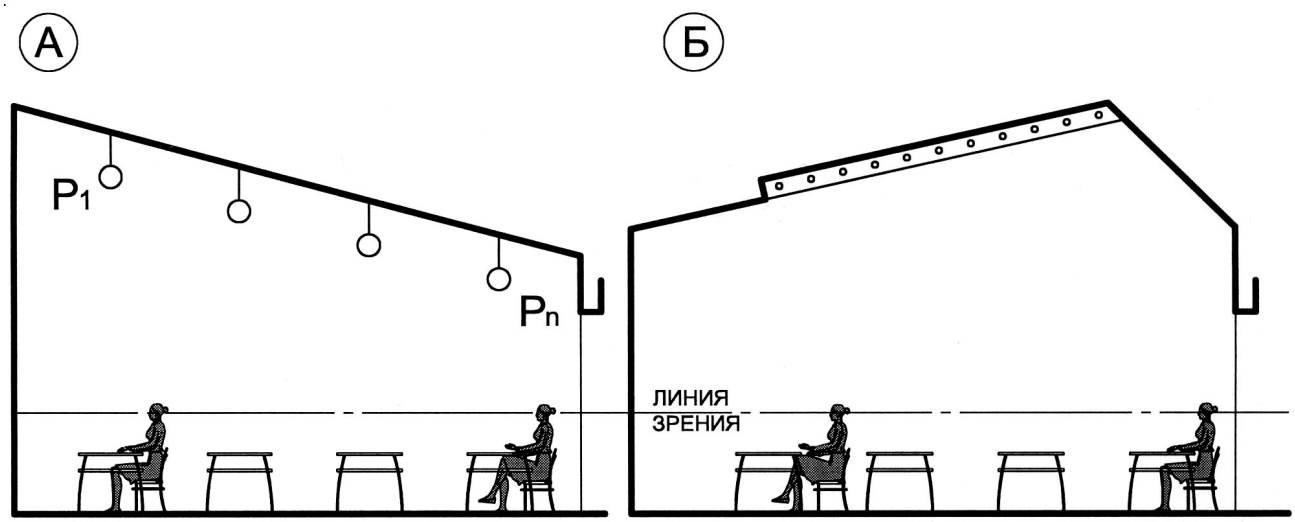


Рис. 2 А, Б. ЗАДАЧА № 2.

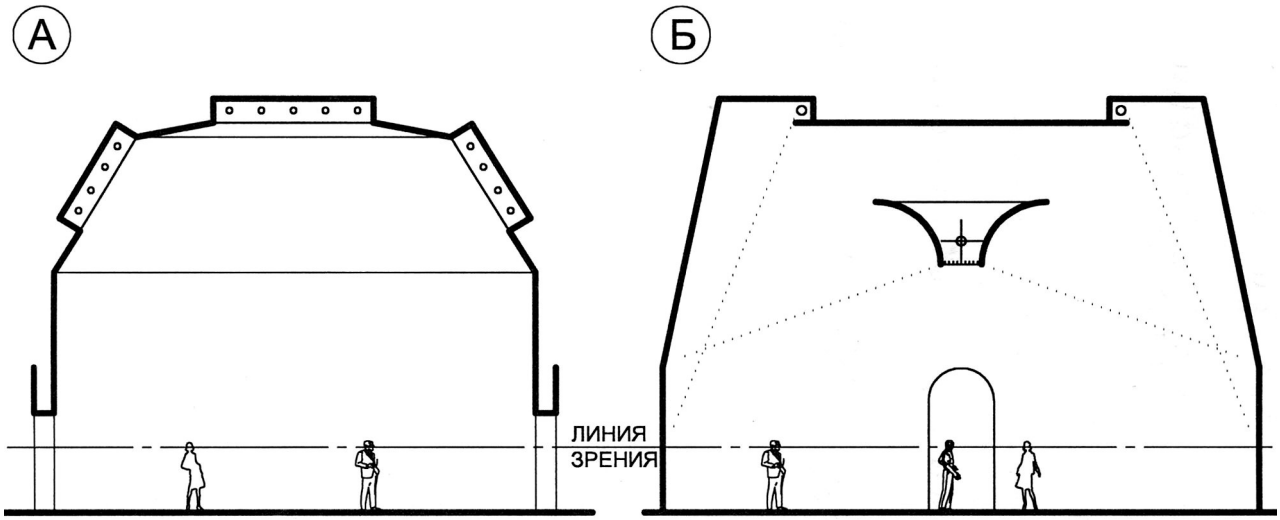


Рис. 3 А, Б. ЗАДАЧА № 3.

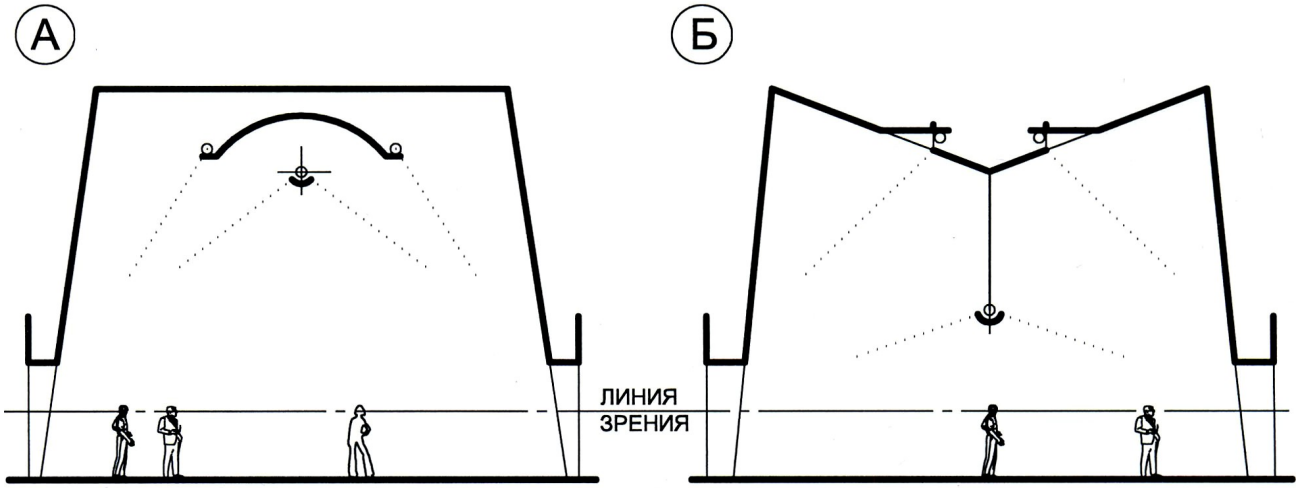


Рис. 4 А, Б. ЗАДАЧА № 4. Задание см. рис. 2.

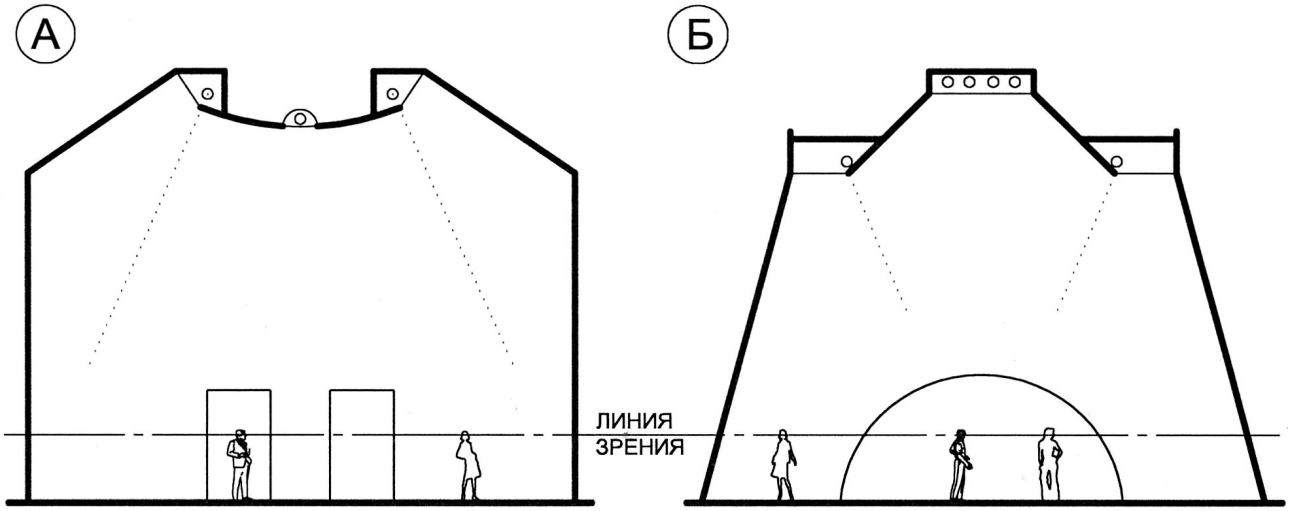


Рис. 5 А, Б. ЗАДАЧА № 5. Задание см. рис. 2.

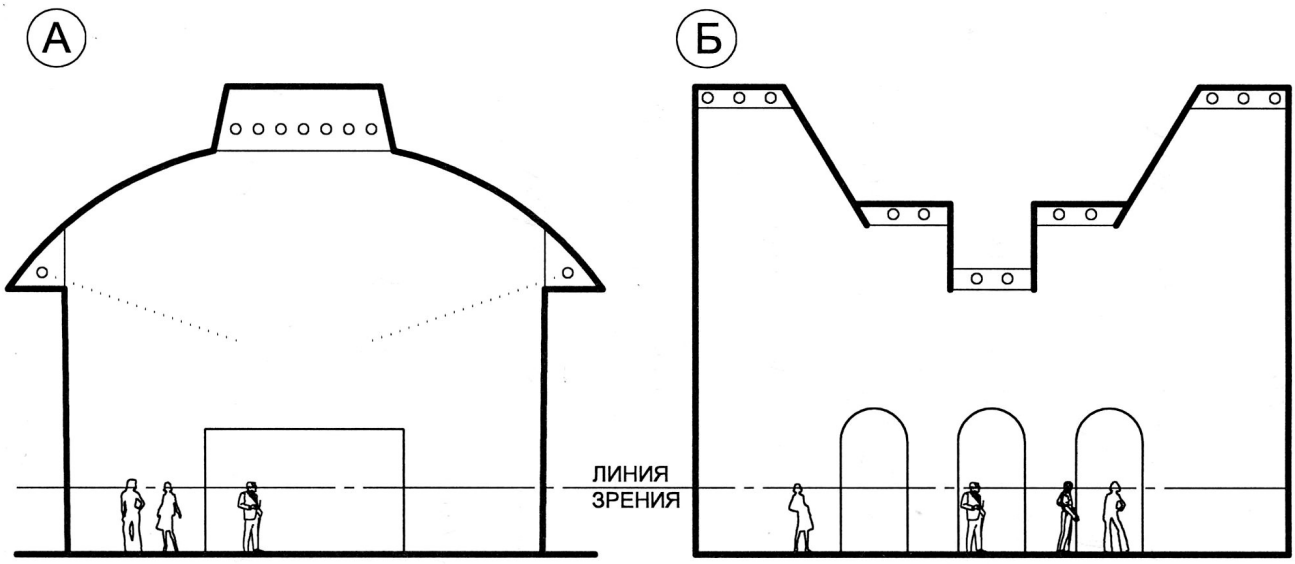


Рис. 6 А, Б. ЗАДАЧА № 6. Задание см. рис. 2.

Рис. 7 – 10. Определить возможную высоту полированной облицовки на ярусных стенах и потолке, исключающую появление на них бликов от светильников и фонарей верхнего естественного света (вариант А или Б).

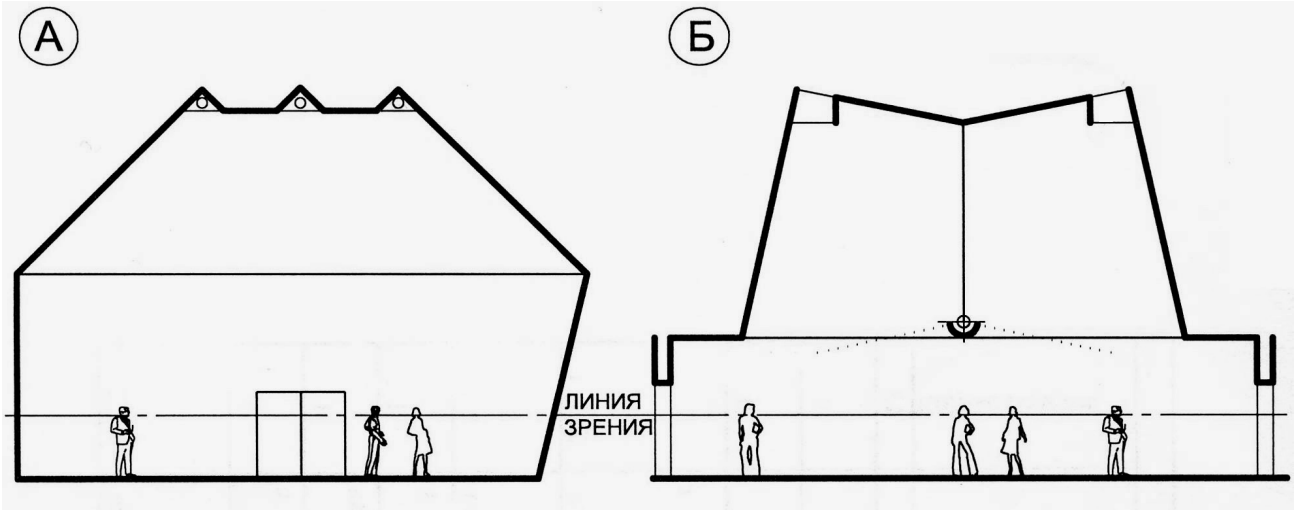


Рис. 7 А, Б. ЗАДАЧА № 7.

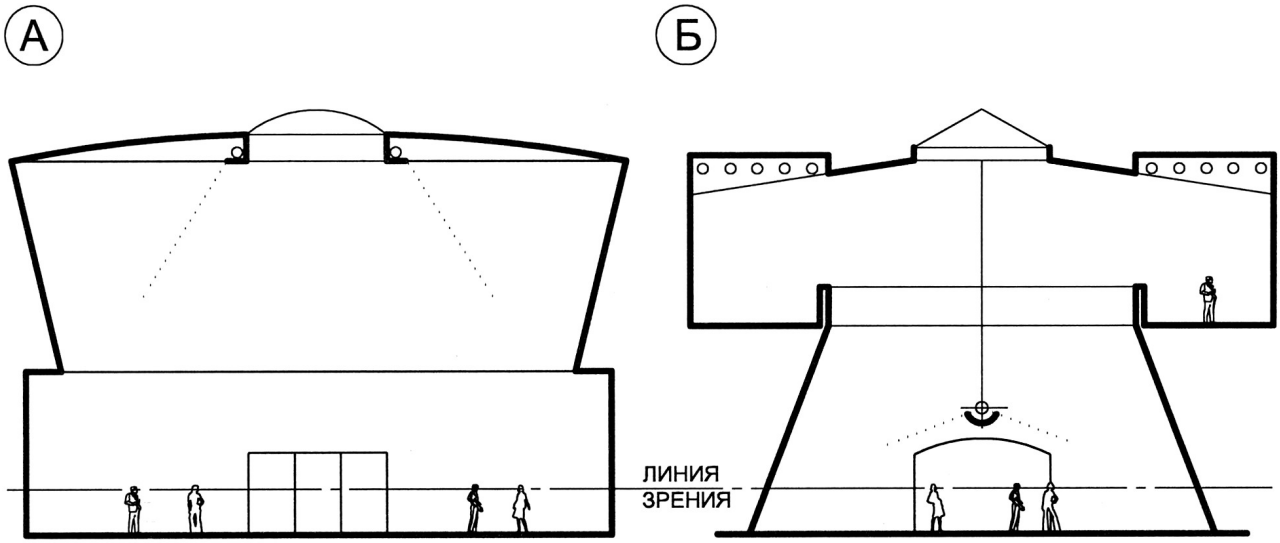


Рис. 8 А, Б. ЗАДАЧА № 8.

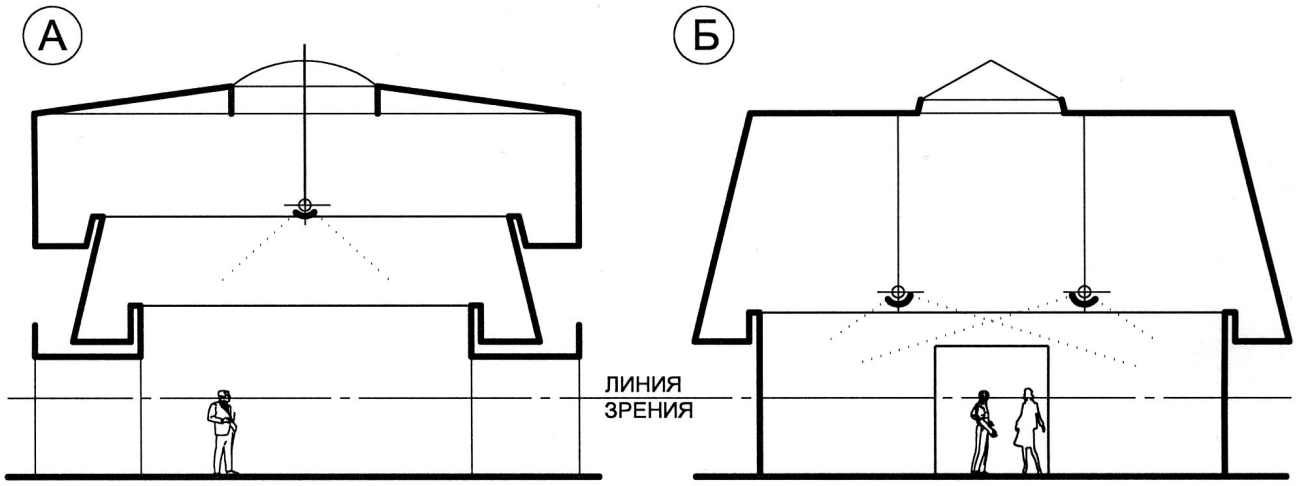


Рис. 9 А, Б. ЗАДАЧА № 9. Задание см. рис. 7.

