

**Белорусский национальный технический университет**  
Архитектурный факультет  
Кафедра «Архитектура производственных объектов  
и архитектурные конструкции»

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий кафедрой  
Морозова Е.Б.

\_\_\_\_\_ 2020 г.

СОГЛАСОВАНО  
Декан факультета  
Сардаров А.С.

\_\_\_\_\_ 2020 г.

Электронный учебно-методический комплекс  
по учебной дисциплине

**«АРХИТЕКТУРНАЯ ФИЗИКА»**

для специальностей:

1-69 01 01 «Архитектура»

1-69 01 02 «Архитектурный дизайн»

Составители: Шуляковская Н.Н., Миндюк Е.Г., Ковальчук О.И.

Рассмотрено и утверждено  
на заседании Совета архитектурного факультета 25 мая 2020 г.,  
протокол № 8

## **Перечень материалов**

Теоретический раздел ЭУМК «Архитектурная физика» для специальностей 1-69 01 01 «Архитектура», 1-69-01 02 «Архитектурный дизайн» содержит план-конспект, отражающий содержание курса по всем учебным темам дисциплины «Архитектурная физика», который сопровождается иллюстративными материалами к лекционному курсу.

Практический раздел ЭУМК «Архитектурная физика» для специальностей 1-69 01 01 «Архитектура», 1-69-01 02 «Архитектурный дизайн» содержит материалы для проведения лабораторных занятий и раскрывает тематику курсового проектирования.

Раздел контроля знаний содержит материалы текущей и итоговой аттестации, иные материалы, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, и представлен вопросами к зачету и экзамену.

Вспомогательный раздел представлен содержанием учебной программы по дисциплине, перечнем учебников и учебных пособий, рекомендуемых к использованию в образовательном процессе, методическими разработками по учебной дисциплине, перечнем справочной и вспомогательной литературы.

## Пояснительная записка

### *Цели ЭУМК*

Электронный учебно-методический комплекс «Архитектурная физика» разработан для специальностей 1-69 01 01 «Архитектура», 1-69 01 02 «Архитектурный дизайн» на кафедре «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции».

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов к получению теоретических знаний в области климатологии, архитектурной теплофизики, архитектурной светотехники и акустики, инсоляции и аэрации жилой застройки - необходимые для расчета и проектирования, приобретения навыков ведения научных исследований, инженерных расчетов в области аэрационных, акустических процессов и светотехнических явлений.

### *Основные задачи преподавания учебной дисциплины:*

а) получение студентами фундаментальных знаний об основах системно-творческого решения сложных архитектурно-графических задач; возможности решения задач по архитектурной физике на основе системно-пространственного мышления, развивающегося в процессе обучения как комплекса требований, изучения системы учебно-методических положений, учебных заданий, учитывающих индивидуальные особенности в проектной деятельности студентов;

б) приобретение студентами прикладных знаний по аэрации, инсоляции, акустике, теплотехническому расчету ограждающих конструкций и их использования при планировке и застройке городов.

### *Особенности структурирования и подачи учебного материала*

Основное содержание делится на разделы: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел представлен планом-конспектом лекций, иллюстрированными материалами к лекциям.

Практический раздел представляет темы лабораторных занятий и раскрывает тематику курсового проектирования.

Раздел контроля знаний содержит примерный перечень вопросов к экзамену.

Вспомогательный раздел содержит элементы учебно-методической документации, перечень учебников и учебных пособий, рекомендуемых к использованию в образовательном процессе, методические разработки по учебной дисциплине, перечень справочной литературы.

### *Рекомендации по организации работы ЭУМК*

Наиболее целесообразно построить работу с ЭУМК следующим образом: изучить тему занятия, прочитав текст, обязательно рассмотреть изображения, приведенные в приложении и относящиеся к изучаемой теме, затем ответить на проверочные вопросы по теме.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. <u>Теоретический раздел</u> .....	5
<u>Раздел I. Архитектурная климатология, теплофизика и акустика (шумозащита территорий)</u> .....	
<u>Раздел II. Акустика (внутренних пространств помещений) и архитектурная светотехника</u> .....	
2. <u>Практический раздел</u> .....	32
<u>Примерный перечень тем лабораторных занятий</u> .....	
<u>Примерный перечень тем курсовых работ</u> .....	
<u>Бланки заданий</u> .....	
3. <u>Раздел контроля знаний</u> .....	35
<u>Вопросы к зачету по курсу «Архитектурная физика»</u> .....	
<u>Экзаменационные вопросы по курсу «Архитектурная физика»</u> ...	
<u>Темы рефератов по курсу «Архитектурная физика»</u> .....	
<u>Примеры задач по курсу «Архитектурная физика»</u> .....	
4. <u>Вспомогательный раздел</u> .....	38
<u>Список учебников и учебных пособий</u> .....	39
<u>Список рекомендуемой литературы</u> .....	41

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## КРАТКИЙ ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### Раздел I. АРХИТЕКТУРНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ, ТЕПЛОФИЗИКА И АКУСТИКА (шумозащита территорий)

#### 1.1 Введение по разделу «Климатология»

Архитектурная физика. Архитектурная климатология. Цели и задачи архитектурной климатологии. Основы архитектурной климатологии: понятие климата, погоды, основные параметры влажного воздуха, понятие комфорта, климатическая типизация зданий. Климатические факторы и климатические условия: обводнение, озеленение, покрытие поверхности асфальтом и бетоном, плотность застройки. Влияние климата на решение градостроительных и архитектурно-технических задач. Экономическое значение климатических факторов в градостроительстве и эксплуатации зданий [1], [5].

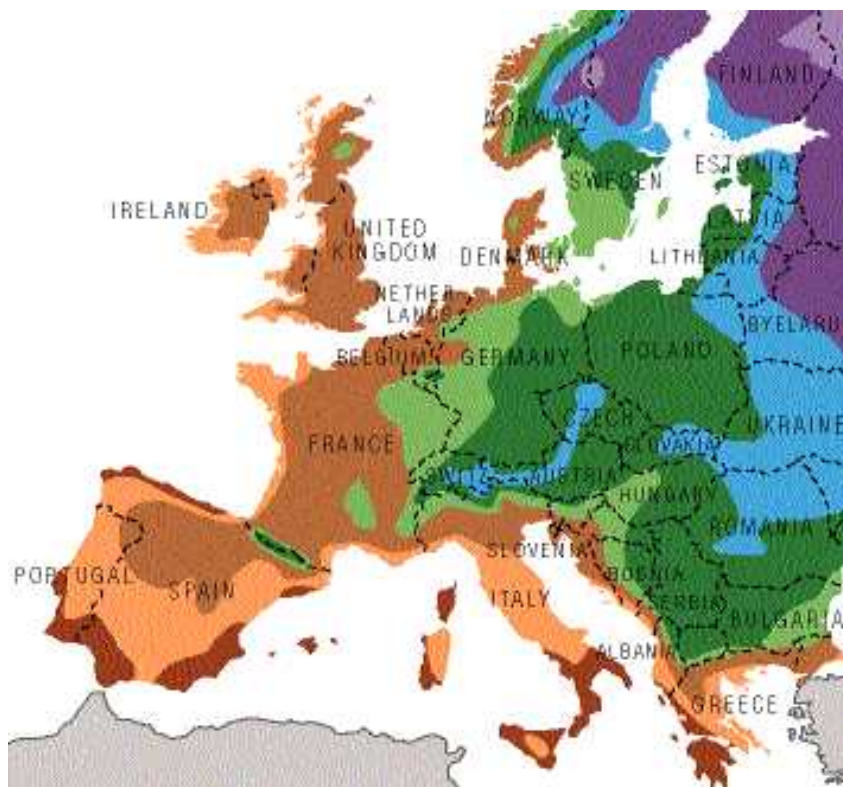


Рисунок 1.1. – Климатическая карта Европы.

#### 1.2 Климат. Климатическая типизация зданий

Климат Беларуси. Основная характеристика климата. Климат и его составляющие: состояние воздушной среды, максимальные и минимальные температуры воздуха и его влажность, осадки, ветра. Виды погоды. Микроклимат крупных городов: влияние плотности, этажности застройки на инсоляцию, силу и направление ветров, аэрацию улиц. Связь климатического районирования с типологией здания. Особенности жилища при комфортной, теплой, жаркой, прохладной, холодной погоде. Виды погоды. Определение среднесуточной температуры воздуха в условиях разных типов погоды [2], [3].

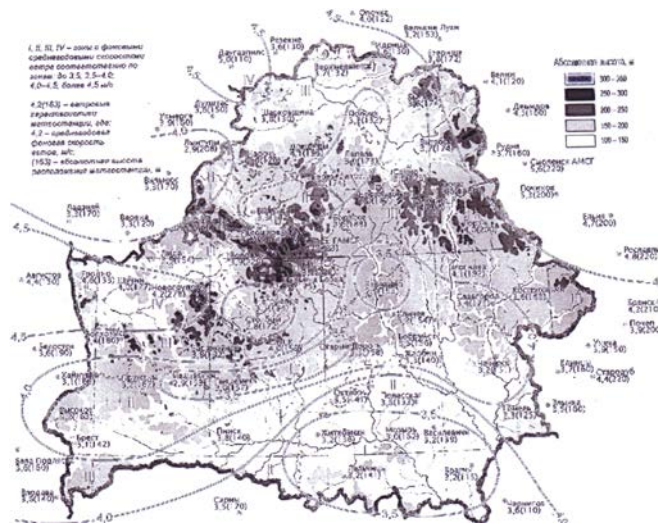


Рисунок 1.2. – Климатическая карта Беларуси.

Определение продолжительности отопительного сезона, зависимость эксплуатационных требований зданий и влияние планировочных решений зданий. Изучение фактической повторяемости определенных видов погоды. Связь климатического районирования с типологией зданий. Особенности погодных условий в республике Беларусь. Рельеф местности. Количество осадков в год. Основные параметры климата, определяющие погоду: влажный воздух, относительная влажность, парциальное давление водяного пара, давление насыщения. Характерные температуры наружного воздуха: среднемесячная температура, среднесуточная температура, разность температур средней температуры холодного месяца и средней температуры жаркого месяца. Климатическая типизация зданий.

*Жилище при комфортной погоде:* температура наружного воздуха, определение климатозащитной функции зданий, связь помещения с внешней средой, работа отопительного и охлаждающего оборудования, верхняя граница температуры наружного воздуха.



Рисунок 1.3. - Пример жилой застройки, комфортной для проживания при комфортной погоде.

*Жилище при теплой погоде:* температура наружного воздуха, определение климатозащитной функции зданий, связь помещения с внешней средой, работа отопительного и охладительного оборудования, верхняя граница температуры наружного воздуха, относительная влажность воздуха, наличие лоджии, веранды, террасы, открытые окна с обязательным использованием солнцезащиты. Использование механических вентиляторов. Борьба с перегревом.



Рисунок 1.4. - Пример жилой застройки, комфортной для проживания при теплой погоде.