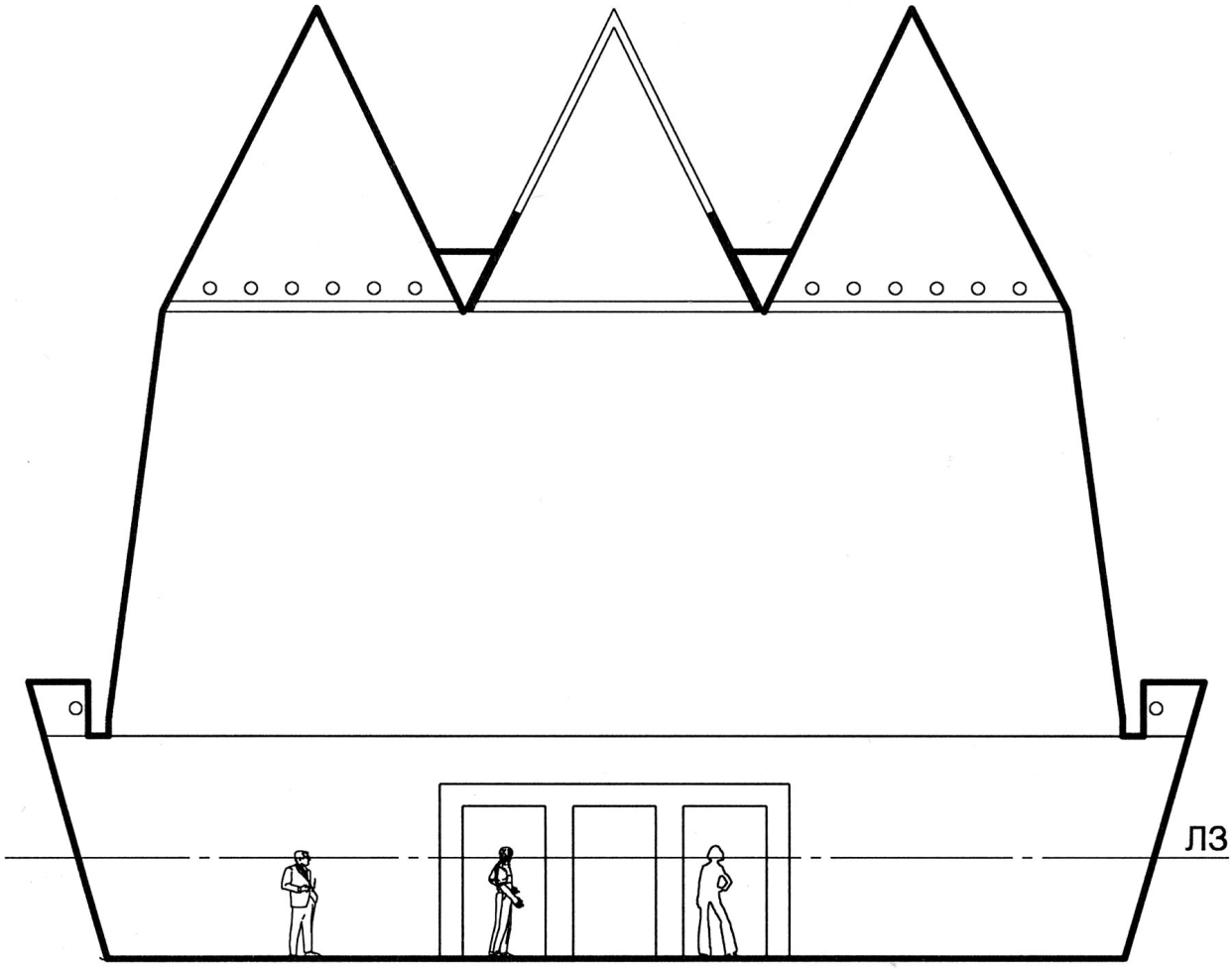
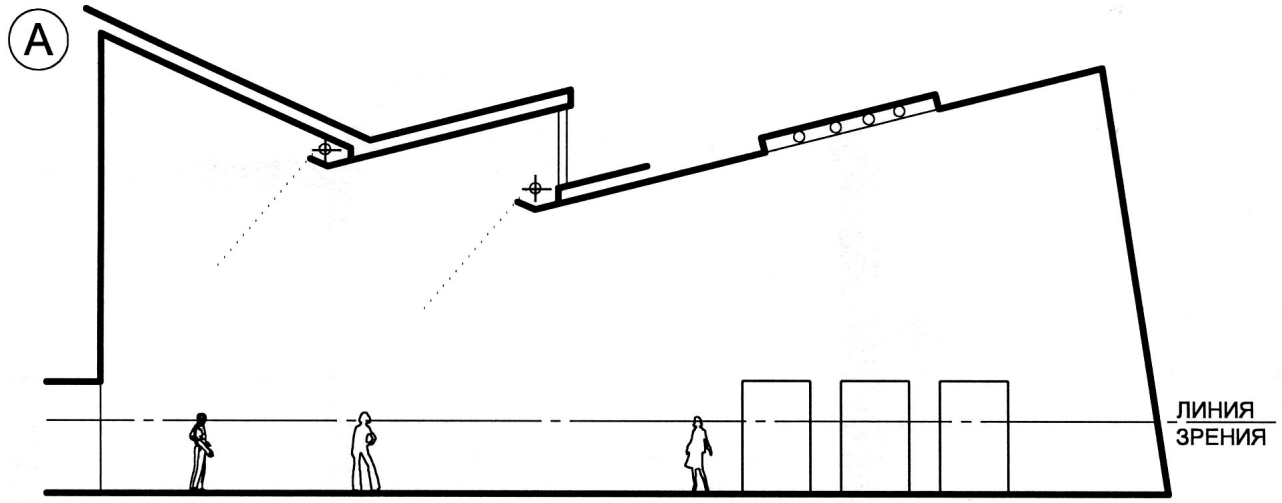
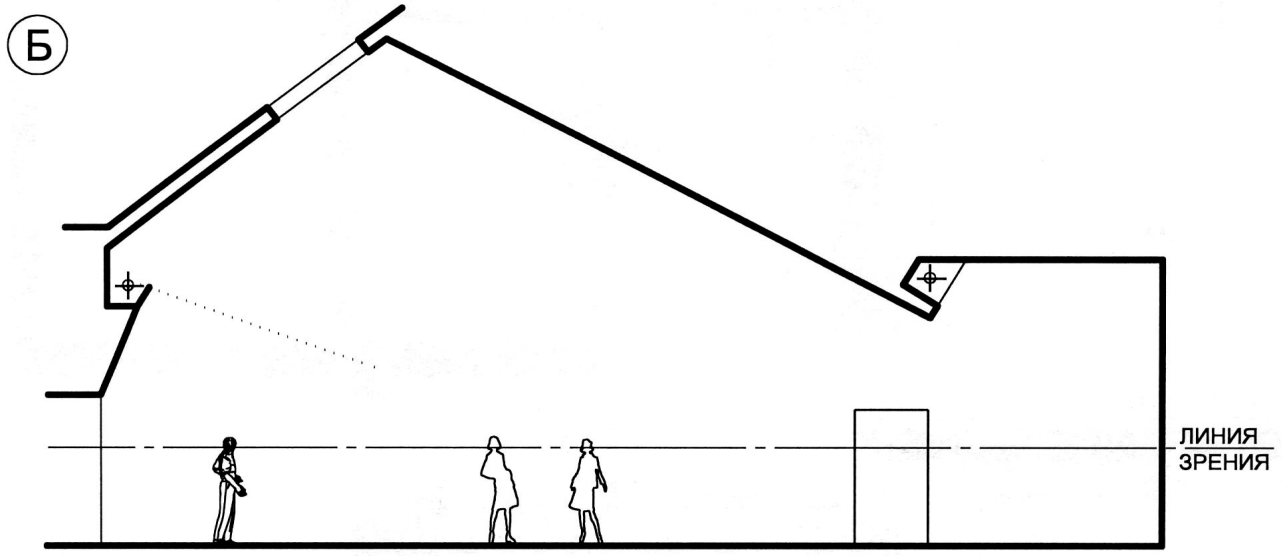


Рис. 10. ЗАДАЧА №10. Задание см. рис. 7.

ЗАДАЧА №11. Определить, бликуют ли стены, потолок и пол, если они облицованы (окрашены) зеркально отражающими или глянцевыми материалами (красками).





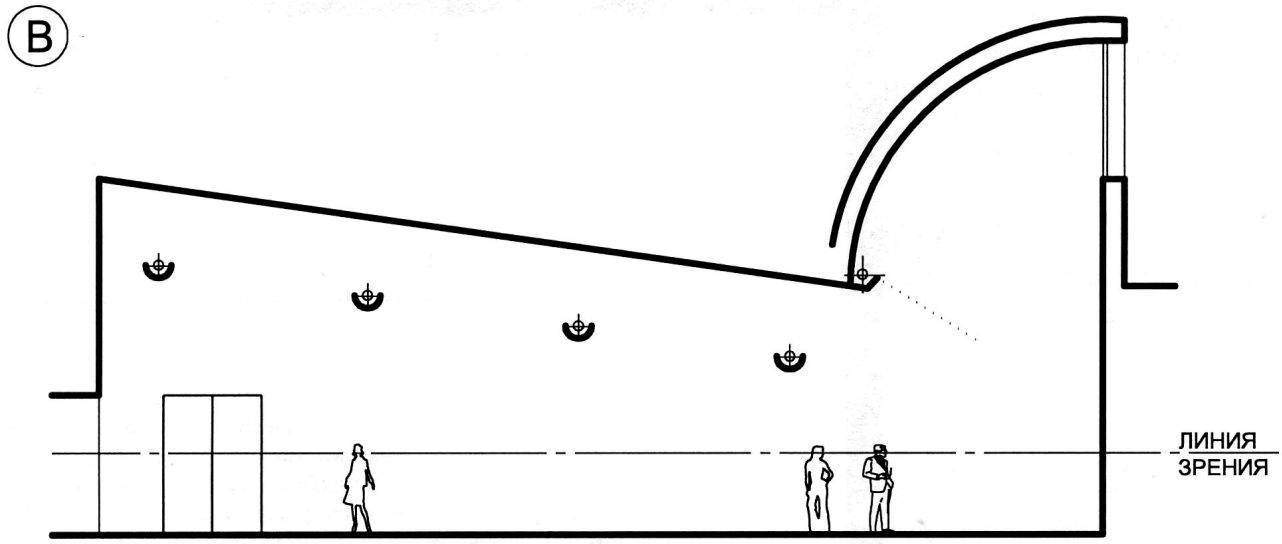


Рис. 11. А, Б, В.

ЗАДАЧА №12. Определить пределы комфортной зоны наблюдения (зона без бликов на картинах) в зале картинной галереи (рис. 12). Предложить способы сокращения размеров дискомфортной зоны.

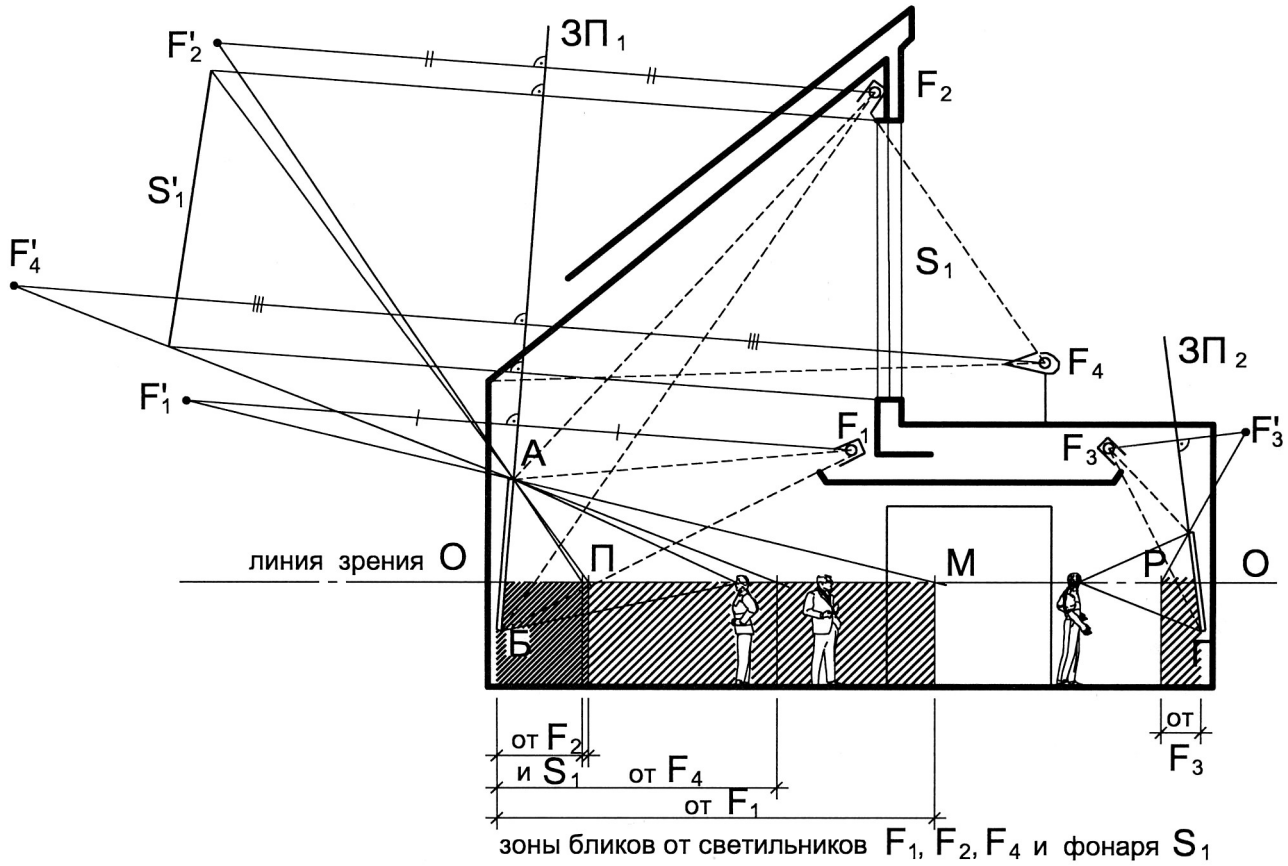


Рис. 12. Графическое определение зон комфортного видения в зале картинной галереи.

РЕШЕНИЕ. Принимаем плоскость картины АБ за зеркальную (ЗП) (картина под стеклом) и проекционно определяем местоположение мнимого изображения $F_1^{/}$ светильника (или ряда светильников) F_1 по отношению к ЗП. Проводим горизонталь ОО (линия зрения) на высоте глаз человека (1,6 м). Из точки $F_1^{/}$ через верхний край картины (т. А) проводим прямую до пересечения с горизонталью ОО. Точка их пересечения М определяет границу между комфортной и дискомфортной зонами от светильника F_1. Построение показывает, что зона комфортного видения мала и удалена от картины, что доставляет неудобство для зрителя, желающего рассмотреть ее детали, ибо на стекле ее при приближении к ней зрителя появляется блик Д от светильника F_1. Поэтому расположение источника F_1 следует признать неудачным. Установка его в точке F_2 сокращает дискомфортную зону до точки П. Целесообразно принять его за основной в вечернее время, а светильник F_1 развернуть вверх для подсветки диффузно отражающей наклонной плоскости фонаря-шеда. При этом у светильника должен быть обеспечен защитный угол отражателя, совпадающий с линией F_1 – А. Определенный дефект имеет и

система естественного освещения, т.к. остекление фонаря S (мнимое его изображение S') может давать отблеск на стекле картины в виде световой дымки, как показывает построение, в зоне М – П, примерно совпадающей с зоной бликов от светильников $F_1 - F_2$.

Если увеличить наклон картины, размеры дискомфортных зон сократятся. Это один из наиболее доступных способов устранения зрительного дискомфорта от бликов.

Скрытый источник F_3 освещает картину на правой стене. Его расположение и наклон картины обеспечивают минимальные размеры дискомфортной зоны (т. Р), что можно принять как изначально удовлетворительное решение (рис. 12).

Рис. 13 – 14. Определить наличие бликов или световой дымки от светильников и фонарей верхнего естественного света на стеклах картин, предложить способ их устранения (примеры из практики).

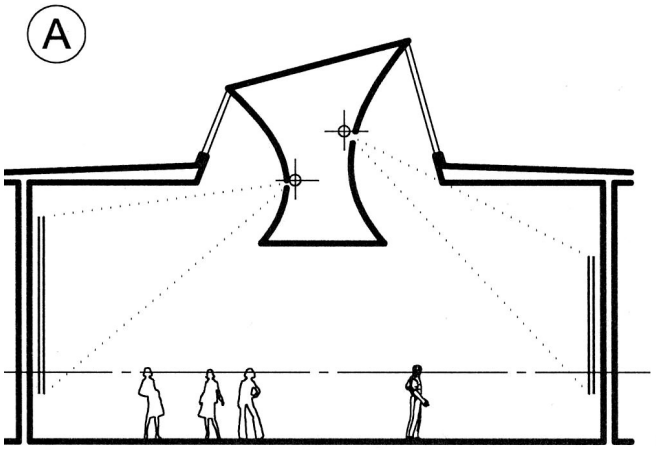


Рис. 13 А. ЗАДАЧА № 13.
Музей искусств в г. Олборг, Дания.
Арх. А. Аалто

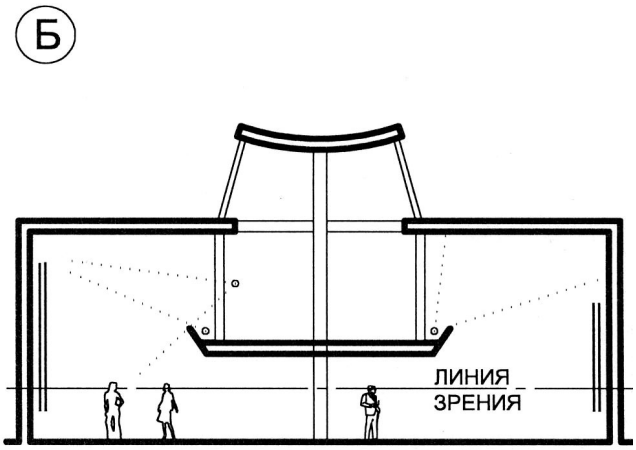


Рис. 13 Б. ЗАДАЧА № 14.
Национальный музей западного искусства в Токио. Арх. Ле Корбюзье

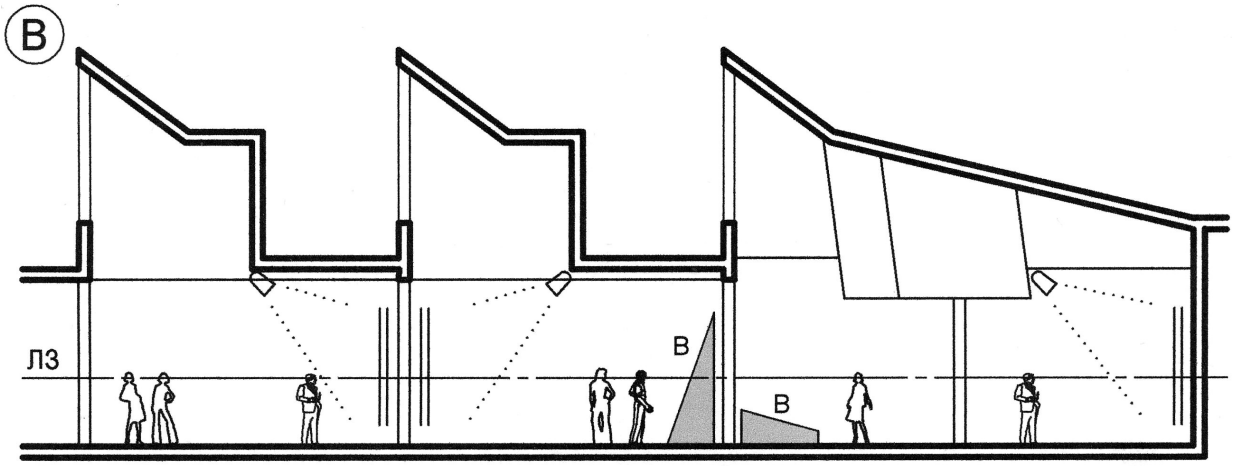
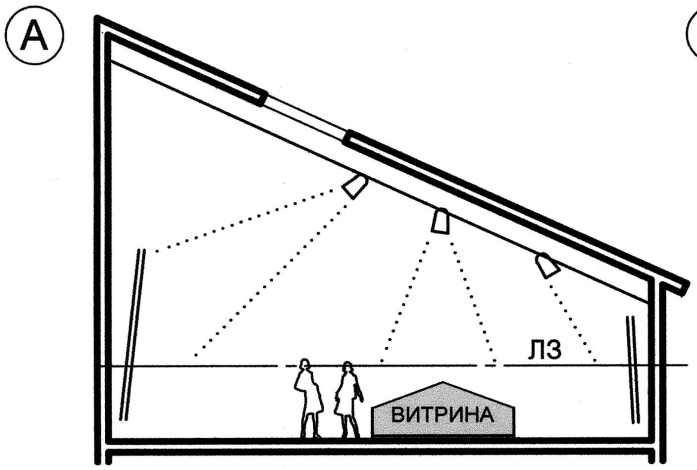
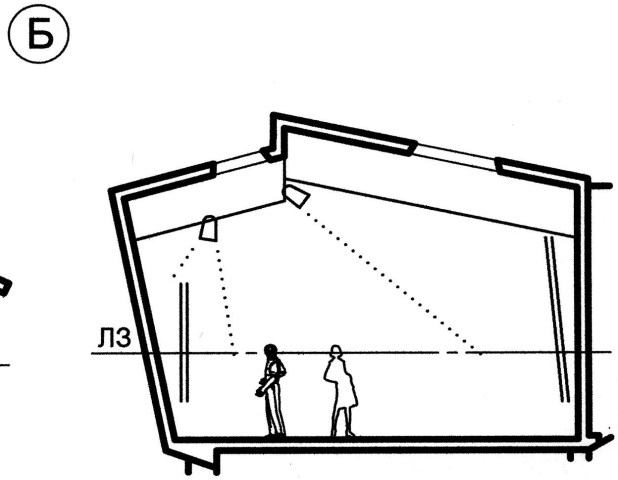


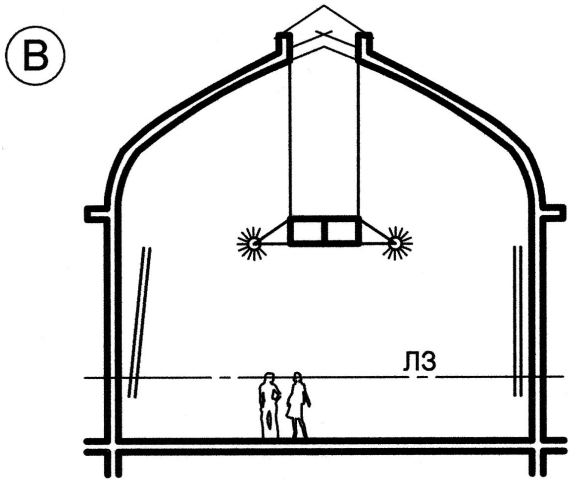
Рис. 13 В. Музей в г. Ювяскюля, Финляндия. Арх. А. Аалто (В – витрина).



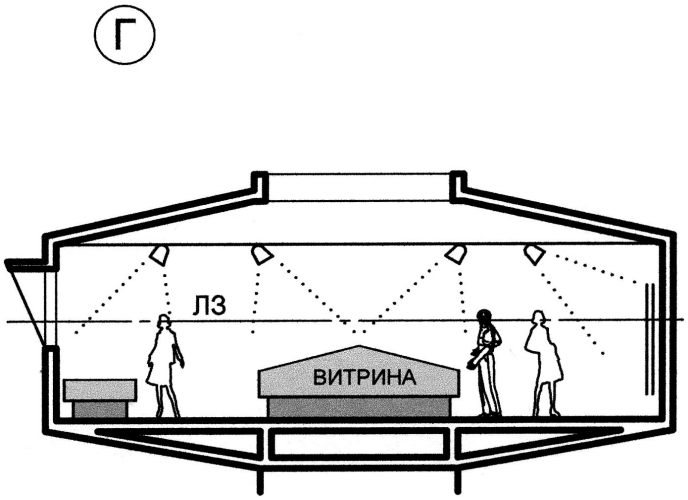
Зал музея искусств в Дармштадте.
Арх. Р. Каргел



Галерея современного искусства
в Турине (один из залов)



Проект музея в Падуе



Музей археологии в Метапонто

Рис. 14 А, Б, В, Г. ЗАДАЧА №15. Определить наличие бликов или световой дымки от светильников и фонарей верхнего света на стеклах картин и витрин, предложить способ их устранения (примеры из практики).

ЗАДАЧА №16. Определить мешают ли человеку отблески от светильников В и С на пульте управления (А) и от окна и от люминесцентных светильников В и С на дисплее компьютера (Б)? Как избежать подобного дефекта освещения?

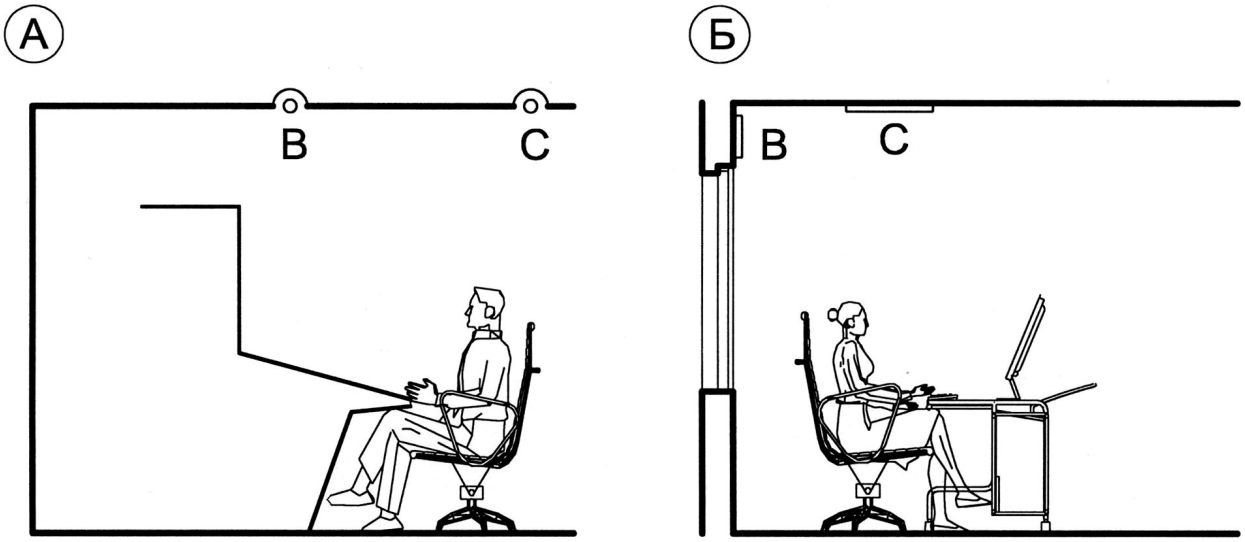


Рис. 15 А, Б. Разрезы помещений А и Б.

ЗАДАЧА №17. Устранить световую дымку со стекла витрины (рис. 16).

РЕШЕНИЕ. Световая дымка – особый вид отблесков, также относящийся к дискомфортным. На зеркально отражающей поверхности создается как бы вуалирующая пелена света не от точечного источника, а от светящей (окно, светящий потолок или панель и т.п.) или очень светлой (яркий белый потолок, стена) поверхности. Если на стекле витрины, например, возникает такая заволакивающая его дымка, затрудняется восприятие экспонатов в витрине. Определение участка светящего потолка, ухудшающего видимость экспонатов, не представляет трудности (рис 16. А, Б).

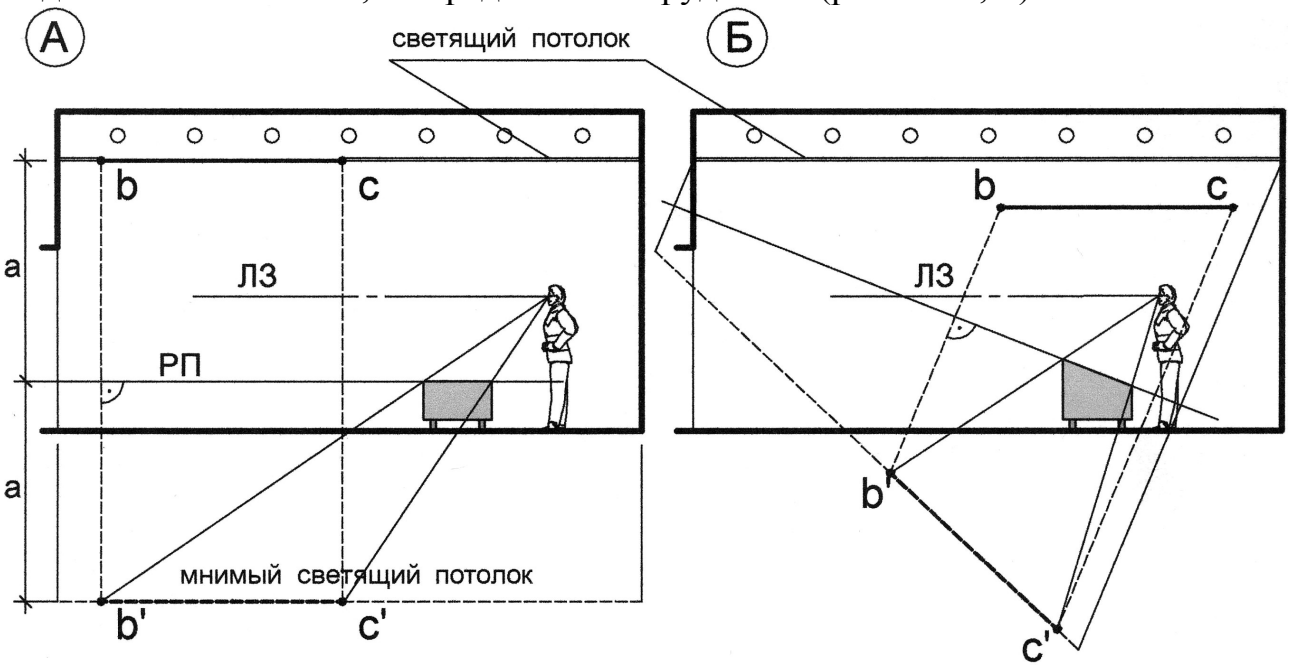


Рис. 16 А, Б. Графическое решение задачи.

Труднее найти архитектурное решение, устраняющее этот недостаток. Возможны несколько вариантов: рис 17 А, Б, В, Г.

Рис. 17 А – зона bc потолка не является светящей (рис. 16 А).

Рис. 17 Б – весь потолок темный (свет внутри витрины).

Рис. 17 В – стекло витрины наклонено, зона bc потолка над витриной, определенная графическим построением, выполнена не светящей.

Рис. 17 Г – стекло витрины наклонено, а часть светящего потолка, дающая отблеск на этом стекле, перекрыта непрозрачным подвесным экраном bc, размеры и расположение которого определяются графическим построением (рис. 16 Б).

Вариант рис. 16 Б – 17 Г представляется более целесообразным, т.к. позволяет сохранить универсальность выставочного зала с равномерным освещением, которое в зависимости от требований экспозиции трансформируется с помощью мобильных подвесных элементов.

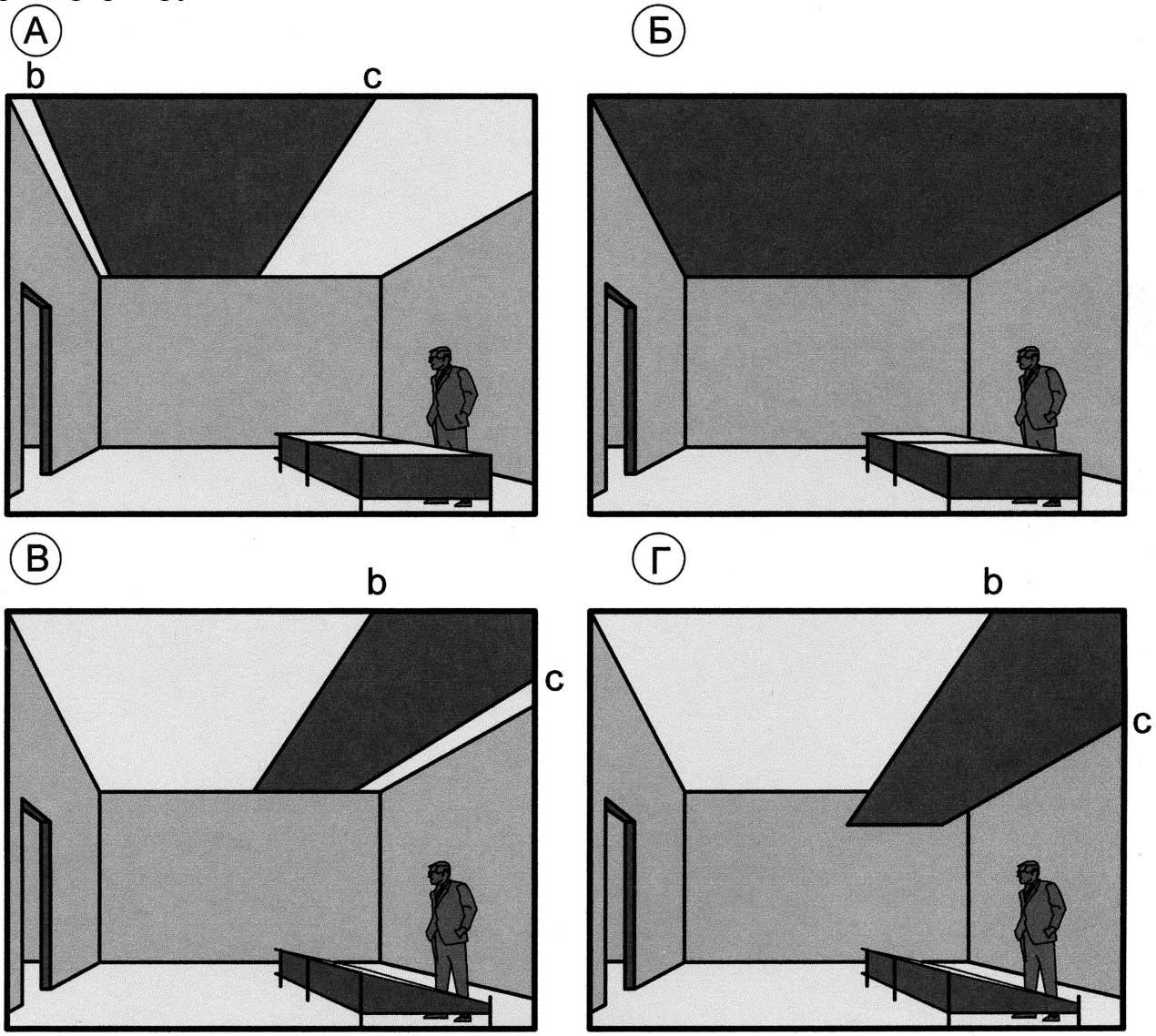


Рис. 17 А, Б, В, Г. Варианты решения освещения интерьера при горизонтальных (А, Б) и наклонных (В, Г) стеклах витрин.

Рис. 18–19. Определить наличие бликов или световой дымки от светильников, светящих потолков и фонарей верхнего естественного света на стеклах витрин. Как устранить мешающие зрителю блики?