*Жилище при жаркой погоде:* температура наружного воздуха, определение климатозащитной функции зданий, связь помещения с внешней средой, работа отопительного и охладительного оборудования, верхняя граница температуры наружного воздуха. Относительная влажность воздуха, гиперинсоляция, ветер, пыль, закрытые режимы эксплуатации, ширина корпуса зданий, использование в городской среде обводнения, озеленения и планировочных мероприятий для улавливания ночных ветров. Тепловая инерция зданий.



Рисунок 1.5. - Примеры жилой застройки, комфортной для проживания при жаркой погоде.

*Жилище при прохладной погоде:* температура наружного воздуха, определение климатозащитной функции зданий, связь помещения с внешней средой, работа отопительного и охладительного оборудования, верхняя граница темпе-

ратуры наружного воздуха, относительная влажность воздуха, защита человека от легкого охлаждения, оборудование жилища системой отопления малой мощности.



Рисунок 1.6. - Примеры жилой застройки, комфортной для проживания при прохладной погоде

*Жилище при холодной погоде:* температура наружного воздуха, определение климатозащитной функции зданий, связь помещения с внешней средой, работа отопительного и охладительного оборудования, верхняя граница температуры наружного воздуха, относительная влажность воздуха, закрытый режим эксплуатации, компактное объемно-планировочное решение зданий. Эффективность принятых архитектурных решений, теплопотери в условиях холодной погоды.

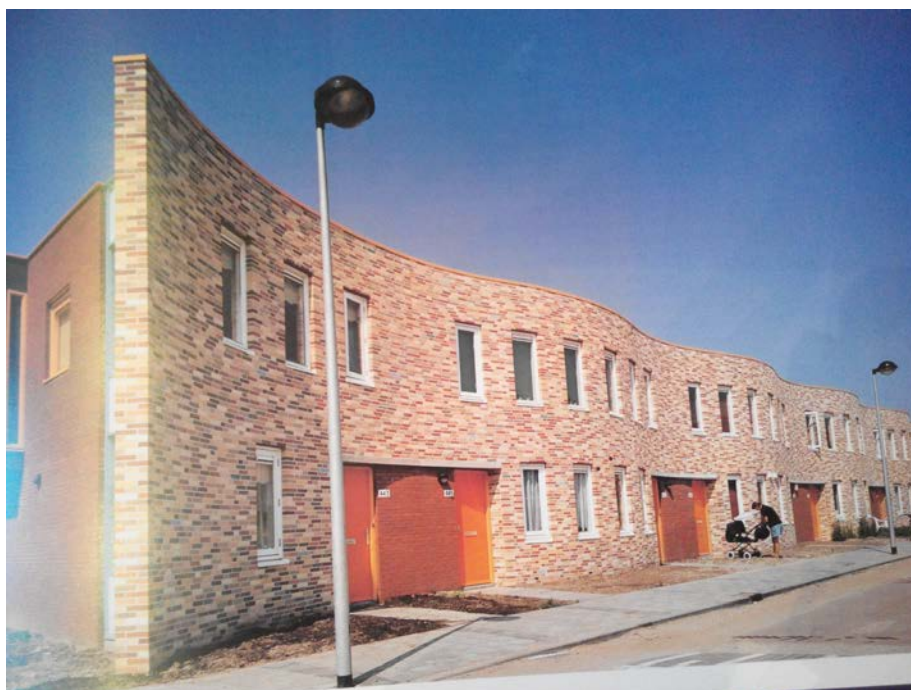


Рисунок 1.7. – Пример жилой застройки, комфортной для проживания при холодной погоде.

Формирование температуры помещений в летний период. Ориентация световых проемов, теплозащитные качества ограждающих конструкций, наличие солнцезащитных элементов в летний период[4].



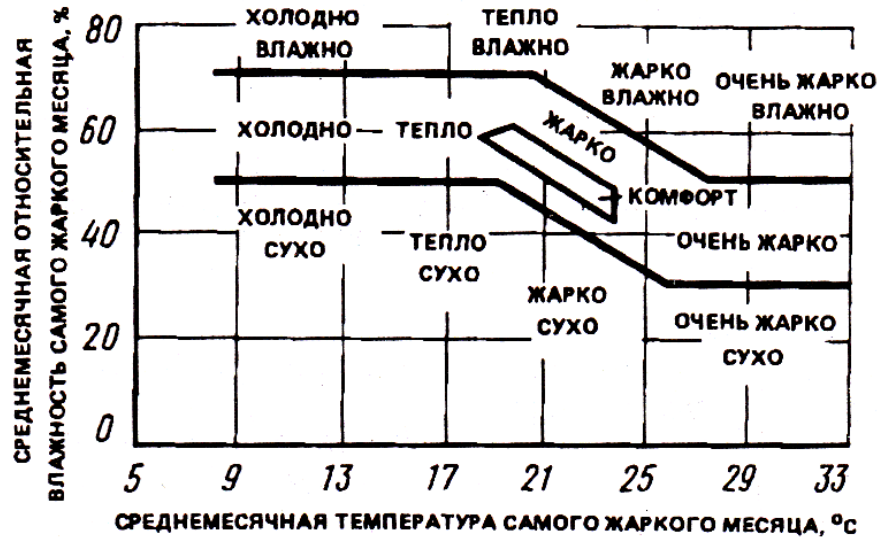


Рисунок 1.8. – График зависимости среднемесячной относительной влажности от температуры в самый жаркий месяц года.

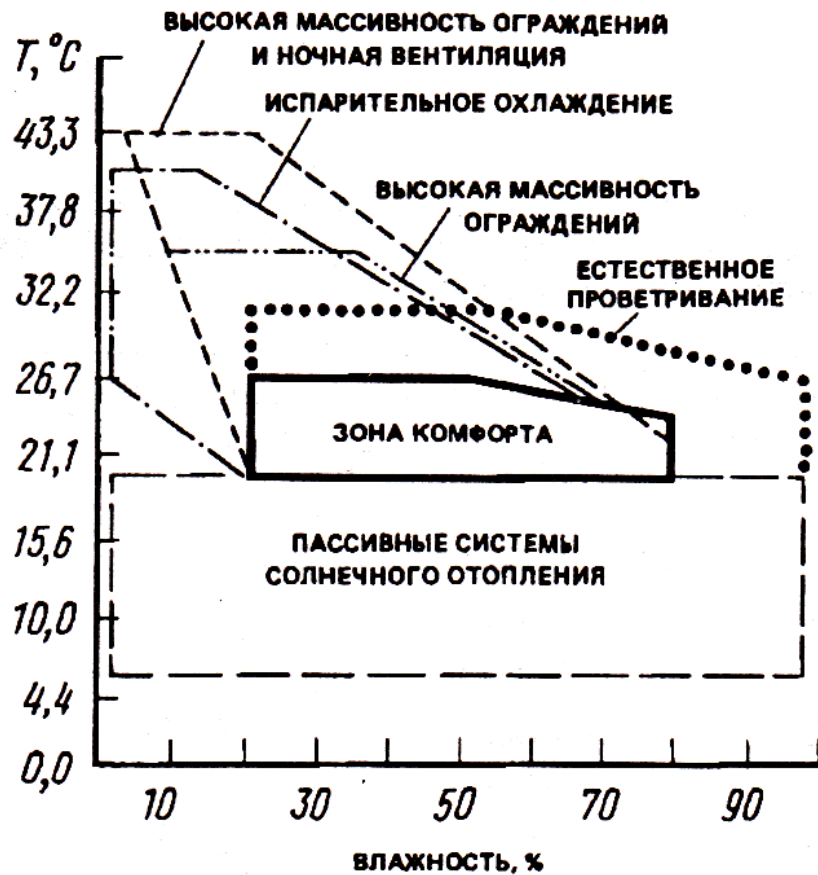


Рисунок 1.9. – График зависимости температуры от влажности для создания комфортных зон в жилье

Влияние архитектурно-планировочных решений и их влияние на снижение расходов на эксплуатационные затраты. Влияние увеличения ширины корпуса, увеличение этажности, применение теплозащитного стекла. Современный климат Беларуси.

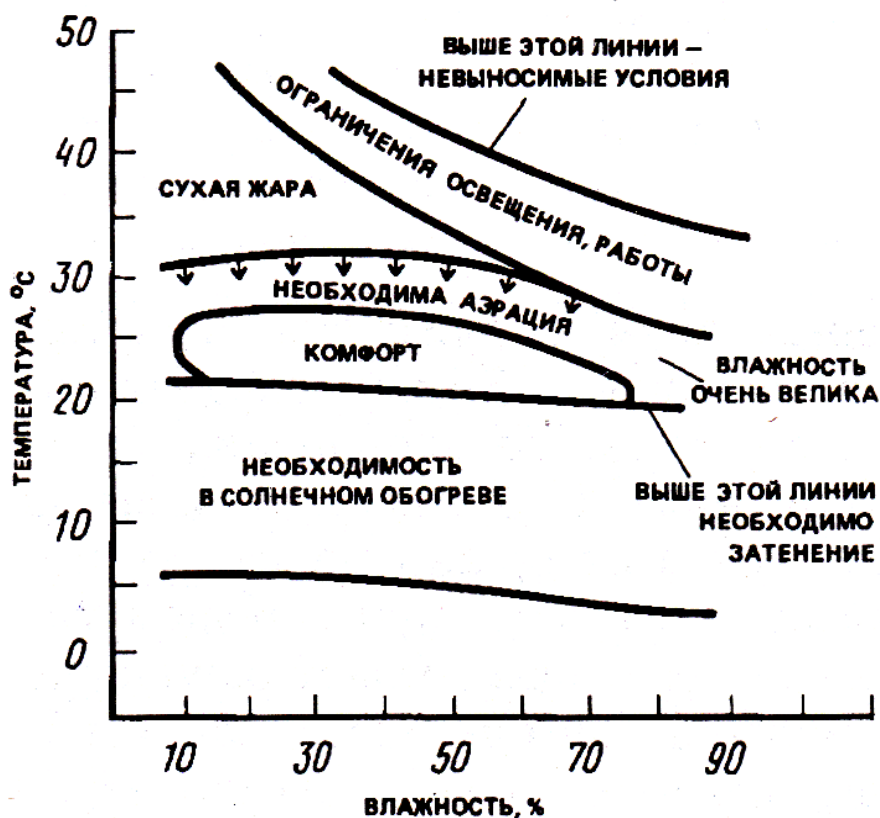


Рисунок 1.10. – График зависимости температуры от влажности при создании комфортных климатических условий.

Температурный режим Беларуси. Самый холодный месяц, самый жаркий месяц года. Перепады температуры в весенние и осенние периоды. Количество осадков. Агроклиматическое районирование[5].

### 1.3 Комфорт. Виды теплообмена. Теплообмен человека в замкнутом объеме.

Понятие комфорта. Тепловой комфорт. Способы отдачи тепла человеком в окружающую среду: конвекция, теплопроводность, излучение, испарение. Основные параметры микроклимата помещения и их роль в формировании теплового комфорта. Температура воздуха в рабочей зоне помещения. Радиационная температура внутренних поверхностей ограждения. Влажность воздуха и его гигиеническое состояние. Подвижность внутреннего воздуха. Число стандартных слоев одежды. Температура внутренних поверхностей стен. Температура пола. Температура стекла.