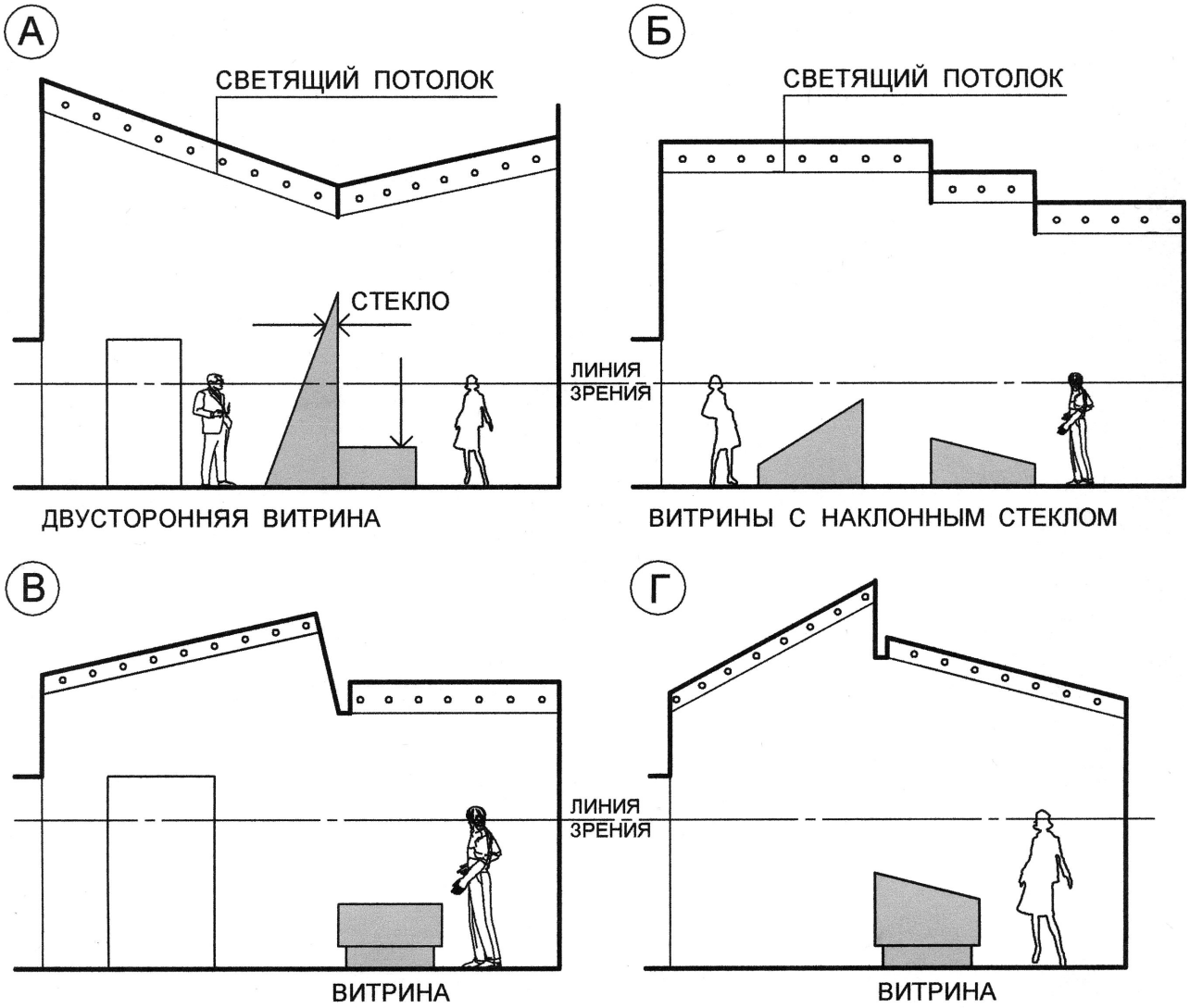


Рис. 18 А, Б, В, Г. ЗАДАЧА № 18.

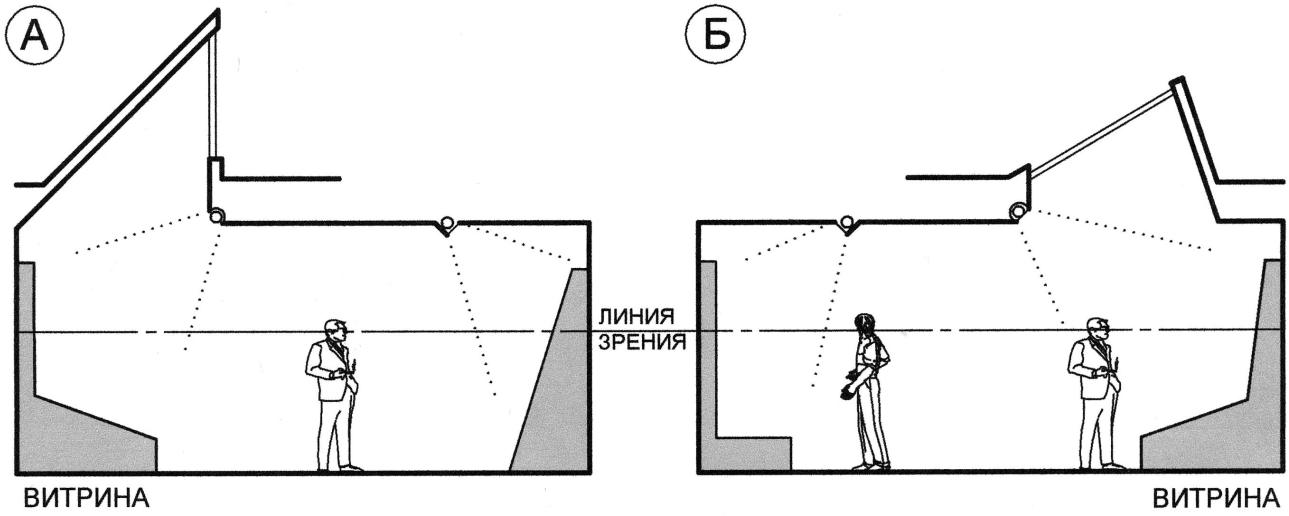


Рис. 19 А, Б. ЗАДАЧА № 19.

Рис. 20–21. Определить наличие бликов и (или) световой дымки от светильников и фонарей верхнего естественного света на стеклах картин и витрин. Предложить способы их устранения.

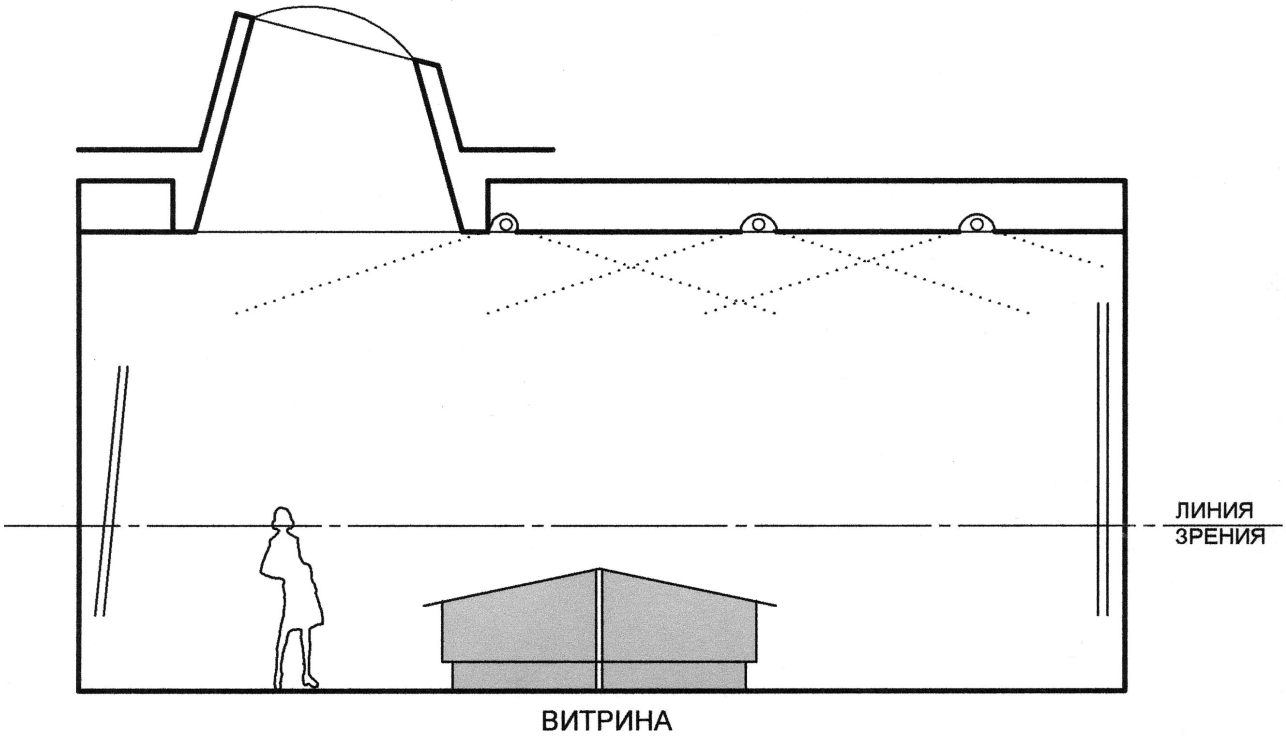


Рис. 20. ЗАДАЧА № 20.

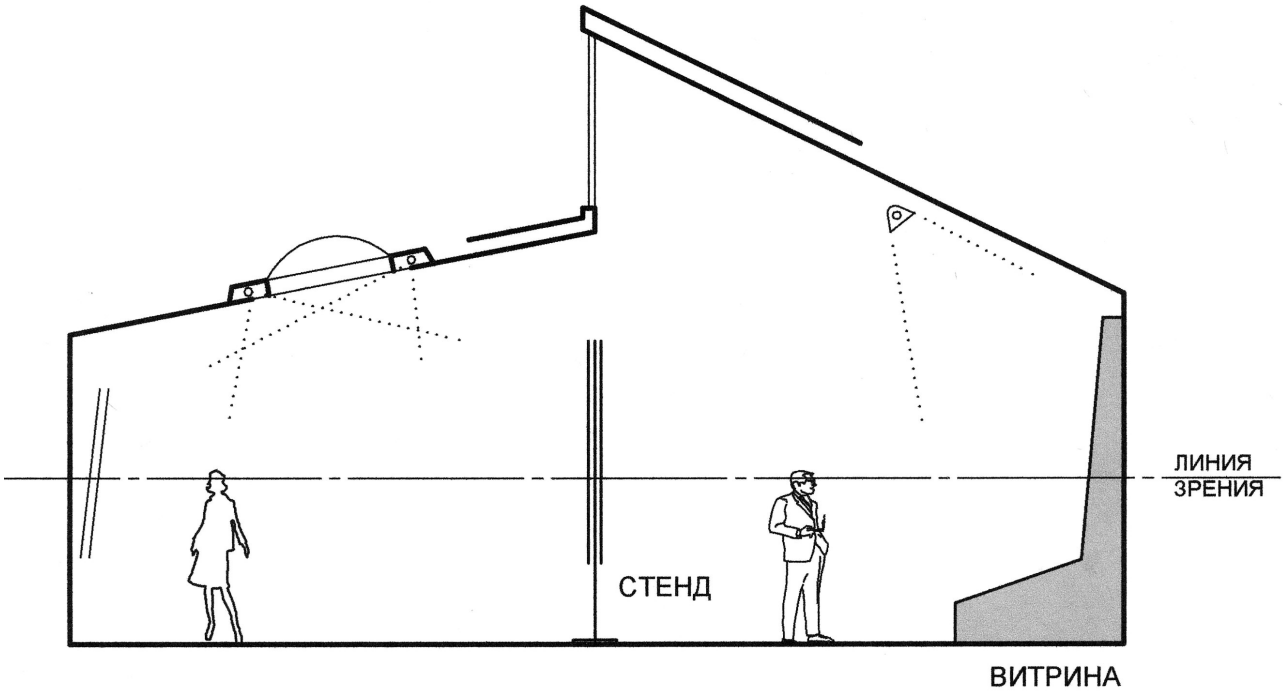


Рис. 21. ЗАДАЧА № 21.

Разрезы по залам: А – музей со световыми шахтами; Б – картинная галерея (по Сиджеру); В – выставка в Венеции (арх. Г. Ритфельд); Г – галерея искусств в Лунде (арх. К.Ансхельм); Д – музей Брера, Милан (арх. Альбини); Е – галерея Уффици во Флоренции (арх. Д. Вазари).

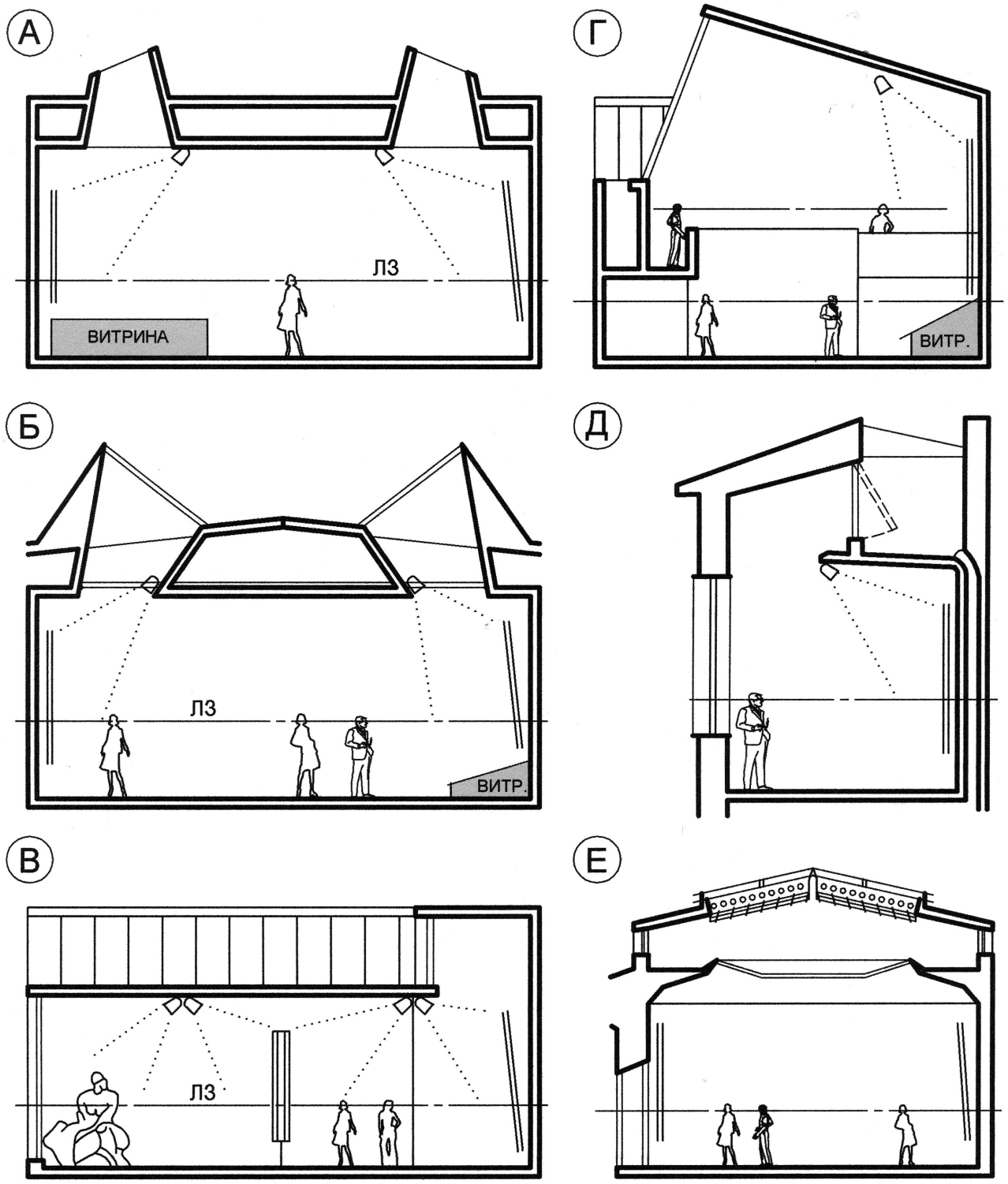


Рис. 22. А, Б, В, Г, Д, Е. ЗАДАЧА №22. Определить наличие бликов или световой дымки от светильников и проемов естественного света на стеклах картин и витрин на примерах выставочных залов.

РАЗДЕЛ II. ИСТОЧНИКИ ЗРИТЕЛЬНОГО ДИСКОМФОРТА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ И СПОСОБЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Тема II.1. Зрительный дискомфорт в ночном городе.

Вследствие специфических особенностей зрительной адаптации при передвижении человека в реальных городских пространствах, изменения ориентации взгляда и светового характера элементов в “мониторинговом” визуальном поле глаз работает в сложном, постоянно меняющемся режиме ночного – сумеречного – дневного зрения, при котором многократно усиливаются яркостные и цветовые контрасты (по сравнению с относительно стабильными дневными условиями освещения), изменяются напряжения зрительного аппарата и, соответственно, эмоциональные оценки воспринимаемого окружения. Источники света, не беспокоящие глаз днем (пламя свечи, люминесцентные лампы), на фоне окружающей темноты становятся дискомфортно яркими, а другие, более яркие (лампы накаливания, разрядные высокого давления и т.п.) – суперслепящими. Некоторые меры по ограничению слепимости предусматриваются нормами наружного освещения, в первую очередь, для водителей автотранспорта на проезжей части дорог. Гораздо меньше внимания уделяется зрительному комфорту пешеходов. И во всех случаях не принимаются в расчет вторичные явления в виде бликов от слепящих источников на зеркально отражающих поверхностях. Как и в интерьере, методы определения этих бликов весьма несложны.

ЗАДАЧА №23. Определить зоны комфортного видения объекта (обелиска из полированного гранита) в ночной среде города, учитывая взаимное пространственное расположение источника света, объекта и наблюдателя (рис. 23).

РЕШЕНИЕ. Графические построения на вертикальном разрезе объекта не дают точного пространственного представления о пределах дискомфортной зоны, т.к. важное значение имеет взаимное расположение источника света, освещаемого объекта (с зеркально отражающей поверхностью) и наблюдателя в плане. Луч падающий F_1 Б и луч зеркально отраженный БА лежат в одной плоскости, которая не всегда совпадает с плоскостью разреза и с глазом наблюдателя. Поэтому точные пределы дискомфортной зоны определяются на двух проекциях: на разрезе и плане (рис 23). Зритель А, приближающийся к обелиску по центральной аллее, не видит блика от прожектора F_1 , хотя на разрезе отраженный луч якобы попадает ему в глаза. Зато блик мешает зрителю В, идущему по диагональной аллее, в пределах заштрихованной зоны (в плане). Следовательно, нужно изменить положение прожектора, установив его на той же высоте, например, в точке F_2 , или спустив его на землю в точку F_3 .

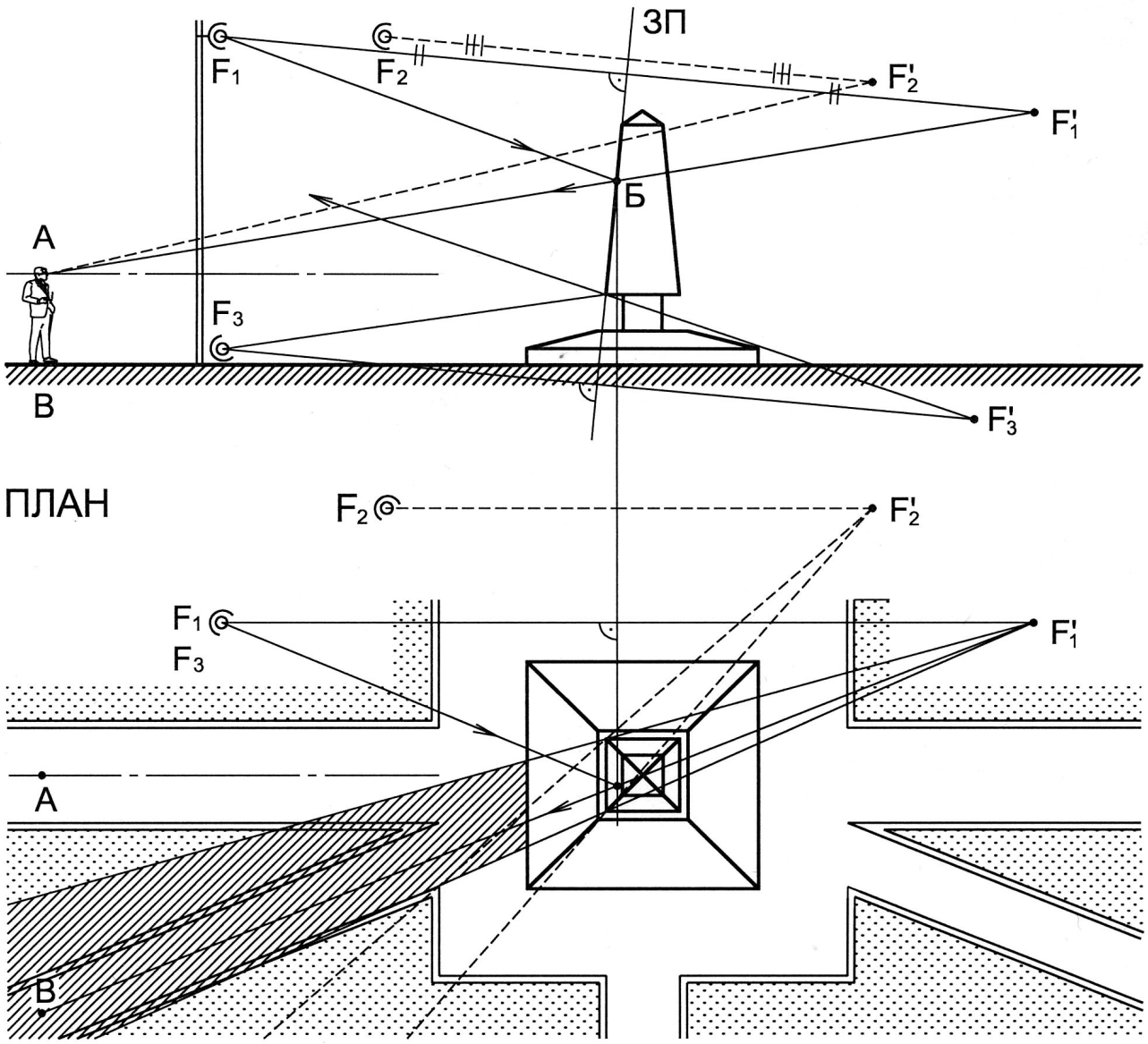


Рис. 23. Графическое определение зоны блика от прожектора F на обелиске из полированного гранита.

Полированные, бликующие материалы в отделке фасадов встречаются относительно редко (кроме стекла). Это, как правило, ответственные объекты – памятники монументального искусства, репрезентативные здания и т.п. Их прожекторное освещение весьма проблематично, особенно если материал темный. На нем слепящий эффект бликов контрастно усиливается, а большая часть фасада сливается с окружающей тьмой. Лишь многолетняя пыль на поверхности отчасти смягчает контраст. К примеру, до сих пор не удалось полноценно осветить гранитные Александровскую колонну на Дворцовой площади и обелиск Москвы на Кутузовском проспекте, монумент Космосу из листов полированного титана на проспекте Мира и др.

ЗАДАЧА №24. Определить, в какой зоне Красной площади и зрительских мест на полированной облицовке Мавзолея пешеходам видны слепящие блики от прожекторов, установленных на крыше ГУМа.

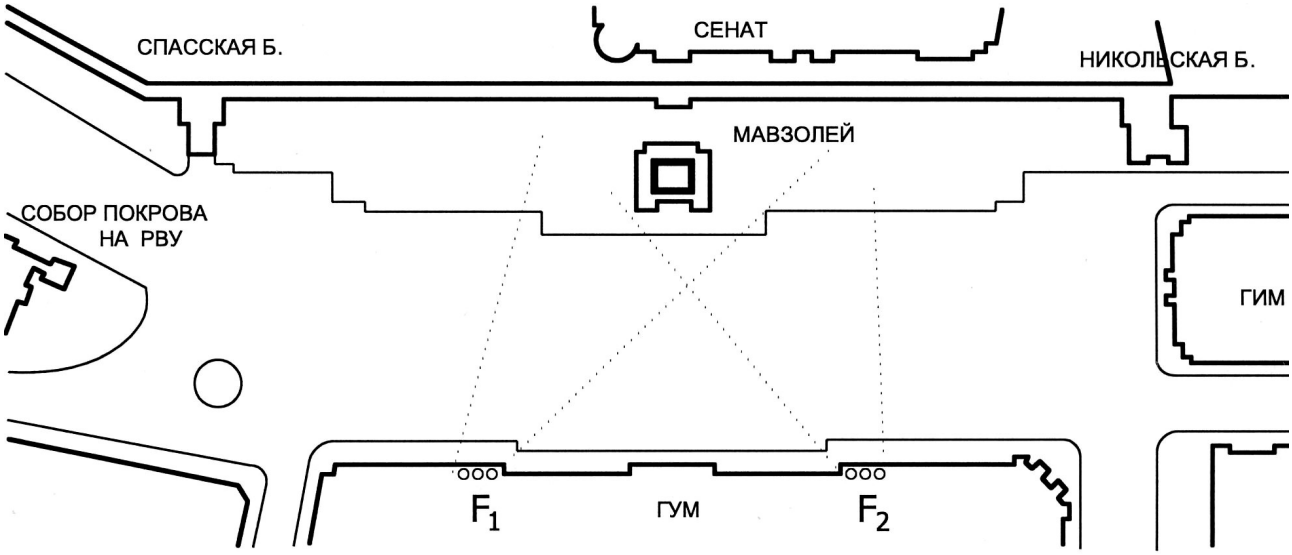


Рис. 24. План Красной площади в Москве (схема).

ЗАДАЧА №25. Определить местоположение и границы зоны видимости бликов, образующихся на зеркальном фасаде здания А от прожекторов F_1 и F_2, создающих зрительные помехи пешеходам M, N, P и водителям K, L, которые движутся по улице к зданию А.

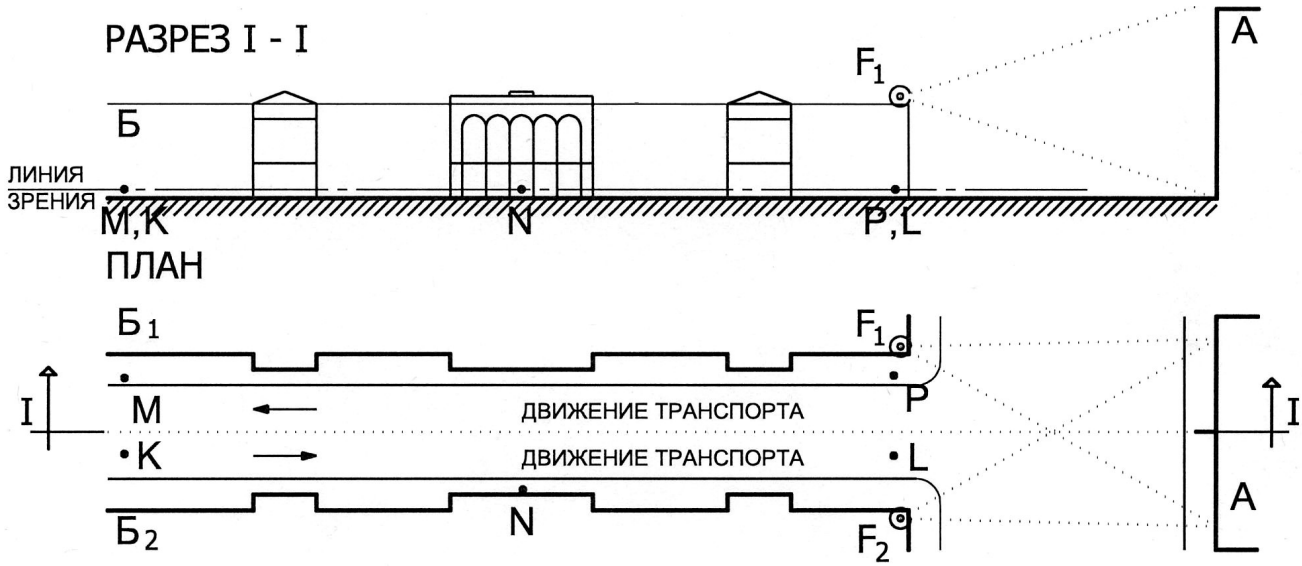


Рис. 25. Разрез и план архитектурного ансамбля улицы (схема).

ЗАДАЧА №26. Фасады здания А облицованы зеркальным стеклом. Определить, видны ли на них (и где) отражения от световой рекламы Р пешеходам и водителям из точек М, И, К, Н.

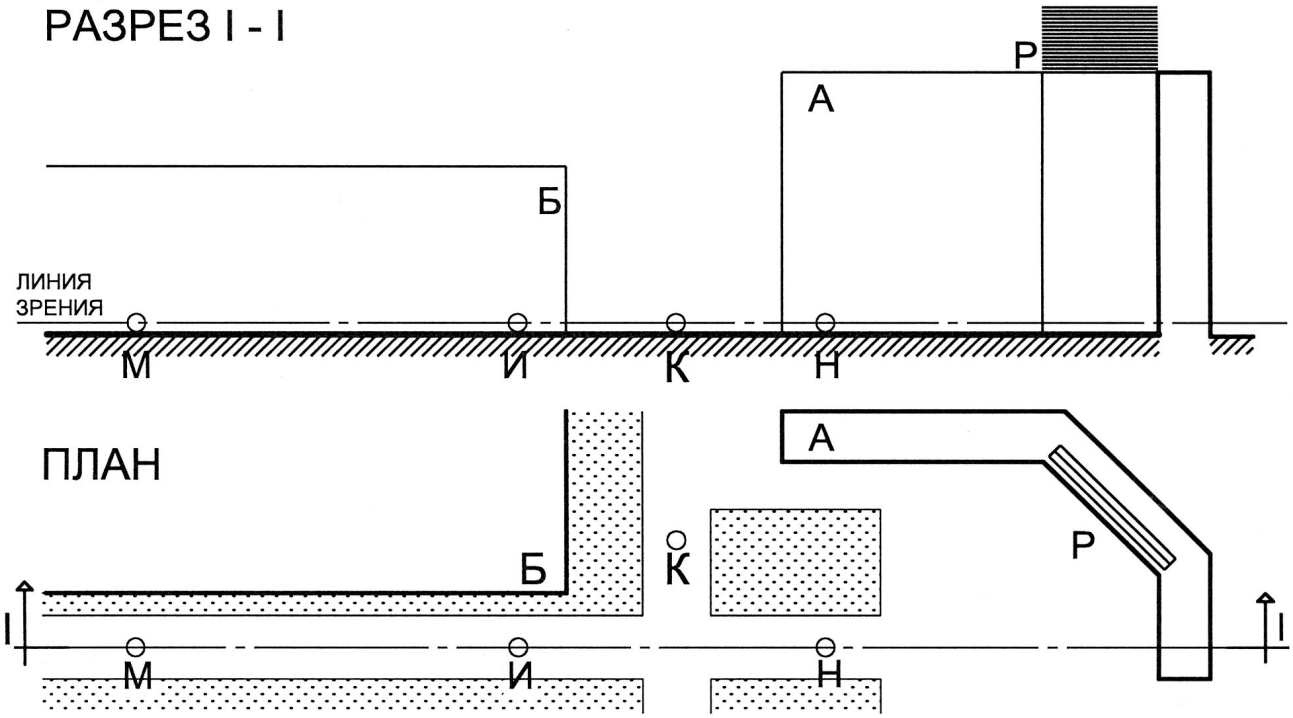


Рис. 26. Разрез и план архитектурного ансамбля улицы (схема).

ЗАДАЧА №27. Определить, видны ли пешеходам и водителям отражения световых реклам F и F_1 из точек М, И, К, Л, Н на зеркальных фасадах А-$А_1$ здания.

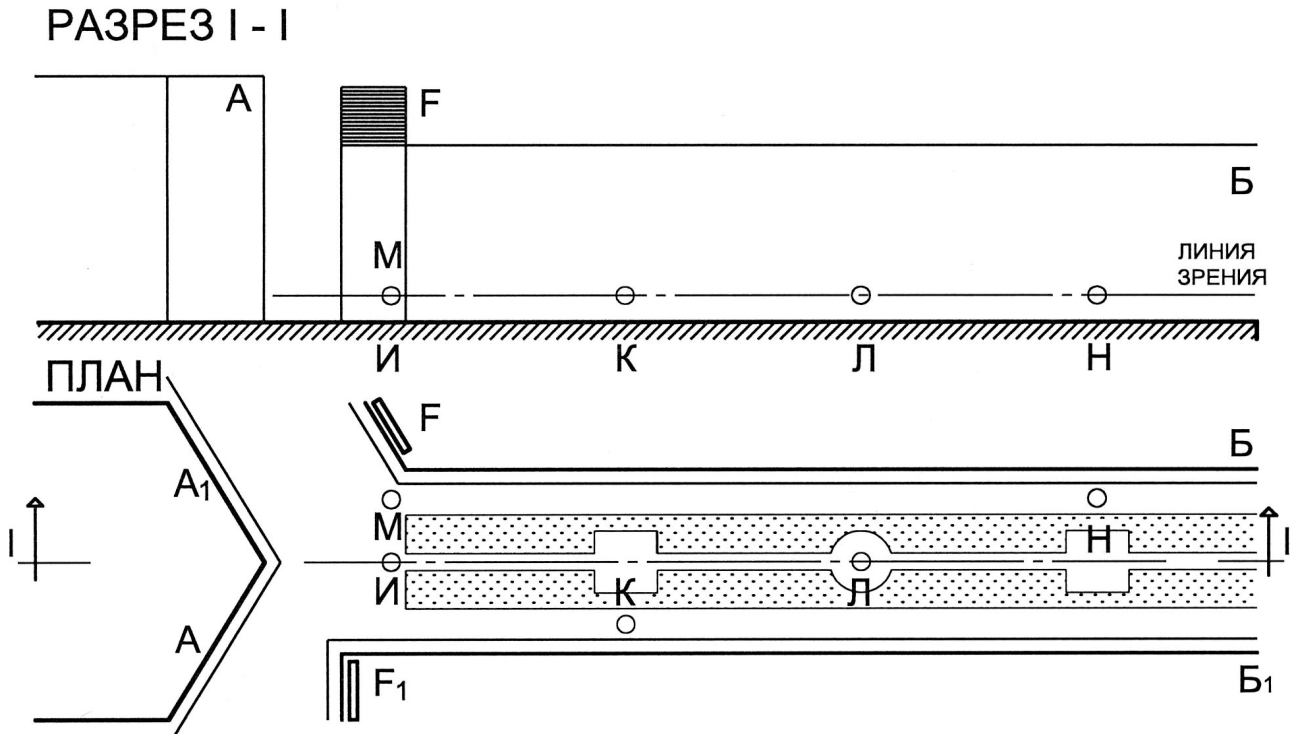


Рис. 27. Разрез и план архитектурного ансамбля улицы (схема).

ЗАДАЧА №28. Определить наличие и положение бликов от световой скульптуры Р на зеркальных фасадах здания А, видимых пешеходу из точек К, Л, М.

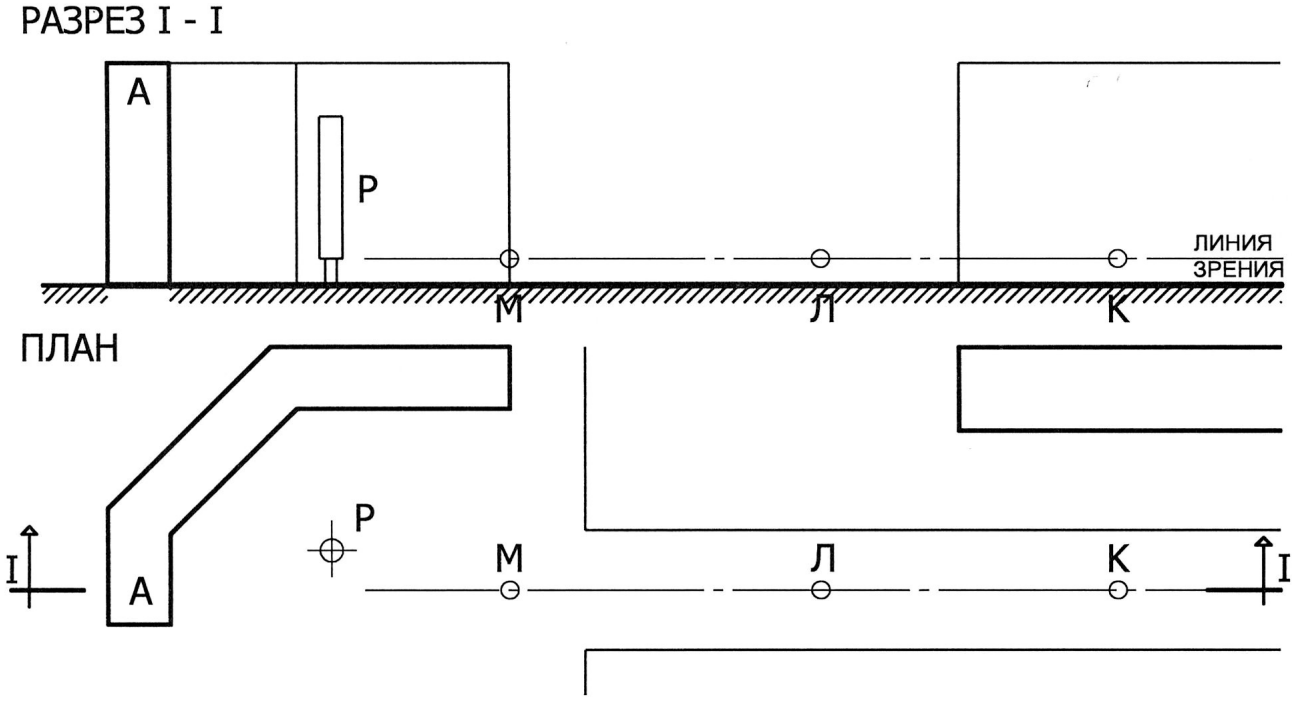


Рис. 28. Разрез и план участка улицы (схема).