Формирование температуры помещения в летний период. Рекомендуемые температуры воздуха в помещениях в условиях жаркого сухого климата. Способы отдачи тепла человеком в замкнутом пространстве. Пороговая температура кожи человека. Зависимость нормирования оптимальных и допустимых параметров микроклимата помещения от физиологических показателей человека: температура тела, топография температур кожи на различных участках тела, градиенты температур кожи на туловище и конечностях, величина влагопотерь испарением, теплоощущение [19].

## 1.4 Аэрация жилой застройки

Архитектурно-строительная аэродинамика. Аэрация. Аэрация зданий. Инфильтрация. Эксфильтрация. Ветер. Причины возникновения ветра. Ветровое давление. Основные характеристики ветра: роза ветров по скорости и повторяемости.



Рисунок 1.11. – График зависимости температуры воздуха от скорости ветра

Господствующее направление ветра. Влияние рельефа местности на скорость и направление ветра. Изменение скорости ветра по высоте над уровнем земли. Ветровой режим на территории Беларуси. Зависимость значений коэффициентов и углов трансформации от геометрических характеристик преград и шероховатостей. Теоретическая модель процесса трансформации. Классификация шероховатости подстилающей поверхности, влияющая на изменение воздушного потока.

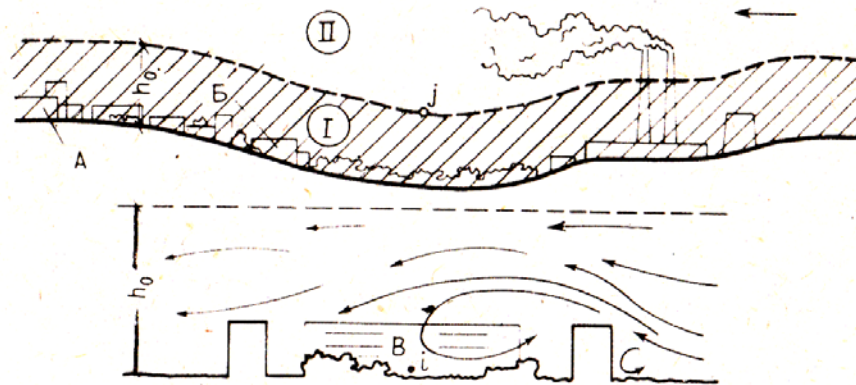


Рисунок 1.12. – Организация процесса трансформации воздушного потока.

I – нижний ярус;  
 II – верхний ярус; A – гипершероховатость; B – макрошероховатость;  
 B – микрошероховатость

Характер обтекания воздушным потоком зданий различных форм. Параметры жилых зданий. Формирование воздушных потоков на границе населенных мест, структура населенных мест. Оценка ветрового режима проектируемой застройки (локальные розы ветров).

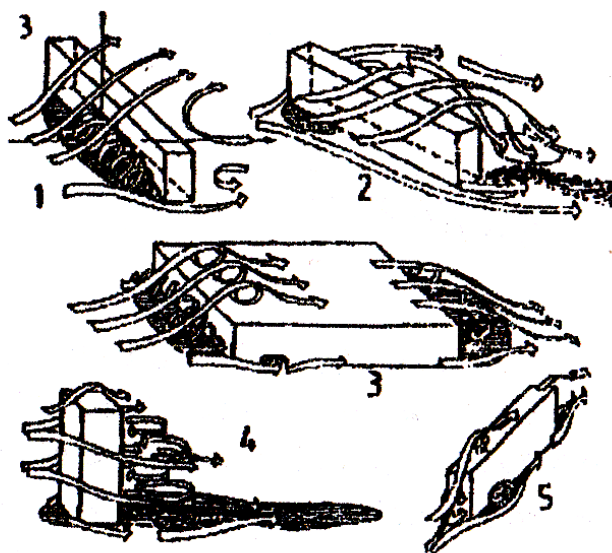


Рисунок 1.13. - Схемы обтекания воздушным потоком зданий различного типа. 1, 2, 5 – здания линейного типа; 3- плоское линейного типа; 4 – здание башенного типа. 1,3,4 - обтекание воздушным потоком под углом 90 градусов; 5 - обтекание воздушным потоком под углом 0 градусов; 2 - обтекание воздушным потоком под углом 45 градусов

Санитарная зона. Влияние элементов благоустройства и зеленых насаждений на скорость ветра. Воздухопроницаемость зеленых насаждений и элементов благоустройства. Продуваемая полоса. Ажурная полоса.

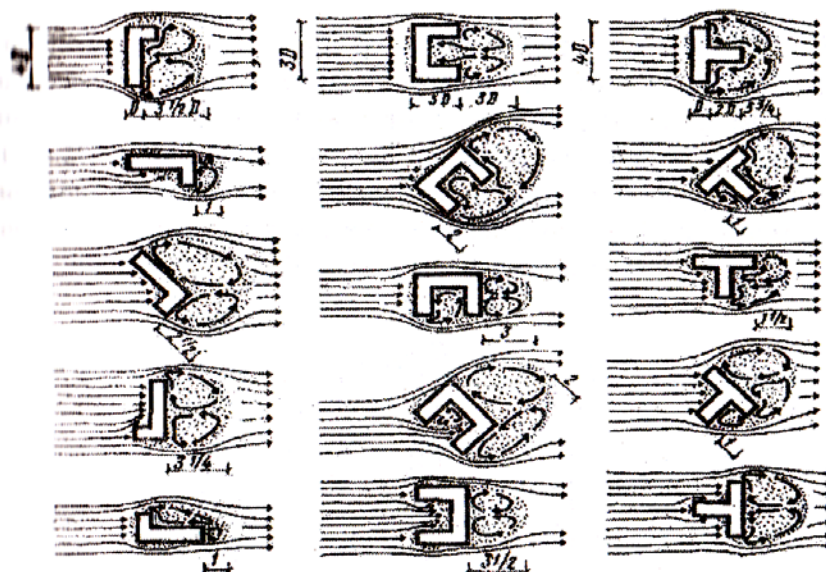


Рисунок 1.14. - Схемы обтекания воздушным потоком зданий Г, П, Т-образной формы.

Характерные аэродинамические эффекты городской застройки: эффект Вентури, эффект связи, эффект канализации, эффект ячейки, эффект пирамиды[4], [15], [17].

### 1.5 Инсоляция

Определение понятия «Инсоляция». Солнечная радиация: ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная. Радиация прямая, диффузионная, поглощенная и

отраженная. Тепловое, световое и биологическое действие солнечной радиации. Отрицательное и положительное влияние солнечной радиации на микроклимат населенных мест и зданий. Зависимость инсоляции от: широты местности, ориентации здания, времени года, высоты стояния солнца, конфигурации и размеров оконных проемов, плотности застройки, наличия склонов, их ориентации и наличия угла склона, высоты местности над уровнем моря, отражающей способности подстилающего слоя.

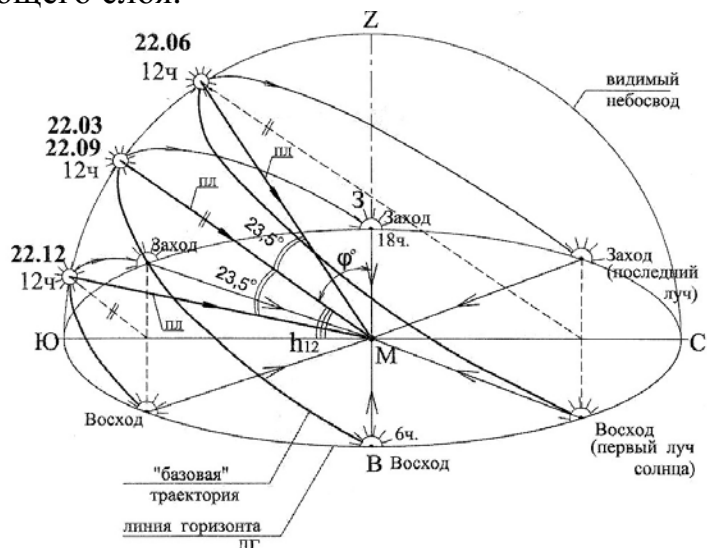


Рисунок 1.15. - Солнечные траектории и характерные лучи (восход, полдень, заход) в дни весенне-осеннего равноденствия и летнего и зимнего солнцестояния.

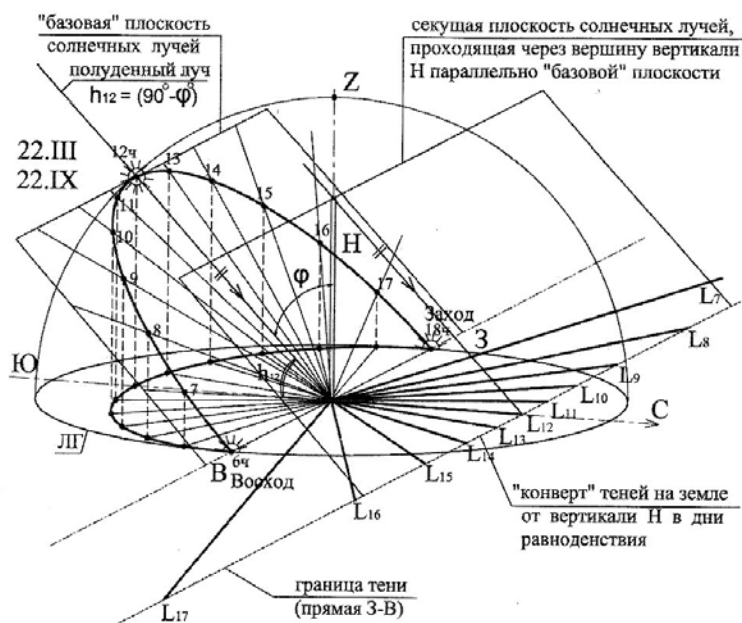


Рисунок 1.16. – Стереон солнечных лучей в дни равноденствия и образование («конверт») теней на земле от вертикали N

Тенеобразование. Площадь конверта теней. Норма продолжительности инсоляции. Время начала и конца инсоляции. Координаты солнца.