ЗАДАЧА №29. Определить наличие и положение бликов от световых скульптур F_1 и F_2 на зеркальных фасадах здания А, видимых пешеходу и водителю из точек М и Р.

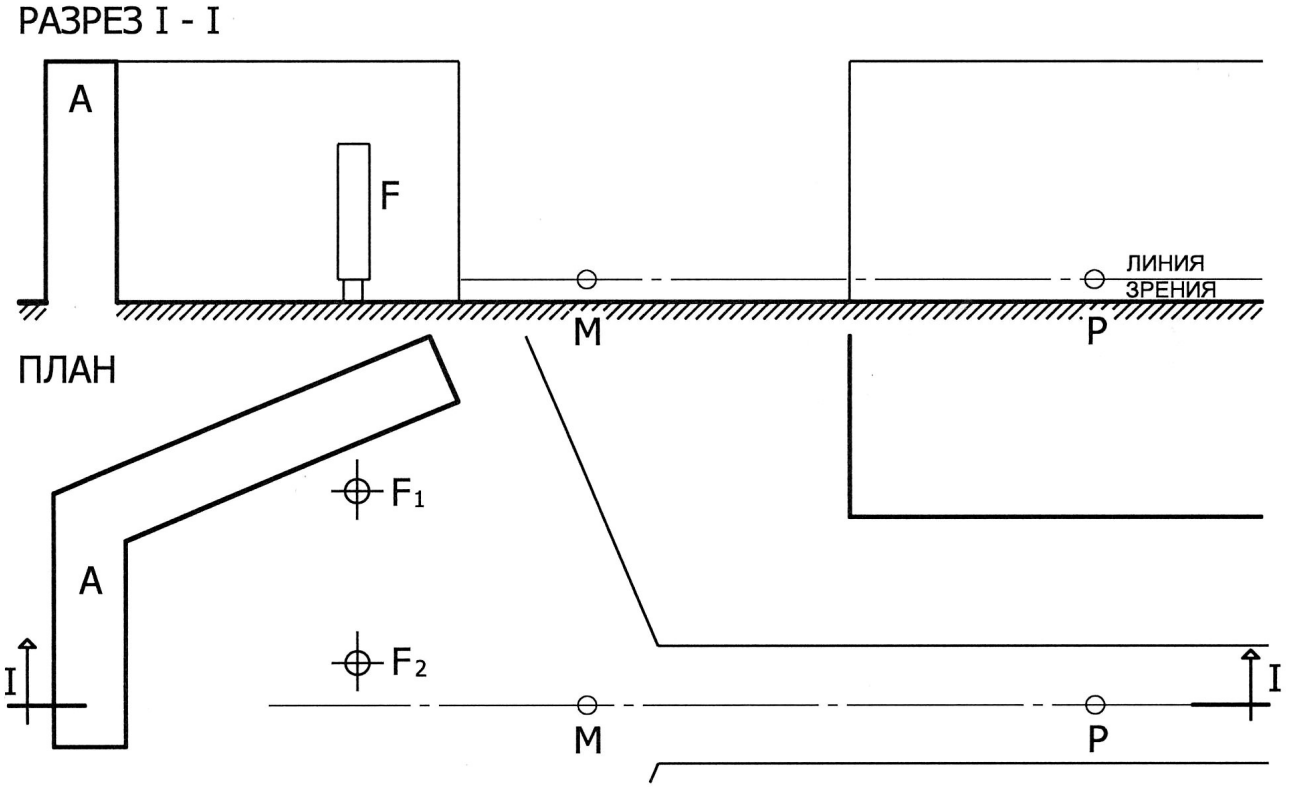


Рис. 29. Разрез и план участка улицы (схема).

ЗАДАЧА №30. Определить, бликует ли вода (без ряби) от скрытых светильников. Предложить способы устранения бликов на воде (если они есть).

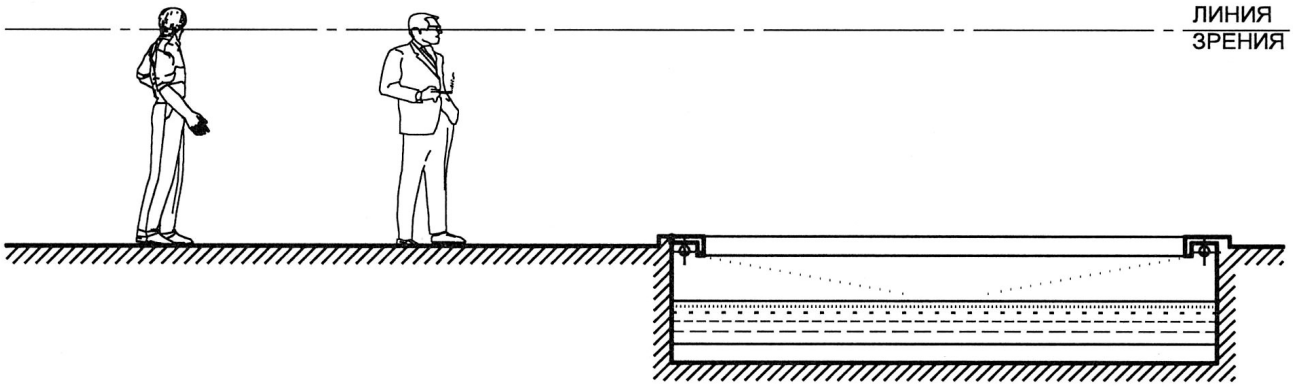


Рис. 30. Разрез декоративного бассейна.

ЗАДАЧА №31. Определить наличие и положение бликов от прожекторов F_1 и F_2 на фасадах здания А – A_1, облицованных зеркальным стеклом, из точек М, Р, Х.

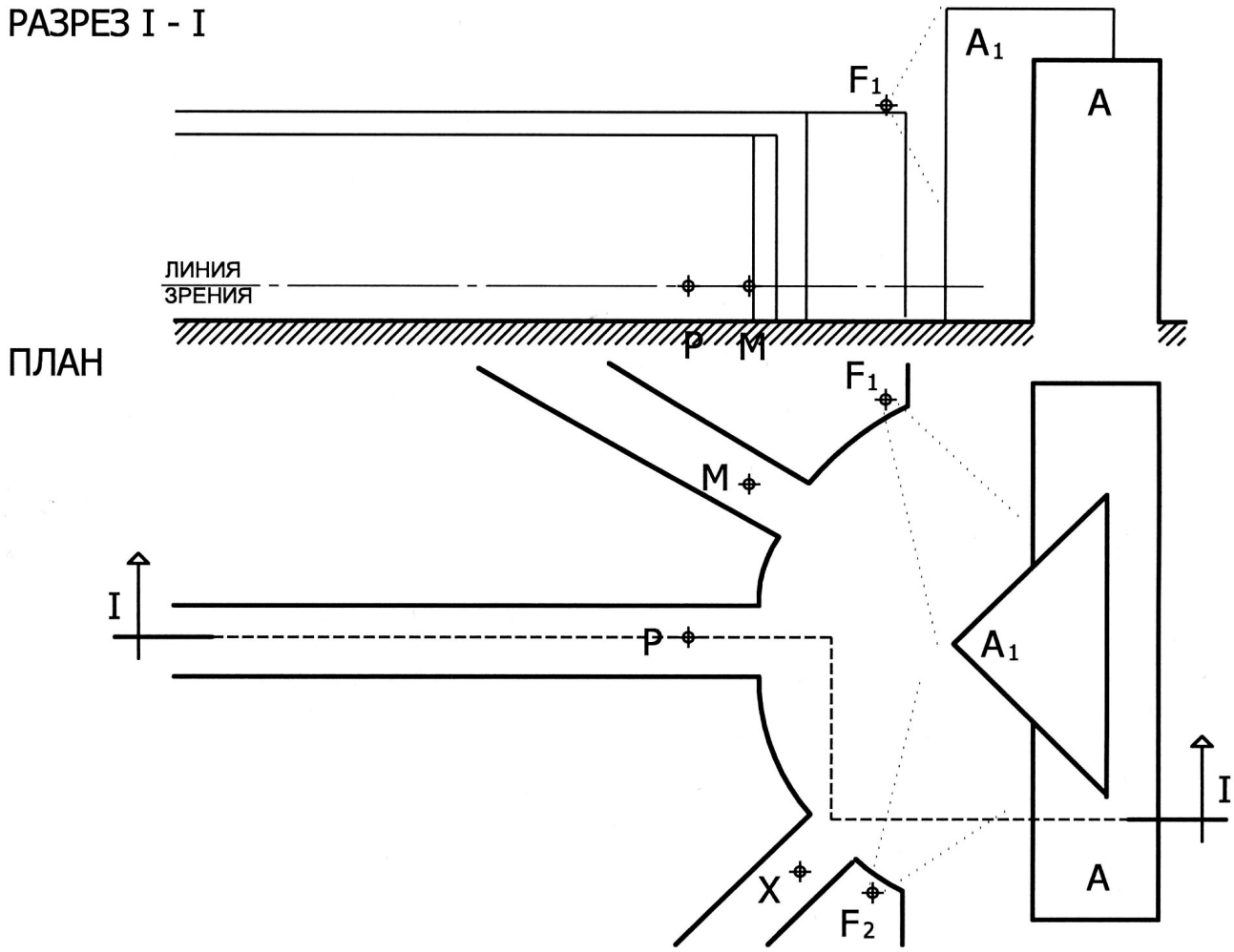


Рис. 31. Разрез и план ансамбля улицы (схема).

ЗАДАЧА №32. Определить, видно ли из т. М отражение светорекламной установки С на зеркальном фасаде неосвещенного здания Б или В.

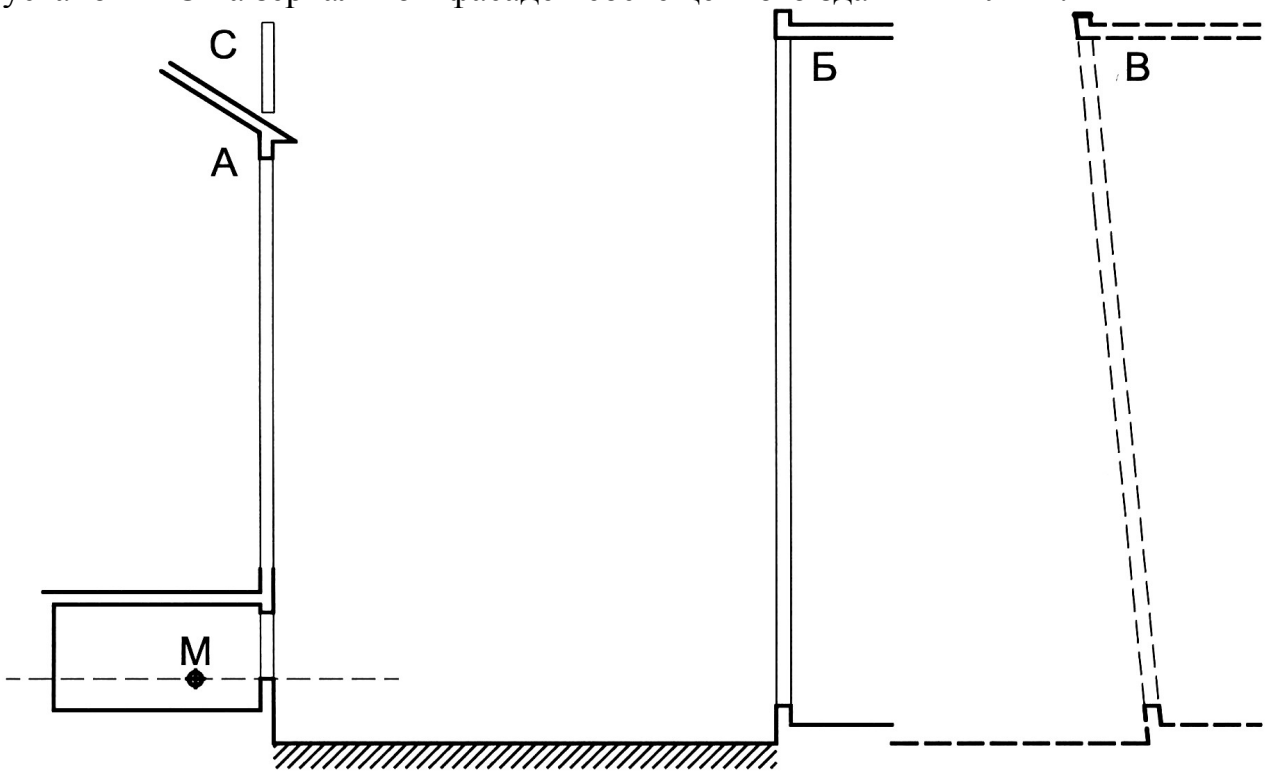


Рис. 32. Разрез по зданиям А – Б – В.

ЗАДАЧА №33. Определить, видно ли из т. М отражение светорекламного панно С на зеркальных фасадах Б и В.

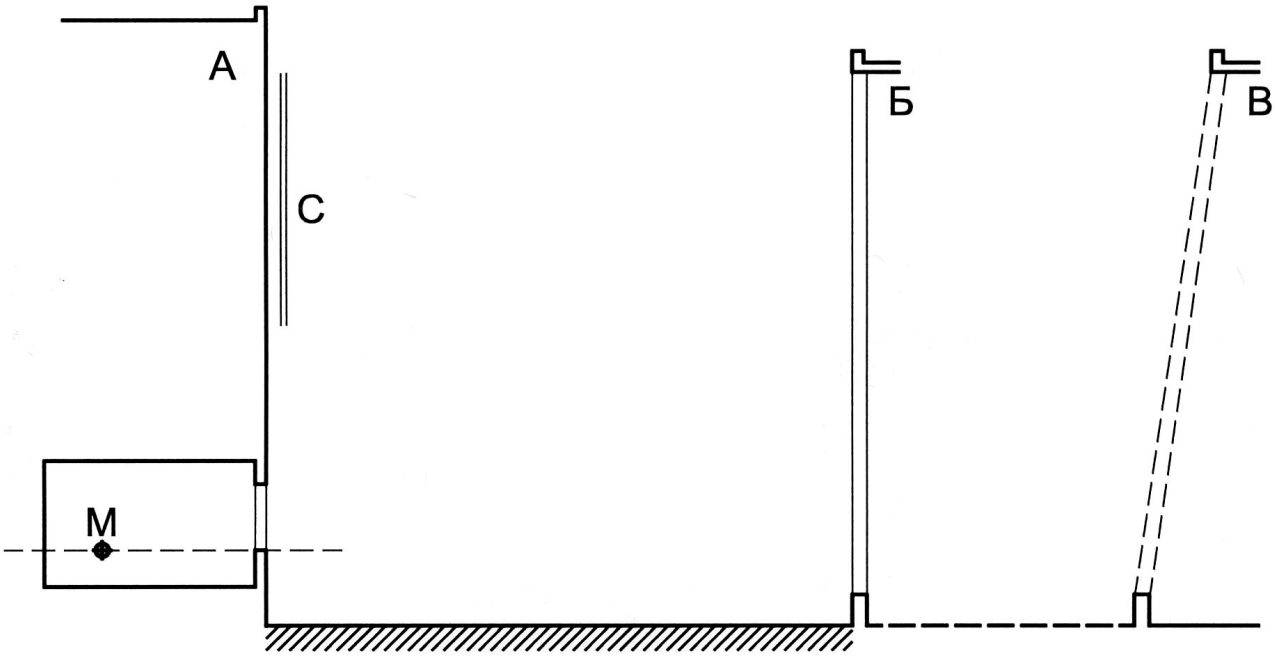


Рис. 33. Разрез по зданиям А – Б – В.

ЗАДАЧА №34. Определить, видит ли человек М отражение светящего фасада А в зеркальном остеклении неосвещенного здания Б или В.

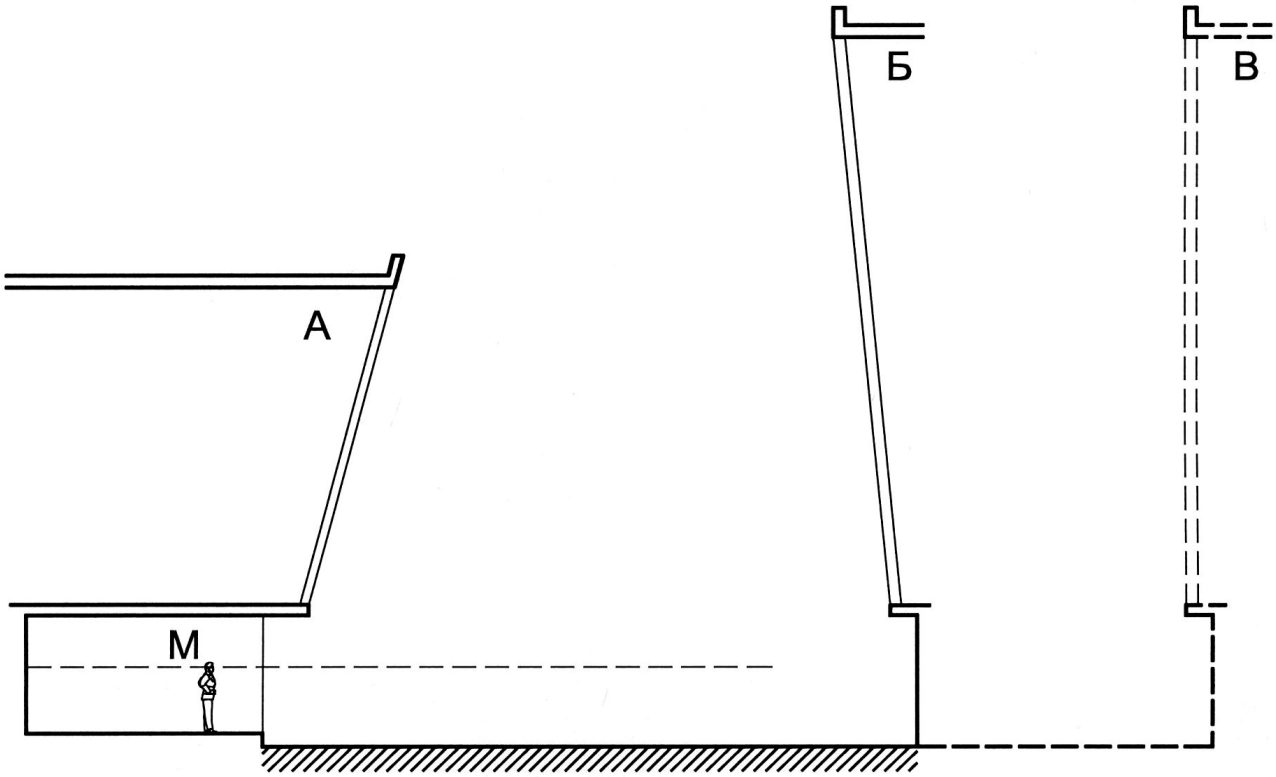


Рис. 34. Разрез по зданиям А – Б – В.