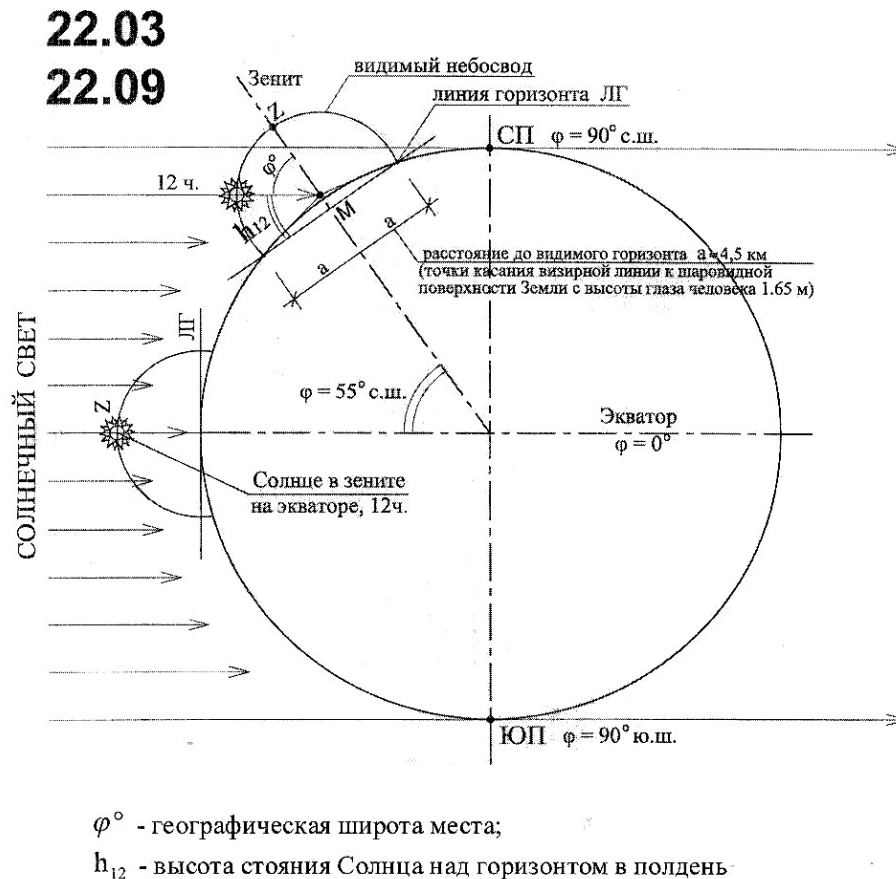


Рисунок 1.17. – Координаты солнца.

Высота стояния солнца. Азимут. Угол склонения. Широта местности. Траектория движения солнца. Ориентации окон дома. Благоприятные ориентации фасадов зданий. Анализ продолжительности инсоляции в зависимости от оси здания. Выбор планировки застройки. Группы солнцезащитных средств: архитектурно-планировочные, конструктивные солнцезащитные устройства, технические средства.

Учет в архитектуре и градостроительстве влияния природно-климатических факторов. Санитарно-гигиенические требования к инсоляции территории. Координаты солнца. Характерные траектории движения солнца [4], [15], [17], [18].

### 1.6 Введение по разделу «Теплофизика»

Цели и задачи строительной теплофизики. Комфорт. Составляющие комфорта: чистота и состав воздушной среды, акустический комфорт, световой комфорт, тепловой комфорт, цветовой комфорт, психологический комфорт. Нормируемые параметры помещения: температура воздушной среды, относительная влажность воздуха, скорость воздуха, температура внутренних поверхностей, температура пола, тепловая активность пола [19], [20].

Теплотехнические свойства наружных ограждений зданий, их влияние на поддержание комфортных условий в помещениях. Энергосбережение и экология среды [21].

### 1.7 Теплопередача в ограждении

Теплопередача в ограждении. Разность температур в среде. Теплопередача через ограждение в холодный и теплый период. Температурное поле. Виды переноса теплоты через наружные ограждения. Стационарные и нестационарные условия [22].

Теплотехнические свойства строительных материалов. Теплопроводность. Передача тепла теплопроводностью в твердой, жидкой и газообразной средах. Конвективный теплообмен. Конвекция в жидкой и газообразной средах. Конвекция естественная и вынужденная.

Лучистый теплообмен. Излучение в газообразной среде или в пустоте.

Теплопроводность. Теплопередача через однослойную плоскую стенку при стационарных условиях. Термическое сопротивление. Расчет многослойной стенки. Теплотехника воздушных прослоек (замкнутые и вентилируемые). Определение термического сопротивления сложных конструкций.

Температурное поле. Распределение температур на границах и в толще конструкции. Стационарное температурное поле[26].

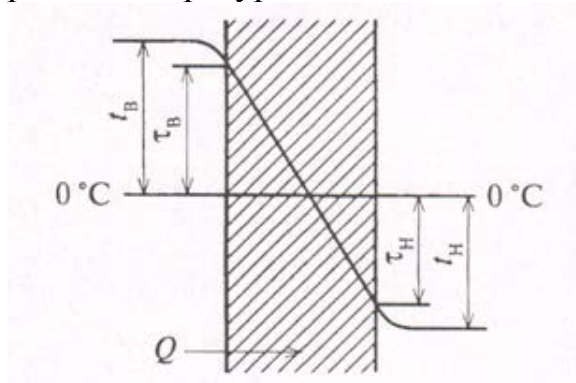


Рисунок 1.18. – Изменение температуры в однородной стене.

### 1.8 Расчет ограждений

Теория теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Градиент температуры. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальные уравнения Фурье. Теплопроводность через многослойную стенку при стационарных условиях[23], [26].

Нормирование термического сопротивления ограждения. Расчет толщины тепловой изоляции наружных ограждений. Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха[27].

### 1.9 Теплоустойчивость

Конвективный теплообмен между средой (жидкость, газ, пар) и твердой поверхностью. Зависимость передачи теплоты от молекулярного переноса жидкости или газа, от характера движения жидкой или газообразной среды, ее плотности, вязкости и температуры, состояния поверхности твердого тела, величины температурного перепада между жидкостью или газом и поверхностью и пр. Конвекция свободная (естественная), вынужденная (искусственная).

Лучистый теплообмен (теплопередача излучением). Молекулярные и внутриатомные процессы.

Теплопередача. Перенос теплоты из одной среды в другую через разделительную стенку. Коэффициенты и сопротивления теплоотдаче. Термическое сопротивление ограждения. Тепловая инерция ограждающей конструкции.

Теплоусвоение материалов и внутренней поверхности ограждений. Тепловая инерция. Теплоустойчивость ограждений, ее нормирование и расчет по летним и зимним условиям[25].

### 1.10 Воздухопроницаемость

Тепловой и ветровой напор. Инфильтрация. Эксфильтрация. Коэффициент воздухопроницаемости материалов. Методы определения сопротивления воздухопроницаемости. Зависимость массового потока воздуха (скорости фильтрации, массового расхода) через воздухопроницаемую строительную конструкцию от перепада давления воздуха на поверхностях конструкции.

Принцип измерения воздухопроницаемости строительных конструкций и материалов. Взаимосвязь влажностного режима наружных ограждений с теплотехническим режимом (влажности строительных материалов и теплопроводности). Причины появления влаги в наружных ограждениях: строительная влага, грунтовая влага, атмосферная влага, производственная влага, гигроскопическая влага, конденсация влаги из воздуха[24].

### 1.11 Тепловлажностный режим ограждений

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Величина парциального давления водяного пара.

Влажностный режим ограждений и его влияние на теплозащитные качества. Пути попадания влаги в ограждения и мероприятия по защите ограждений. Конденсация влаги на внутренней поверхности ограждения.

Конденсация водяного пара в толще наружного ограждения. (паропроницание через стенку).

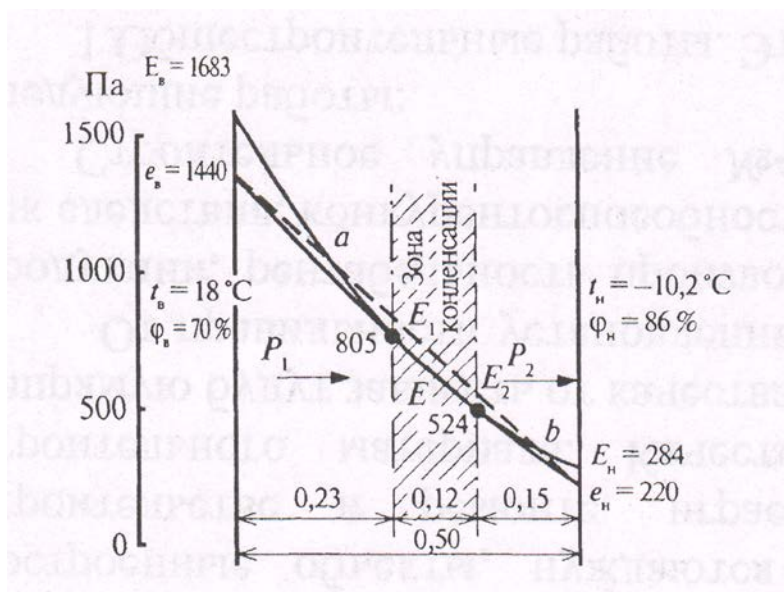


Рисунок 1.19. – Определение границ зоны конденсации в сплошной легковесной стене.



Конденсация влаги на поверхности ограждения. Точка росы. Диффузия водяного пара через ограждение.

Паропроницаемость материалов. Конденсация водяного пара в толще ограждения. Способы снижения риска конденсации водяного пара в ограждении. Меры против конденсации влаги на поверхности ограждения. Сорбция и десорбция. Меры против конденсации влаги в ограждении. Влажностный режим бесчердачных покрытий [26].

### 1.12 Архитектура и теплофизика

Вопросы теплотехники при реконструкции и ремонте зданий. Определение толщин теплоизоляционных материалов, обеспечивающих необходимые теплозащитные качества ограждений в расчетный период года, и последующая проверка и последующая проверка конструкций по условиям другого (жаркого или холодного) периода. Современные тенденции в строительной теплофизике. Новые теплоизоляционные и отделочные материалы [26].

### 1.13 Борьба с шумом в градостроительстве Шумовые карты городских территорий.

Шум – определение. Задачи акустики в градостроительстве. Классификация шума: по частотам, по времени, по интенсивности. Методы оценки шума. Шумовые характеристики источников. Шум от транспортного потока. Эквивалентный уровень звука.

Расчет шумовой карты территорий, определение уровня звукового давления, значение уровней шума для эксплуатируемых жилых территорий и сравнение его с нормативным [11].

### 1.14 Влияние уровня звукового давления, экранирующих элементов на внутриквартальную застройку.

Шумовая карта территории. Значение влияния уровня шума от магистралей на внутриквартальную застройку[45].

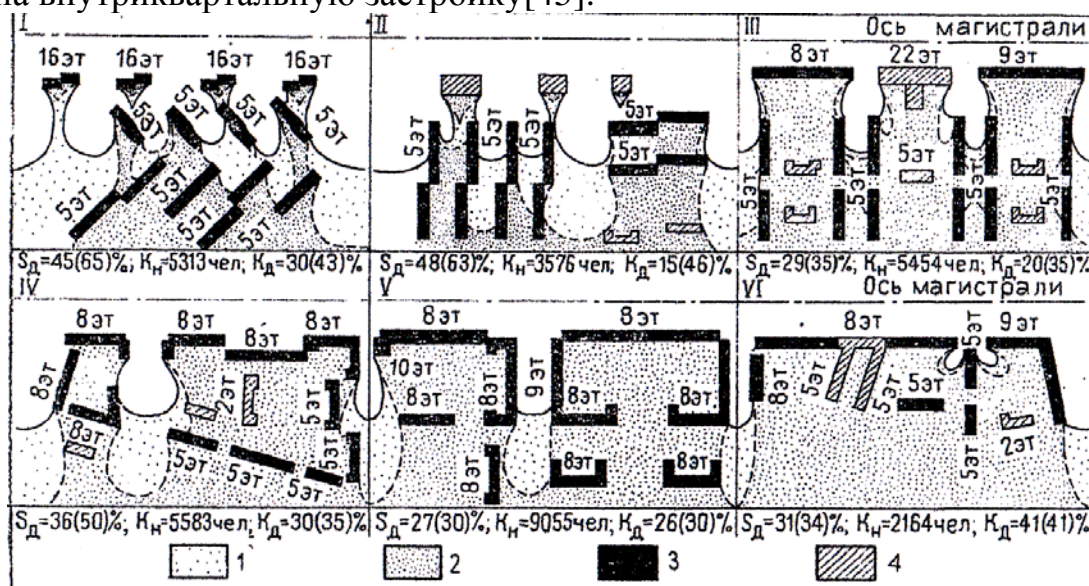


Рисунок 1.21. - Пример квартальной застройки с характеристиками использования жилого фонда

Уровни звукового давления в зоне пешехода и способы защиты от шума для летнего и зимнего периода;

Уровни звукового давления у фасадов зданий и выбор конструкции оконного заполнения. Шумозащитные экранирующие элементы для внутриквартальной застройки [46].

Защитные расстояния. Экранирующие устройства. Земляные валы[47].

## Раздел II. АКУСТИКА (внутренних пространств помещений) И АРХИТЕКТУРНАЯ СВЕТОТЕХНИКА

### 2.15 Архитектурная акустика. Акустические расчеты в архитектуре. Распространение звука в помещениях. Акустика закрытых архитектурных пространств.

Задачи акустики при решении объема в общественных зданиях, акустика внутренних помещений зданий, требования к поверхностям. Акустика зала. Выбор формы зала. Выбор звукопоглощающих материалов. Задачи акустического комфорта в жилых зданиях. Звук. Звуковая волна. Длина волны. Амплитуда. Период колебания. Частота. Скорость звука. Частота звуковых волн. Звуковое давление. Сила звука. Громкость. Уровень громкости [12], [43], [44].

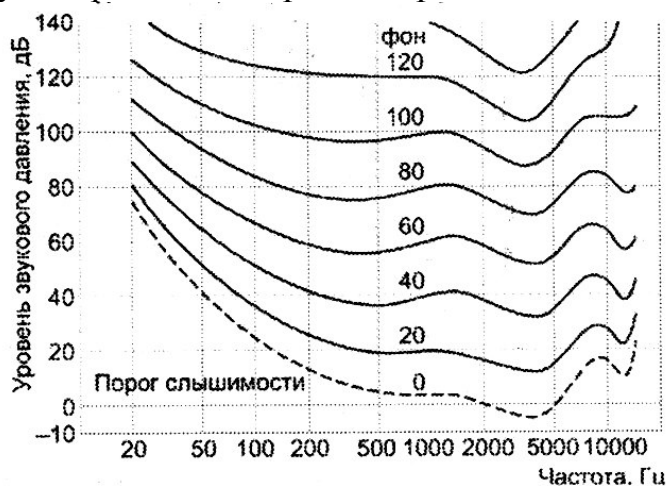


Рисунок 1.22. - Зависимость уровня громкости от звукового давления и частоты.

Уровень силы звука. Уровень звукового давления. Звукопоглощение. Диффузное звуковое поле. Звукопоглощение. Коэффициент звукопоглощения. Эквивалентная площадь звукопоглощения. Виды отражений и характеристики отражающих поверхностей. Требования к поверхностям. Свойства звуковой волны. Интерференция. Дифракция. Звуковое поле. Основные характеристики звукового поля.

Расчет реверберации, определение основных характеристик звука (длина волны, амплитуда колебаний, скорость звука, период колебаний, частота и т.д.). Ранние отражения. Влияние на акустические качества зала различных поверхностей. Основные требования к размерам, формам залов в плане для формирования хороших акустических качеств. Анализ геометрической формы зала в плане[14].

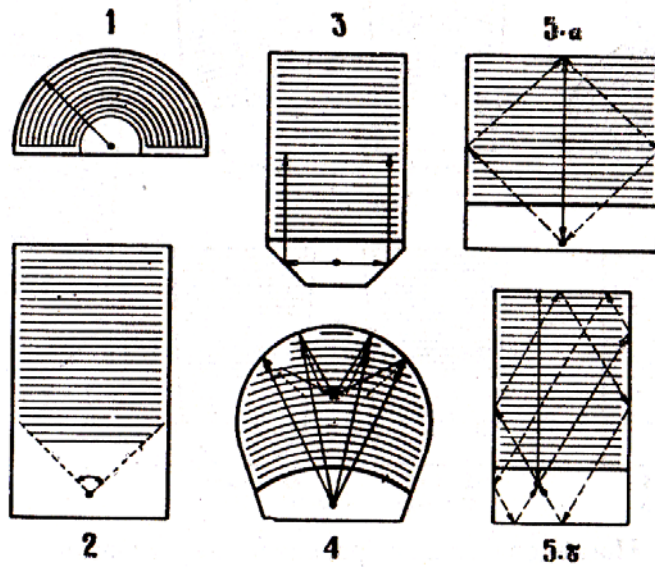


Рисунок 1.23 - – Примеры основных форм планов залов

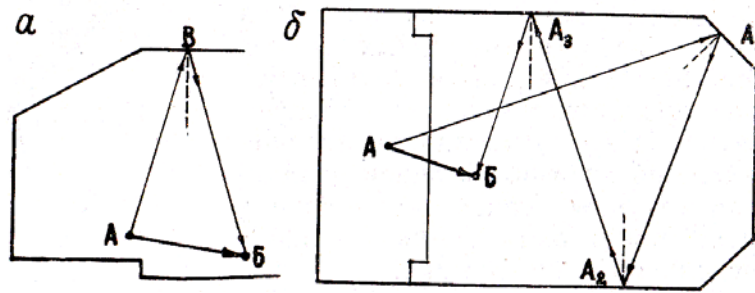


Рисунок 1.24. – Возможность образования явления эхо  
Акустические дефекты: эхо, порхающее эхо, фокус и т.д.

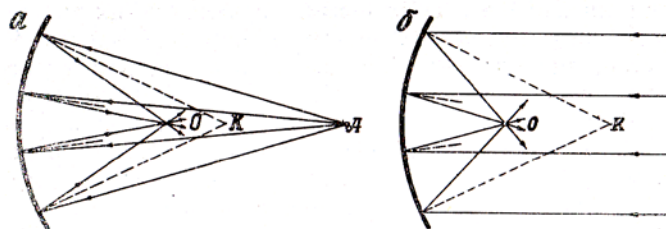


Рисунок 1.25. – Отражение звука от сферической поверхности: а) источник звука находится в точке А; б) источник звука удален в бесконечность

Принцип построения профиля потолка. Формулы Себина и Эйринга. Стандартное время реверберации. Расчет необходимого количества первично-отраженных звуковых лучей от потолка.

Коэффициент разборчивости речи[40].

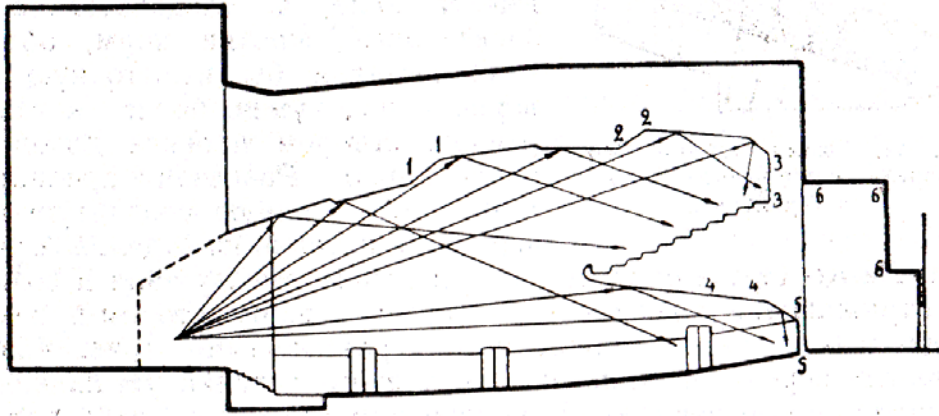


Рисунок 1.26. – Рекомендуемая схема построения профиля потолка резеза театра

## 2.16 Защита помещений от проникающего шума.

Нормативные требования к звукоизоляции ограждающих конструкций. Типы ограждающих конструкций, применяемые в строительстве. Последовательность выполнения расчета звукоизоляции ограждающих конструкций. Методика определения нормируемых параметров звукоизоляции. Методика определения индекса изоляции воздушного шума  $R_w$ .

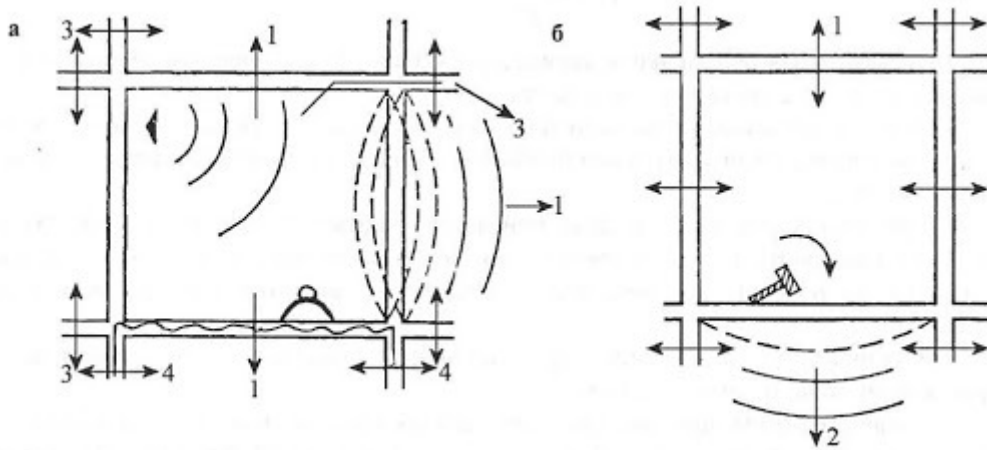


Рисунок 1.27. – Распределение воздушного (а), ударного (б)

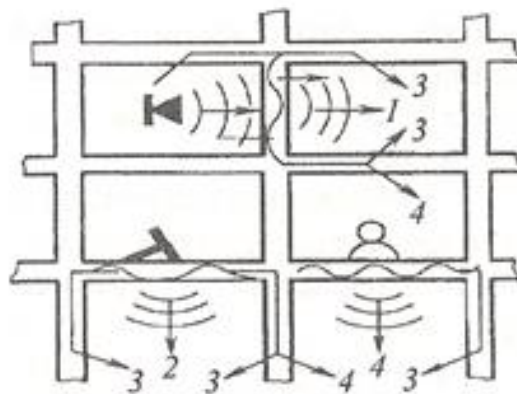


Рисунок 1.28. – Распределение структурного шума в здании: 1 и 2 – прямые пути передачи звука, 3 – косвенные; 4 – структурные.