ЗАДАЧА №35. Определить, видит ли человек М отражение светящего фасада А и светорекламной установки С в зеркальном остеклении неосвещенного здания Б или В.

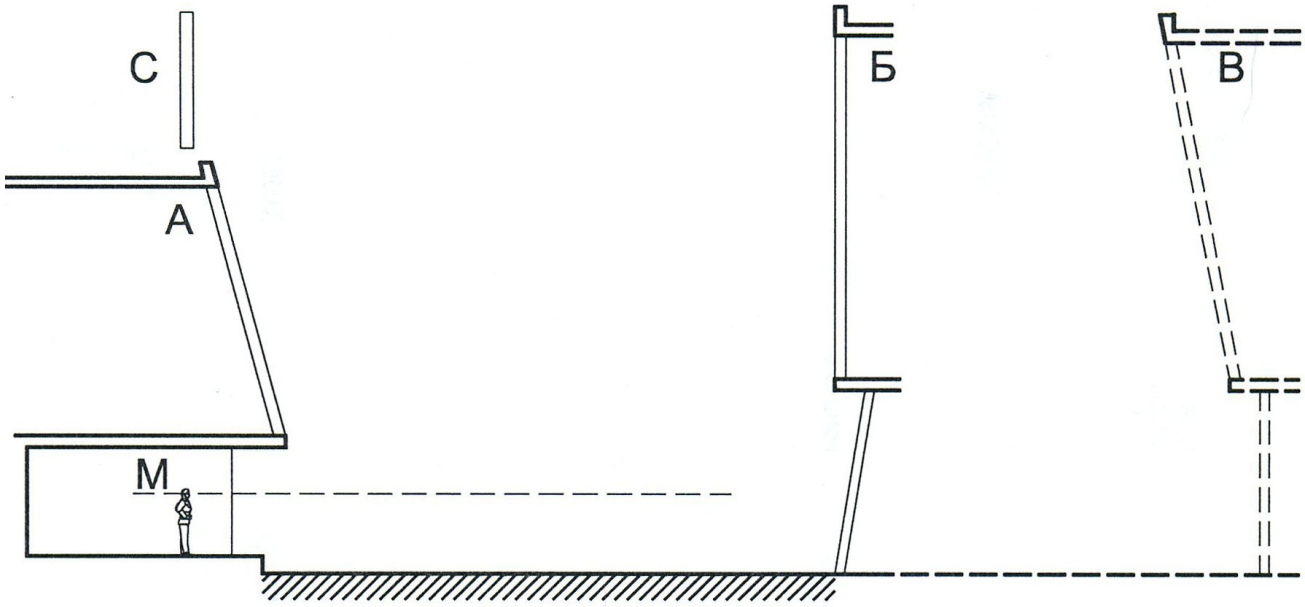


Рис. 35. Разрез по зданиям А – Б – В.

Тема II.2. Зрительный дискомфорт от солнечных бликов

Прямой солнечный свет может создавать в помещении зрительный дискомфорт непосредственно слепящими лучами Солнца или чрезмерной яркостью инсолируемых участков интерьера, контрастирующих с более темным окружением. Но нередко источником дискомфорта служат отражения Солнца от зеркалирующих поверхностей, расположенных как в интерьере, так и в открытом пространстве и попадающих в поле зрения человека, в особенности на его рабочее место (на рабочий стол в помещении, в глаза водителя автомобиля и т.п.). Способы защиты от слепящего прямого и отраженного света Солнца придуманы разные, а зоны в интерьерах и городских пространствах, где проявляется слепящее действие отраженного солнечного света можно определить графическим способом и в нужных ситуациях предпринимать необходимые защитные меры.

При этом нужно помнить, что геометрия солнечных лучей отличается от геометрии света точечных источников и излучения небосвода. Солнечные лучи параллельны и всегда подвижны, а направление их в данный момент в пространстве, определяемое азимутом и высотой стояния Солнца над горизонтом, изменяется в зависимости от географической широты местности, сезона года и времени дня (см. часть вторую задачника). Лучи точечных источников (прожекторов, светильников и т.п.) радиальны, а сами источники, как правило, стационарно закреплены в определенной точке пространства. Блики от Солнца (подвижные) и от точечных источников на зеркалирующих поверхностях вполне определенны – это яркие пятна с более или менее четкими очертаниями. Геометрия света диффузно излучающего небосвода весьма неопределенна и характеризуется практически лишь глобальной направленностью его сверху и со всех сторон (см. часть первую задачника), а размер и форма бликов от него определяется угловыми размерами участка неба, видимого из расчетной точки (в том числе, через светопроемы) в зеркале отражающей поверхности.

Нижеизложенные задачи, как и ранее, имеют в основном характер тренажно-академических упражнений по освоению метода определения бликов. Они дополняют и конкретизируют материал, излагаемый на лекциях и практических занятиях. Они также могут служить примерами графического анализа при изучении аналогичных проблем на стадии предпроектной экологической подготовки исходных материалов и представления проектных идей на основе проведенных исследований. Параметры световой среды, рассматриваемые в настоящем сборнике, практически не нормируются, но имеют самое прямое отношение к зрительному комфорту, видеоэкологии и эстетике окружающей среды.

ЗАДАЧА №36. Определить, слепит ли в ясный день отражение Солнца в зеркальном остеклении фасада здания М водителей транспорта, двигающегося по улице по направлению к этому зданию. Географическая широта места 55º, ориентация фасада – южная, защитный угол кабины автомобилей в лобовом стекле 30º (рис. 36).

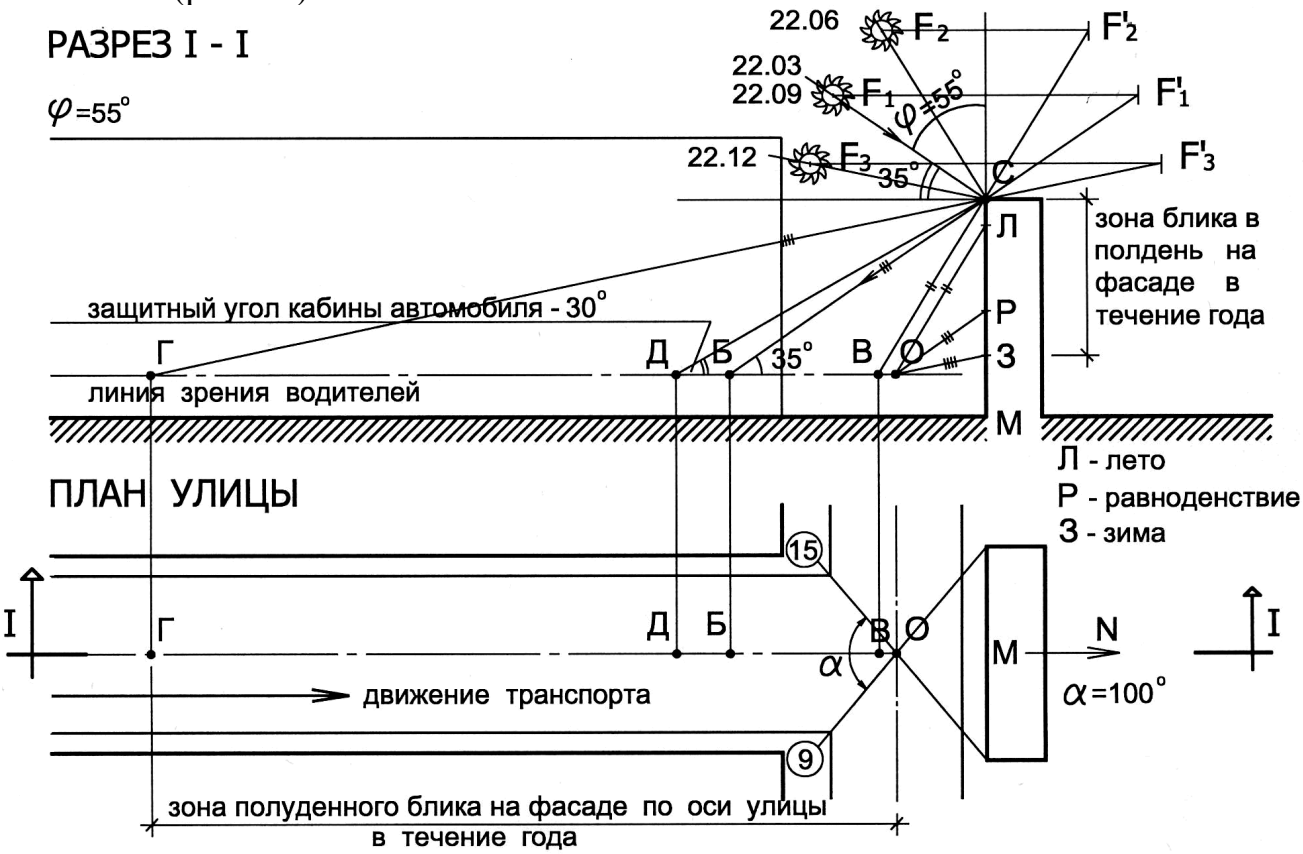
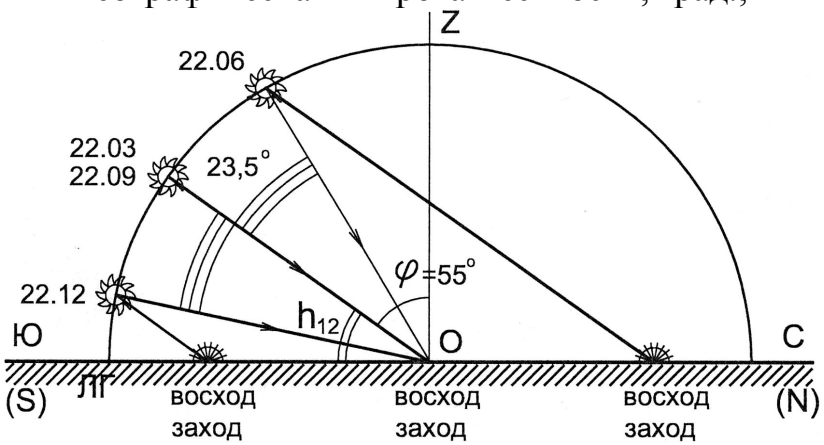


Рис. 36. Разрез и план участка улицы.

φ - географическая широта местности, град.;



$h_{12} = (90° - \varphi)$ - высота стояния Солнца над горизонтом в солнечный полдень в дни равноденствия, град;

$h_{12}^{22.06} = (90° - \varphi) + 23,5°$ - высота стояния Солнца в полдень в день летнего солнцестояния;

$h_{12}^{22.12} = (90° - \varphi) - 23,5°$ - высота стояния Солнца в полдень в день зимнего

Рис. 36 А. Разрез небосвода по меридиану С – Ю (N – S) и схема определения высоты стояния Солнца, наклона солнечной траектории и точек его восхода и захода в

характерные дни года. солнцестояния.

РЕШЕНИЕ. Положение солнечного блика на зеркальной плоскости фасада определяется графически, аналогично рис. 22. Координата Солнца на небосводе, т.е. его азимут А и высота стояния h, определяются по солнечной карте для соответствующей широты (рис. 40). Особенность лишь в том, что Солнце постоянно движется по небу, т.е. положение его в каждый конкретный момент времени зависит от сезона года и времени дня, а также в том, что солнечные лучи параллельны (в отличие от неподвижного точечного источника искусственного света), поэтому геометрия графических построений несколько иная.

Координаты Солнца в полдень (по солнечному, а не декретному или сезонному, поясному и т.п. времени)* для дней равноденствия 22.03 и 22.09 несложно определить и без карты: А=180° (юг) и h_{12} = 90°- φ° = 90°- 55° = 35° (рис. 36А). В дни летнего и зимнего солнцестояний в полдень Солнце поднимается и опускается по отношению к полуденному Солнцу в дни равноденствия на 23,5°. Солнечный блик в верхней части фасада (точка С) замечается водителями в дни равноденствия в точке Б, в дни летнего и зимнего солнцестояний соответственно в точках В и Г. По мере приближения к зданию до поворота на перекрестке в точке О блик на фасаде опускается до точек Л (22.06), Р (22.03 и 22.09) и З (22.12). Таким образом, зона Г-О – это зона влияния полуденного блика по оси улицы в течение года. Однако, в летнее полугодие действие блика нейтрализуется защитным углом кабины водителя: проведя из точки С линию под углом 30° к горизонту до пересечения с линией ГО в точке Д, определим зону реального слепящего влияния блика – в период времени примерно с 10 октября по 10 марта.

Поскольку улица неширока, экранирована периметральной застройкой и ориентирована на юг, можно ограничиться анализом слепящего действия блика в полдень, по южному азимуту.

В случае более открытого пространства или иной ориентации улицы нужно знать координаты Солнца в пределах азимутального угла α. Для этого точку О на плане улицы, вычерченном на кальке, совмещают с центром солнечной карты, а план ориентируют по странам света (ось улицы на рис. 36 совмещают с меридианом С – Ю). По карте видно: α=100°, т.е. блик на фасаде здания М может слепить наблюдателя в точке О с 9 до 15 часов в дни равноденствия (высота стояния Солнца в эти часы h = 23°), с 10 до 14 часов 22.06 (h = 50°), и с восхода до захода в ноябре-январе (если лучи Солнца попадают на зеркалирующий фасад в точки бликов).

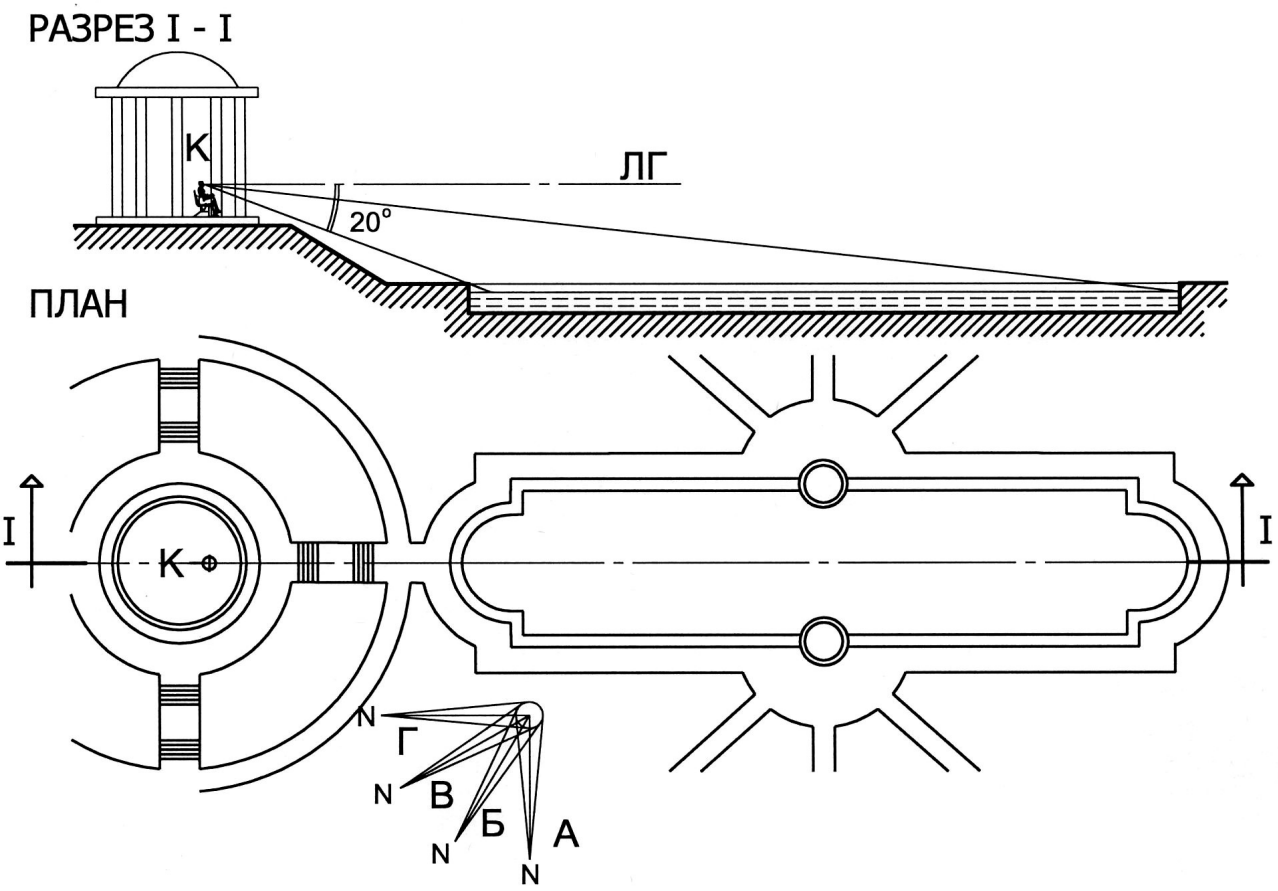
Приняв во внимание затеняющее действие застройки при низких углах солнцестояния, можно точно определить реальные границы зон влияния дискомфортных солнечных бликов в конкретное время года и дня и при необходимости предусмотреть определенные меры защиты от ослепления ими водителей и пешеходов.

---

* Подробнее об этом см. Часть 2: Свет Солнца в архитектуре.

ЗАДАЧА №37. “Король любил наблюдать из беседки отражение заходящего Солнца на зеркальной глади бассейна”. Определить, в какое время дня и года король посещал беседку. Географическая широта места 50° (или 40°, 55°) с.ш. Выбрать один из вариантов ориентации плана: А, Б, В или Г, показать блик на воде.

Примечание: для простоты решения графический анализ производить, ориентируясь на ось бассейна.



Азимут оси бассейна в варианте А: 270º (З),
Б: 240º (ЮЗЗ),
В: 210º (ЮЮЗ),
Г: 180º (Ю),
N – север.

Рис. 37. Разрез и план парковой ситуации с бассейном и беседкой.