Методика определения звукоизоляции наружных ограждений  $R_{A.тран.}$ , дБА. Методика построения частотных характеристик различного типа

ограждающих конструкций (однослойных тонких, акустически однородных и акустически неоднородных). Расчет изоляции воздушного шума междуэтажным перекрытием (для различных типов перекрытий). Расчет изоляции ударного шума междуэтажным перекрытием (для различных типов перекрытий) [13], [41], [42].

### 2.17 Введение по разделу светотехника

Цель и задачи архитектурной светотехники. Источники естественного света. Особенности солнечного и диффузного освещения. Обеспечение хорошей различимости с больших расстояний архитектурных доминант и ансамблей (задача градостроительного масштаба); обеспечение различимости отдельных объектов, их объемного и цветового решения при наблюдении со средних и близких дистанций; сохранение художественного образа ансамбля, здания, интерьера при переходе от проекта к натуре.

Санитарно-гигиенические свойства естественного освещения. Значение освещения в эксплуатации зданий [6], [8].

### 2.18 Инсоляция зданий и населенных мест

Солнечная радиация и факторы, определяющие ее интенсивность. Нормирование инсоляции помещений различного назначения. Параметры инсоляции помещений: площадь облучения, интенсивность, продолжительность. Зависимость планировки здания от его ориентации по сторонам горизонта. Благоприятные ориентации фасадов зданий. Определение назначения здания, назначение помещения, Азимута захода и восхода солнца.

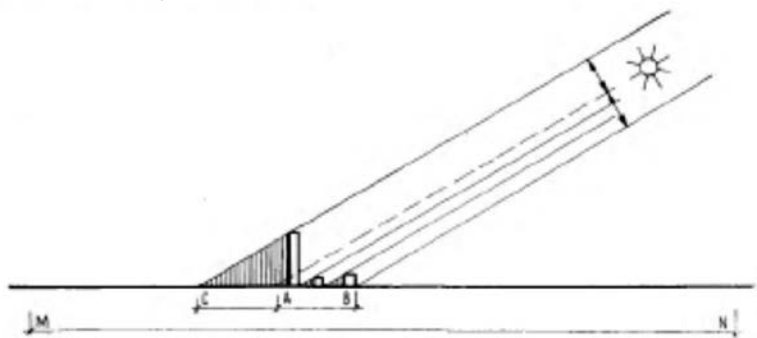


Рисунок 1.29. – Проектирование слишком высоких зданий приводит к ухудшению условий инсоляции соседних территорий

Влияние условий инсоляции на планировочную структуру населенных мест, расположение и ориентация зданий на участке застройки, их этажность и разрывы между ними. Определение участков территории с полугодичным и годичным затенением, если таковые имеются. Полугодичное затенение участков с сентября по марту не должно превышать 10% площади свободной от застройки.

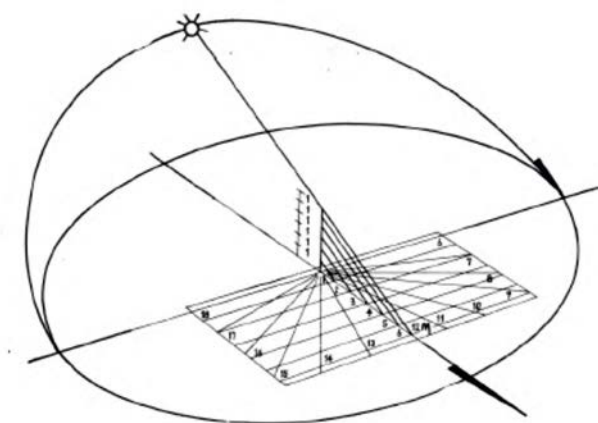


Рисунок 1.30. – Эскиз по определению линий, показывающих направление положения солнца в определенные часы и принцип работы солнечной линейки

Для территорий детских игровых площадок, спортивных площадок и зон отдыха жилых домов, площадок детских дошкольных учреждений, спортивной зоны, зоны отдыха общеобразовательных школ и школ-интернатов, профессионально-технических училищ не менее 3 часов непрерывной инсоляции на 50% площади участка (50% затенения). В условиях многоэтажной застройки (9 и более этажей) - одноразовая прерывность инсоляции жилых помещений при условии увеличения суммарной продолжительности инсоляции на 0,5 часа в течение дня.

Выбор планировки застройки. Требования к продолжительности инсоляции территории. Ориентация оси здания по сторонам света. Относительное расположение существующих зданий. Особенности рельефа[4], [9], [10].

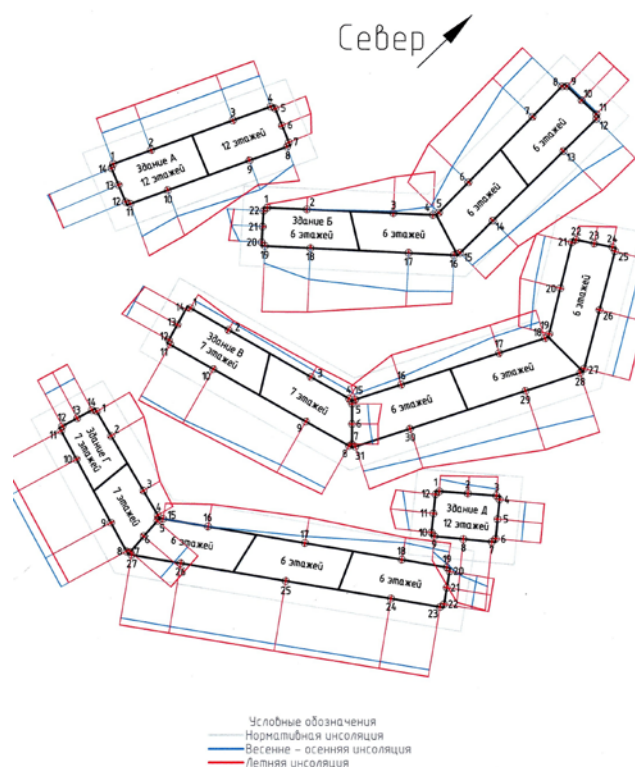


Рисунок 1.31. – Инсографик продолжительности инсоляции на фасадах зданий

## 2.19 Архитектурно-планировочные и конструктивные приемы защиты от инсоляции

Рекомендуемые ориентации зданий в зависимости от назначений. Группы солнцезащитных средств: архитектурно-планировочные, конструктивные солнцезащитные устройства, технические средства.



Рисунок 1.32. – А - Определение теневого угла окна на плане помещения.

Влияние формы и размеров окна на инсоляцию помещения. Солнцезащитные устройства (далее СЗУ) и их функции. Расчет и проектирование СЗУ. Метод проекции Калотты.

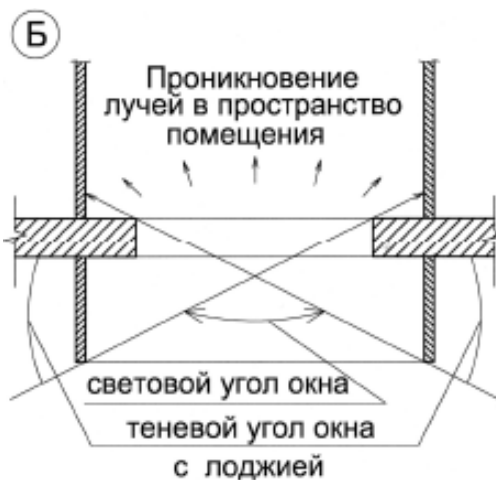


Рисунок 1.33. – Б - Определение теневого угла окна на плане помещения с лоджией

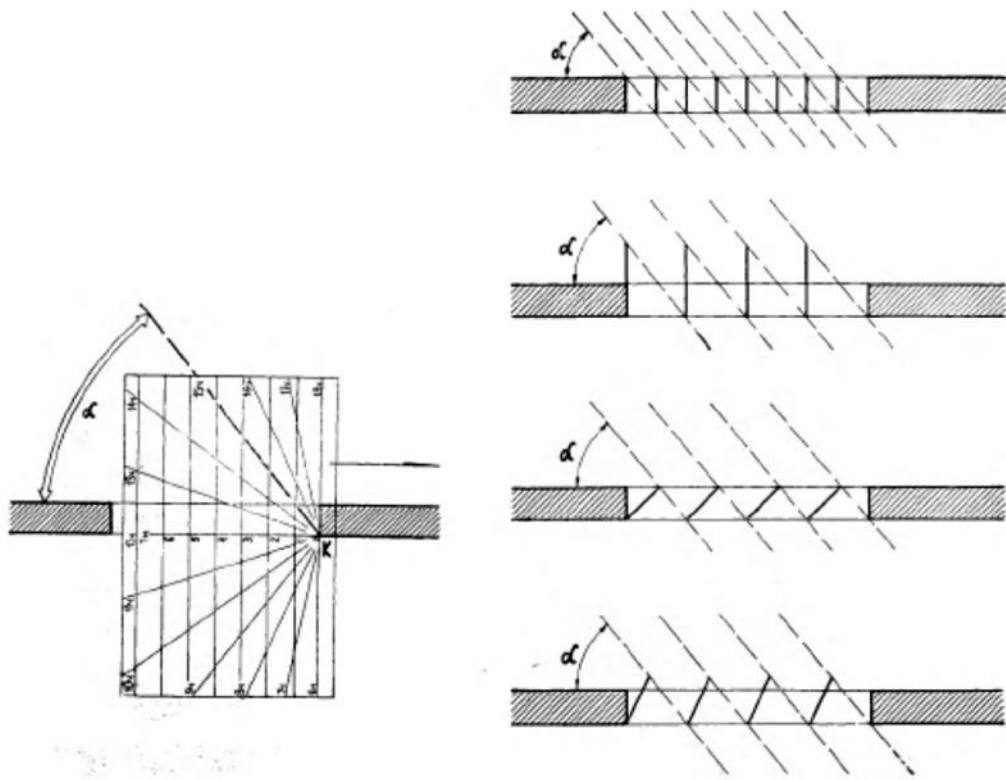


Рисунок 1.34. - Схема определения защитных углов вертикальных солнцезащитных устройств в оконном проеме.

Периоды затенения и инсоляции помещений - совмещение нулевой точки солнечной линейки с точкой К. Уменьшение расстояния между затеняющими элементами или увеличение ширины элементов сокращает время инсоляции помещения [9], [10].



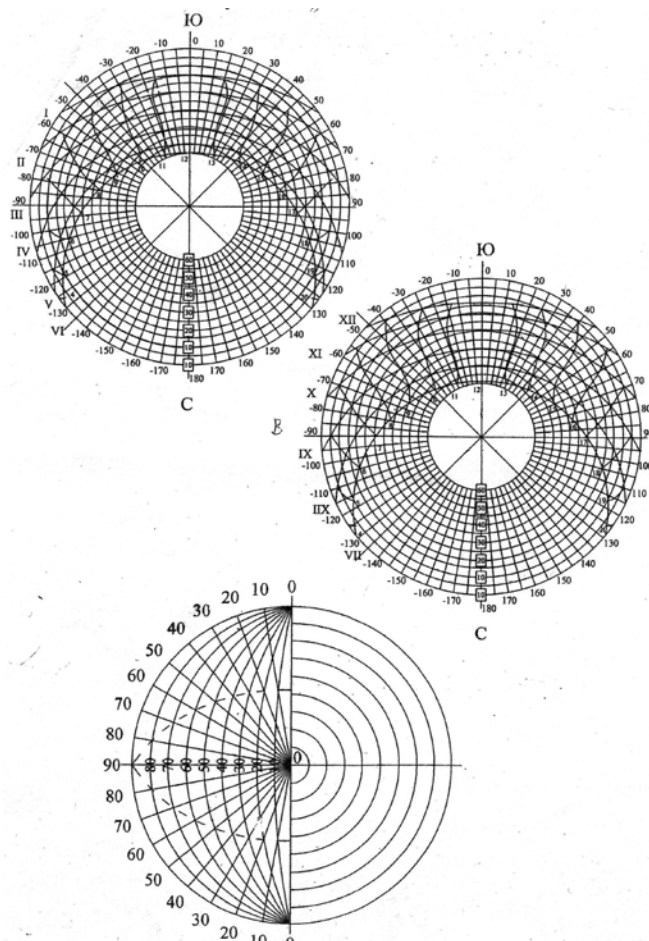
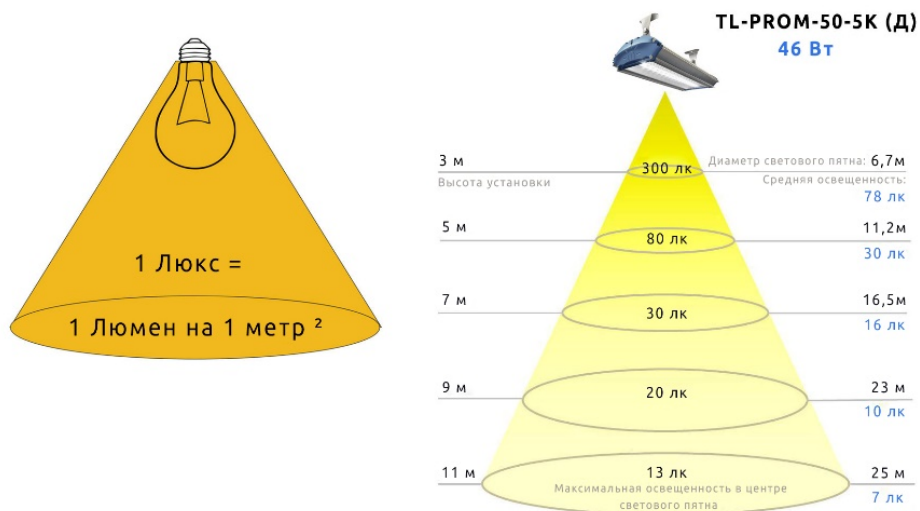


Рисунок 1.35. – Траектории движения солнца в первом полугодии (январь-июнь), во втором полугодии (июль-декабрь), Калотта.

## 2.20 Физические основы светотехники. Основные светотехнические величины и их законы.

Световая среда. Лучистая энергия. Световой поток. Монохроматическое излучение. Сложное излучение. Спектр излучения. Пространственная плотность светового потока. Сила света. Телесный угол. Фотометрическое тело силы света.



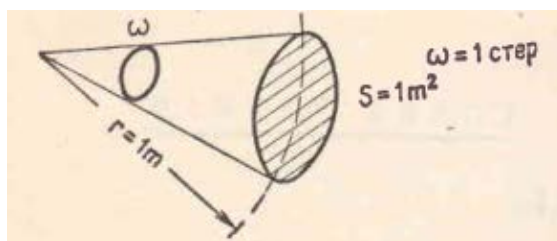


Рисунок 1.36. – Основные светотехнические величины. Телесный угол. Люксметр.

Освещенность. Точечный излучатель. Закон квадратов расстояний. Схемы расчета освещенности. Яркость. Светность. Осветительные приборы, их классификация и характеристика. Расчет освещенности поверхности по силе света, световому потоку и яркости светящейся поверхности[28], [29].

### 2.21 Естественное освещение. Искусственное освещение

Световой климат. Естественное освещение. Отражение. Пропускание. Яркость приемника. Чувствительность глаза. Суммарная освещенность горизонтальной поверхности.

Наружная освещенность. Коэффициент естественной освещенности (КЕО). Законы светотехники: закон проекции телесного угла, закон сохранения светового потока, закон светотехнического подобия. Диффузный свет или свет небосвода. Критическая наружная освещенность.

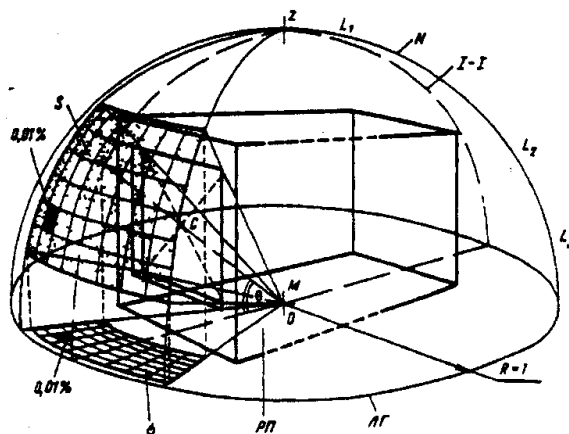


Рисунок 1.37. - Схема к определению коэффициента естественной освещенности. ЛГ – линия горизонта; РП – рабочая поверхность;  $\theta$  - угловая высота середины светопроема С над рабочей поверхностью; S – участок неба, видимый из точки М; N – небосвод; Z – зенит небосвода; O – центр небосвода, совмещенный с исследуемой точкой М; L1, L2, L3 – изменяющаяся яркость небосвода, Кд/м<sup>2</sup>; I-I – продольный разрез

Характеристики естественного освещения: уровень и качество освещения. Неравномерность освещения. Цилиндрическая освещенность. Ослепленность и дискомфортная блескость. Направление световых потоков. Спектральный состав излучения искусственных и естественных источников. Порядок проектирования естественного света. Светотехнические характеристики бокового освещения. Классификация приемов бокового освещения.

Проверочный расчет коэффициента естественной освещенности по методу архитектора А.М. Данилюка [9], [33].

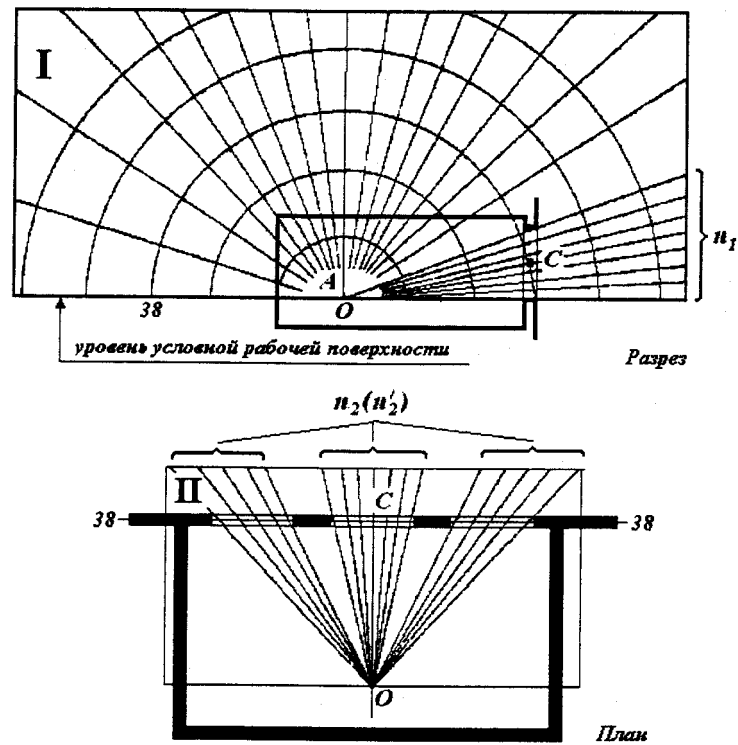


Рисунок 1.38. - Схемы для определения количества лучей  $n_1$  и  $n_2$  на разрезе и плане по графикам Данилюка I и II.

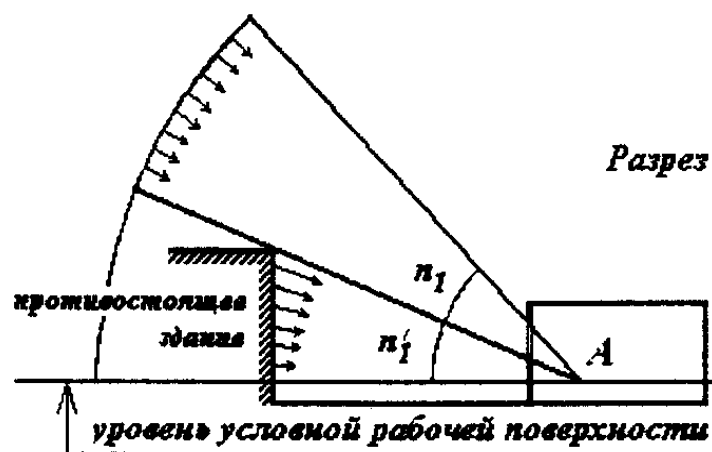


Рисунок 1.39. - Схема для определения количества лучей  $n_1$  и  $n'_1$  на разрезе.

## 2.22 Проектирование естественного освещения помещений различного назначения.

Светотехнические характеристики и схемы распределения светового потока по характерным разрезам помещений при боковом освещении. Особенности проектирования систем естественного освещения производственных зданий. Совмещенное освещение помещений с недостаточным естественным освещением. Проектирование естественного освещения помещений общественных зданий различного назначения (выставочные, экспозиционные залы, кассы, читальные залы, жилые помещения и т.д.) [34], [38].