ЗАДАЧА №38. Определить с помощью солнечной карты, в какое время дня и года солнечный блик на зеркальном фасаде здания А мешает мастеру, работающему на столе перед окном в точке М. Географическая широта 55º (или 40°, 50°) с.ш. Вариант ориентации 1 или 2.

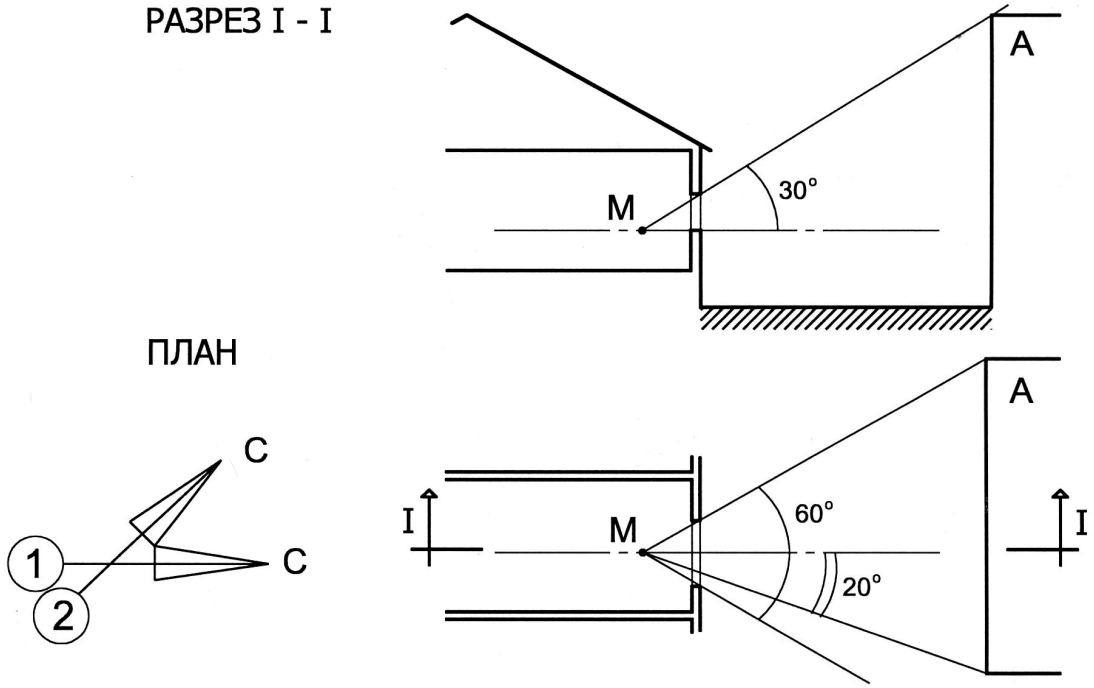


Рис. 38. Разрез и план расчетной ситуации.

ЗАДАЧА №39. Определить с помощью солнечной карты, в какое время дня и года солнечный блик на зеркальном фасаде здания А виден из точек М и Р? Географическая широта 55º с.ш. Вариант ориентации 1 или 2.

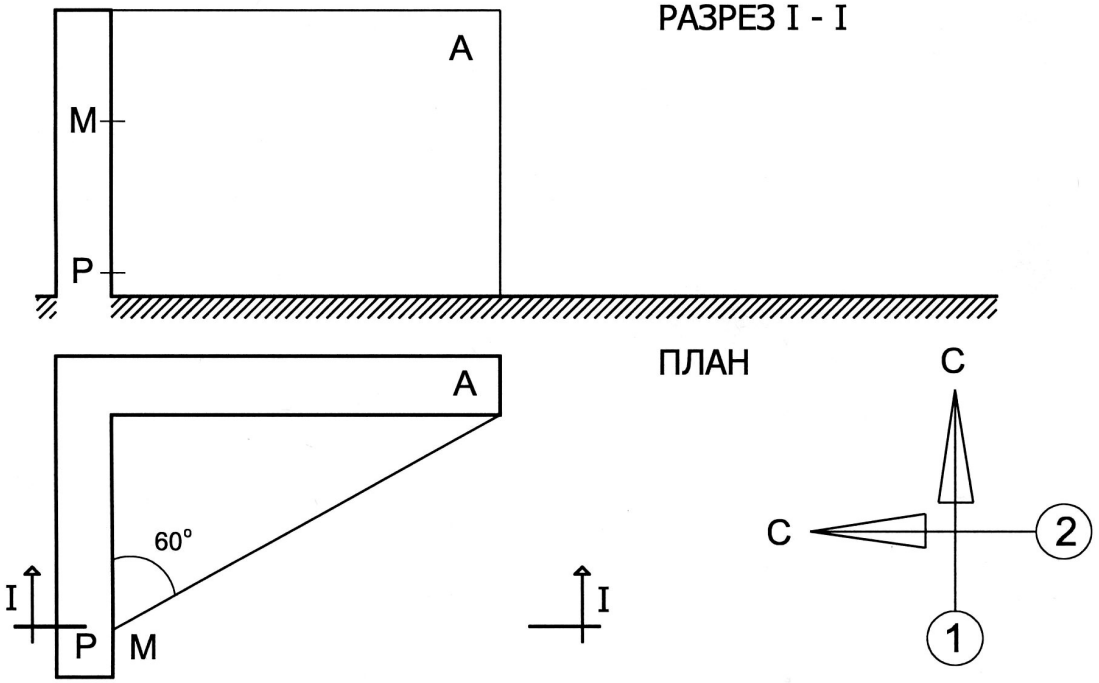


Рис. 39. Разрез и план расчетной ситуации.

ЗАДАЧА №40. Определить координаты Солнца на широте 55° в 14 часов в характерные дни года 22.06 (VI), 22.03 (III) и 09 (IX) и 22.12 (XII) (рис.40).

РЕШЕНИЕ. На солнечной карте нанесены горизонтальные проекции солнечной траектории на 22 число каждого месяца с фиксацией положения Солнца через каждый час на небосводе. По аналогии с Землей небесная полусфера разделена на широты от 0° (линия горизонта или внешняя окружность графика) до 90° (зенит небосвода, проекция которого в центре графика – точка О), что на карте отражено окружностями, проведенными через 10° *. Азимут Солнца в заданный момент определяется углом, отсчитываемым по часовой стрелке от северного меридиана до меридиана, проходящего через точку этого заданного момента (в данном случае – 14 часов) на траекториях VI, III-IX и XII. Высота стояния Солнца над горизонтом в градусах определяется по окружности, проходящей через эти же точки. Таким образом:

	22.06	22.03 и 09	22.12
- азимут Солнца A_{14} ……	227°	215°	208°
- высота стояния h_{14} ……	51°	29°	8°

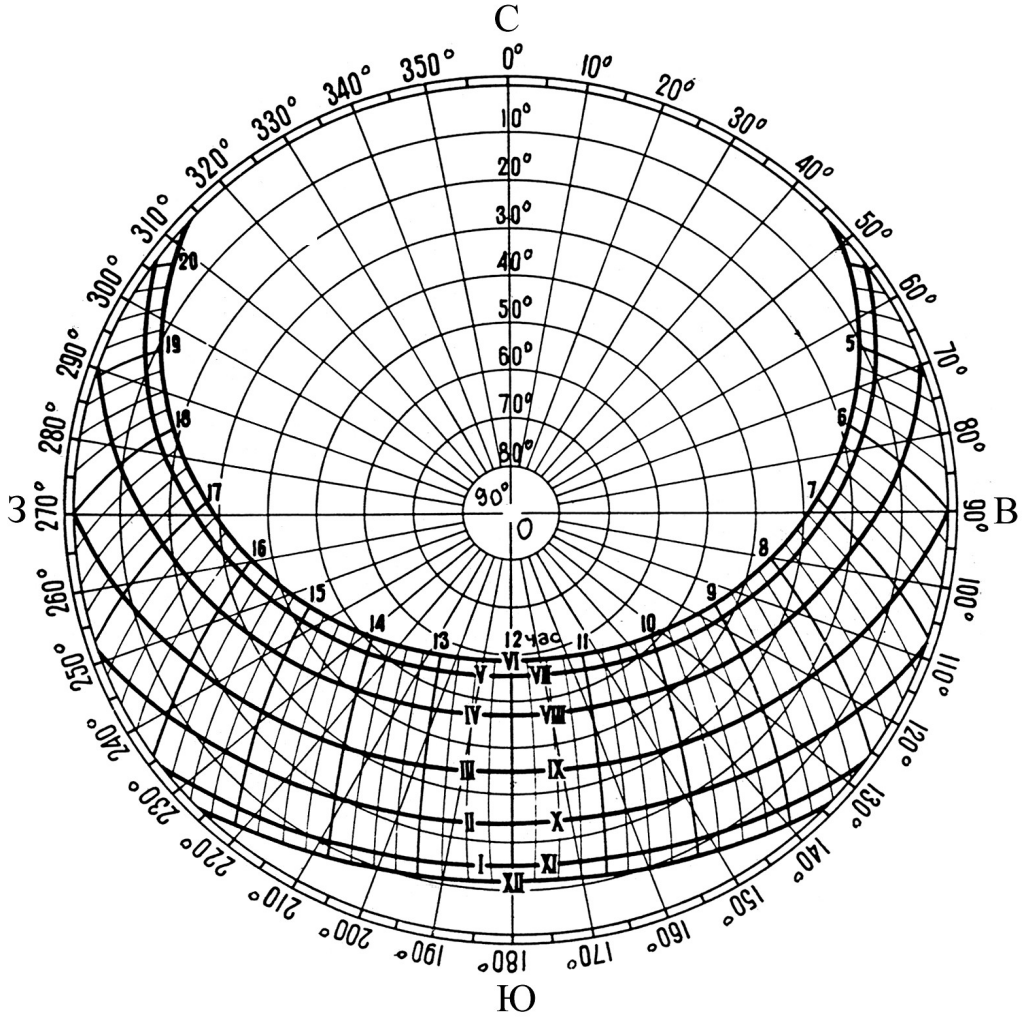


Рис. 40. Солнечная карта. Географическая широта φ = 55° с.ш.

* Существует три способа представления угловых параметров небосвода с траекториями Солнца на солнечных картах – см. Часть вторая: Свет Солнца в архитектуре.

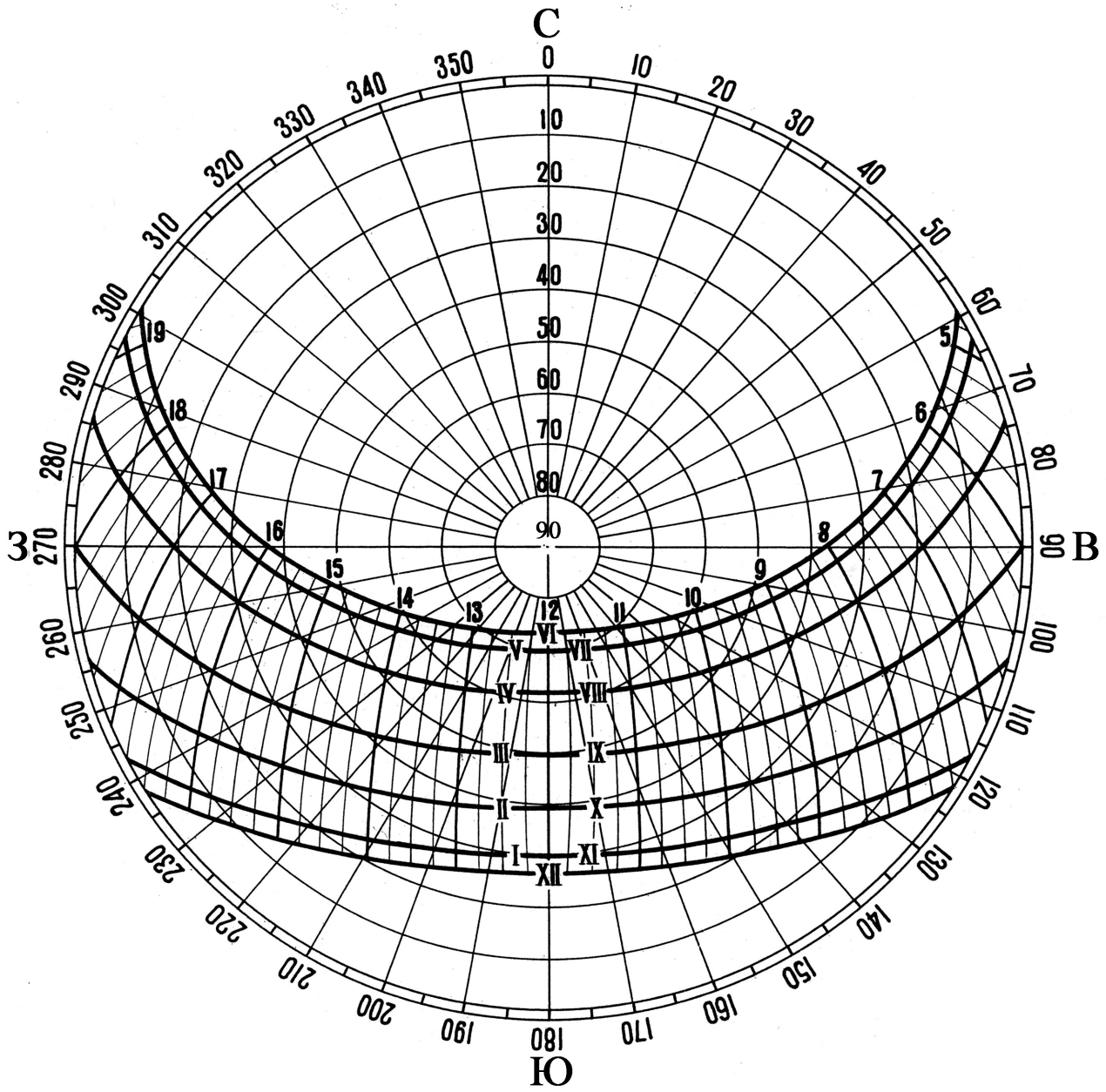


Рис. 41. Солнечная карта. Географическая широта φ = 40° с.ш.

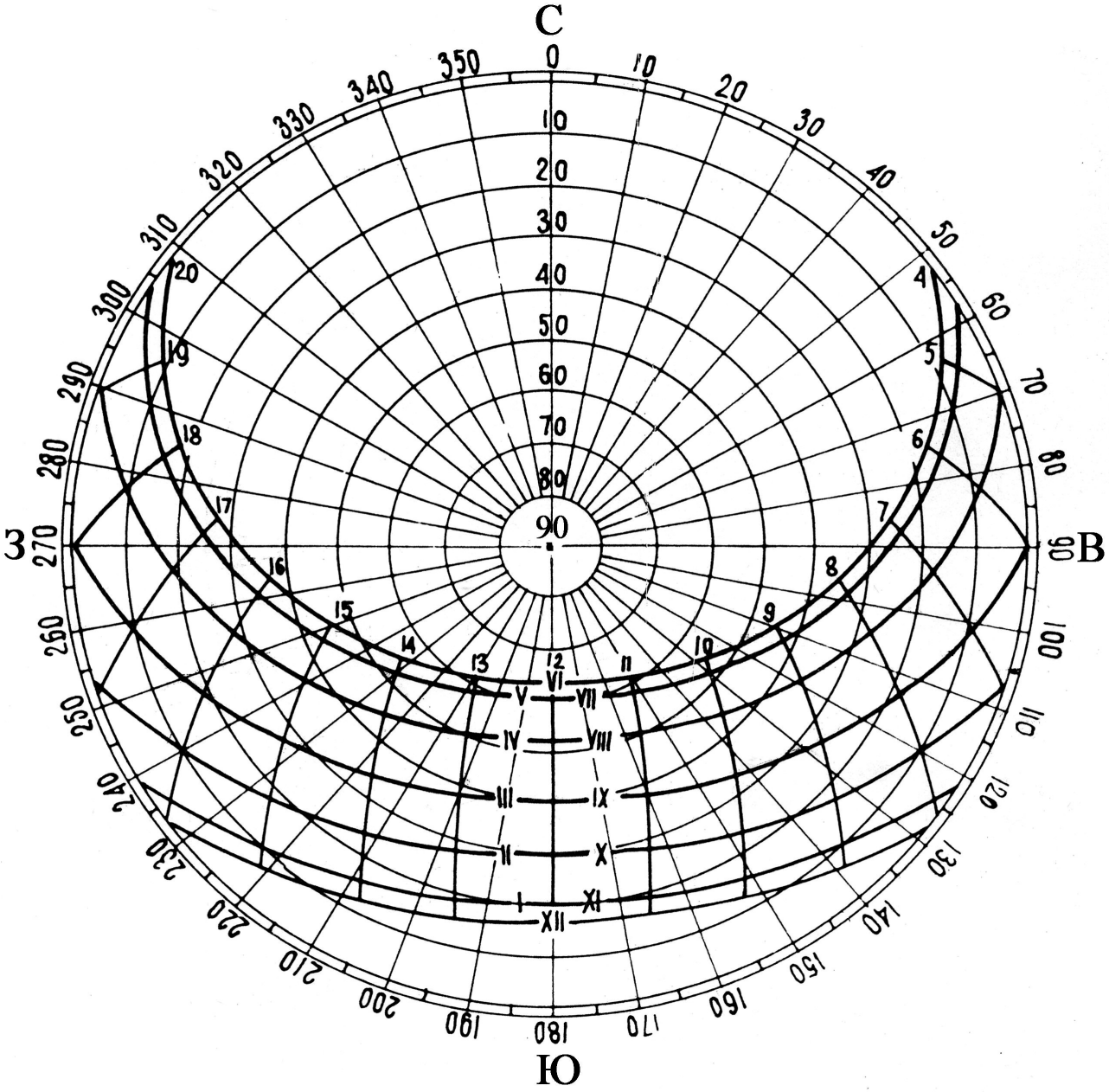


Рис. 42. Солнечная карта. Географическая широта φ = 50° с.ш.

Учебное издание

Николай Иванович Щепетков, д.арх., проф.

Сборник задач по архитектурной светологии
Часть третья: Освещение и зрительный комфорт в архитектуре

Издание подготовлено на кафедре
«Архитектурной физики»
(протокол заседания кафедры №10 от 26.04.11)

Подписано в печать 20.05.11
Формат 60x90/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 2,5.
Тираж 100 экз.

ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт
(государственная академия)»
107031, Москва, ул. Рождественка, д.11,
Тел.: (495) 625-50-82, (495) 624-79-90.