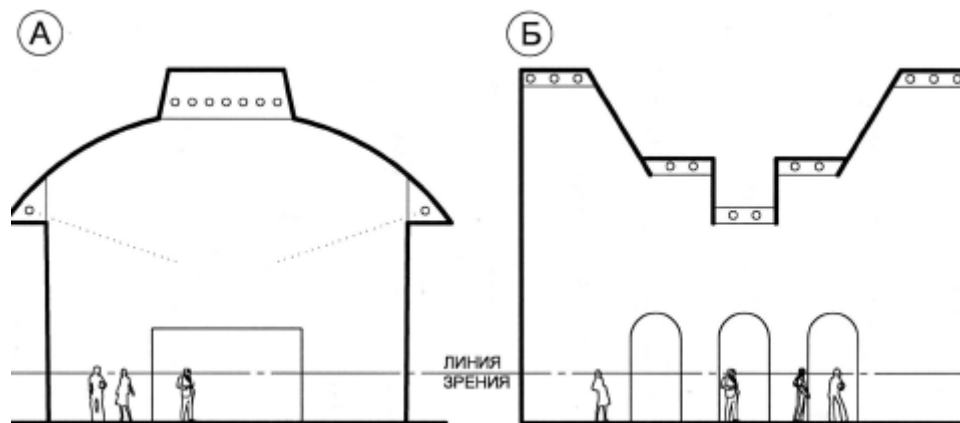


Рисунок 1.31. - Схема для определения бокового и верхнего освещения

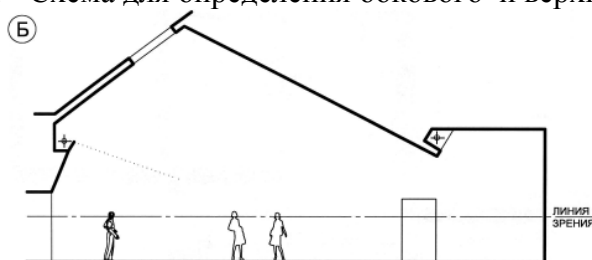


Рисунок 1.40. - Схема для определения бокового и верхнего освещения

## 2.23 Проектирование искусственного освещения помещений различного назначения.

Выбор источника света. Выбор метода расчета. Светотехнические характеристики светильников.



Рисунок 1.41 – Выбор источника света.

Кривые силы света и фотометрические тела. Расчет прямой составляющей освещенности точечным методом. Расчет освещенности от точечного излучателя с симметричным и несимметричным светораспределениями. Расчет освещенности от линейных излучателей. Расчет освещенности от прямоугольных поверхностных излучателей равномерной яркости. Учет отраженной составляющей освещенности. Расчет средней освещенности методом коэффициента использования светового потока. Расчет освещенности методом удельной мощности. Инженерные методы расчета качественных показателей искусственного освещения (ограничение слепящего действия искусственного освещения в помещениях, коэффициент пульсации освещенности в помещении, цилиндрическая освещенность).

Искусственное освещение общественных и жилых помещений, освещение административных помещений, помещений дошкольных образовательных учреждений, помещений общеобразовательных школ и высших учебных заведений, помещений лечебно-профилактических учреждений, помещений предприятий торговли, помещений предприятий общественного питания, помещений бытового обслуживания, помещений жилых зданий и др., классификация. Зонирование - формирование общего объема световой предметно-пространственной среды с расчетом количества осветительных приборов на 1 м<sup>2</sup> площади по зонированию верхнего, среднего и нижнего уровней освещения [35], [36], [37], [39].



Рисунок 1.42. – Верхний уровень искусственного освещения общественного здания



Рисунок 1.43. – Нижний уровень искусственного освещения общественного здания



Рисунок 1.44. –Средний уровень искусственного освещения  
Композиционная целостность, системный подход к зонированию интерьерного пространства.





Рисунок 1.45. – Примеры использования источников искусственного освещения. [30], [31], [32].

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Примерный перечень тем лабораторных занятий

#### РАЗДЕЛ 1.

##### **1.Теплотехнический расчет многослойного наружного ограждения.**

1.1. Определение сопротивления теплопередаче в многослойном наружном ограждении.

1.2. Расчет толщины слоя утеплителя в многослойном наружном ограждении.

1.3. Расчет температур на границах слоев наружного ограждения и на внутренней поверхности этого ограждения.

1.4. Построение графиков распределения температур внутри многослойного наружного ограждения.

##### **2. Параметры влажного воздуха – (i-d диаграмма, практические расчеты)**

2.1. Определение температур при помощи психрометра.

2.2. Определение параметров влажного воздуха.

##### **3.Расчет тепловлажностного режима наружного ограждения. Влияние взаимного расположения конструктивных слоев на теплозащитные характеристики наружного ограждения.**

3.1. Построение графика изменения парциального давления водяного пара внутри многослойного наружного ограждения.

3.2. Построение графика изменения давления насыщения внутри многослойного наружного ограждения.

3.3. Определение зоны возможной конденсации водяного пара.

##### **4.Аэрация и инсоляция жилой застройки**

4.1.Аэрация жилой застройки. Построение роз ветров при планировке жилой застройки.

4.2.Инсоляция жилой застройки. Построение инсоляционного графика (солнечной линейки) для весенне-осеннего равноденствия. Построение конвертов теней. Выбор наиболее благоприятных зон для размещения площадок отдыха, детских площадок на территории жилой застройки.

##### **5. Шумовой режим застройки**

5.1.Расчет шумовой карты территории в узловых точках. Расчет уровня шума от магистралей. Расчет и построение звуковой тени от зданий на внутриквартальную застройку. Определение уровня шума в узловых точках в пределах звуковых теней. Определение комфортной зоны.

5.2.Расчет уровня звукового давления в зоне пешехода и выбор шумозащитных мероприятий;

5.3.Расчет шумозащитных экранирующих элементов для внутриквартальной застройки.

5.4.Расчет уровня звукового давления на фасадах зданий и выбор конструкции оконного заполнения.



## **РАЗДЕЛ II.**

**1. Экспериментальное определение коэффициента естественной освещенности (КЕО) для контрольных точек внутри помещения.** Определение освещенности контрольных точек при помощи люксметра. Построение графиков изменения КЕО по глубине помещения. Определение времени использования естественного света для исследуемого помещения.

**2. Проверочный расчет коэффициента естественной освещенности (КЕО) (с помощью графиков Данилюка).** Сравнение расчетного коэффициента естественной освещенности с нормативным значением; построение графика распределения полученных значений КЕО по глубине помещения.

**3. Основные светотехнические величины, кривые распределения силы света источников, классификация светильников по светораспределению.** Способы и методы использования светотехнических величин при проектировании объемно-пространственной среды. Определение искусственной освещенности помещений расчетным путем.

**4 «Расчет и проектирование естественной акустики зрительного зала»**

4.1 Анализ формы и размеров зрительного зала. Построение геометрических (лучевых) отражений звуковых волн. Определение наличия акустических дефектов в зрительном зале (по плану)

4.2 Расчет необходимого количества отражателей на потолке. Построение профиля потолка

4.3 Определение оптимального и стандартного времени реверберации зала. Анализ акустики зала. Подбор дополнительного звукопоглощения (при необходимости). Проверочный расчет разборчивости речи в зале

**5 «Оценка звукоизоляционных качеств ограждений на воздушный и ударный шум»**

5.1 Определение звукоизоляции перекрытия на воздушный и ударный шум

5.2 Определение звукоизоляции наружных и внутренних стен и перегородок на воздушный шум

### **Примерный перечень тем курсовых работ**

#### **1.«Исследование инсоляции зданий и помещений в жилой застройке»**

1.1 Определение продолжительности инсоляции точек на фасадах зданий в день весенне-осеннего равноденствия и летнего солнцестояния при помощи инсоляционных графиков. Построение инсоляционных графиков для весенне-осеннего равноденствия и летнего солнцестояния. Определение координат (азимутов) фасадов зданий с максимальной и минимальной инсоляцией. Выбор типов жилых секций для зданий и видов заполнений оконных проемов.

1.2 Построение теневой маски внутри застройки и определение возможности уплотнения территории застройки с размещением здания башенного типа на дворовой территории, выбор оптимальной его ориентации;

1.3 Построение теневой маски окна, определение продолжительности инсоляции исследуемых помещений с максимальной и минимальной инсоляцией в день В-О равноденствия и летнего солнцестояния, построение теневой маски для расчетных точек внутри помещения и определение продолжительности их инсоляции в день В-О равноденствия и летнего солнцестояния.

1.4 Построение солнечных пятен на полу жилого помещения. Рекомендации по зонированию объемно-пространственного решения данного помещения исходя из расположения солнечных пятен. Расчет искусственного освещения.

1.5 Построение солнцезащитных устройств (СЗУ) для исследуемого помещения с избыточной инсоляцией. Построение 3Д-модели фасада с СЗУ.

Курсовая работа во втором семестре выполняется по теме «**Исследование инсоляции зданий и помещений в жилой застройке**».

Цель работы – приобретение студентами практических навыков расчетно-графического проектирования на примере фрагмента жилой застройки. Курсовая работа выполняется по индивидуальным заданиям и включает в себя план застройки в масштабе 1:1000, этажность зданий, ось застройки.

## БЛАНКИ ЗАДАНИЙ

1. Бланк задания на курсовую работу «Исследование инсоляции зданий и помещений в жилой застройке».

Белорусский национальный технический университет

Архитектурный факультет, кафедра «Архитектура производственных объектов и архитектурные конструкции»

«Утверждаю»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

по дисциплине «Архитектурная физика» раздел «Светотехника»

Студенту \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_

1. Тема: Исследование инсоляции зданий и помещений в жилой застройке

2. Срок сдачи студентом курсовой работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные

3.1 План застройки (масштаб 1:1000)

3.2 Этажность застройки

3.3 Географическое направление оси застройки

#### **4. Задание**

4.1 Определить границы участка жилой застройки.

4.2 Определить продолжительность инсоляции в расчетных точках на фасадах зданий жилой застройки в день В-О равноденствия, используя инсоляционный график (линейку). Подобрать типы жилых секций для зданий в зависимости от ориентации фасадов и их времени инсоляции. Определить Азимуты фасадов зданий для точек с минимальной и максимальной инсоляцией

4.3 Построить теневую маску для расчетной точки внутри застройки (теневая маска не имеет ориентации). Дать анализ возможного расположения точечного здания в исследуемой точке на территории жилой застройки с обязательным условием нормативной инсоляции фасадов проектируемого здания (оценка инсоляционного режима производится по дню В-О равноденствия). Используя построенную теневую маску дать рекомендации по размещению детской площадки и зоны отдыха внутри застройки.

4.4 Построить теневую маску для точки на фасаде здания внутри застройки. Определить продолжительность инсоляции исследуемой точки и сравнить ее с результатом, полученным в п.4.2.

4.5 Построить теневую маску окна. Нанести видимые траектории движения солнца на теневую маску окна (март, сентябрь, июнь). Определить продолжительность инсоляции помещения, если окно расположено на фасадах с минимальной и максимальной продолжительностью инсоляции по дню В-О равноденствия и летнего солнцестояния. Дать рекомендации по выбору размеров и форме окна, необходимости применения СЗУ.

4.6 Построить солнечные пятна на полу помещения для дней В-О равноденствия и летнего солнцестояния. Дать рекомендации по расстановке мебели с учетом расположения солнечных пятен. Построить теневые маски для трех-четырёх точек внутри помещения с учетом расстановки мебели и определить время их инсоляции.

4.7 Рассчитать и построить графическим способом солнцезащитное устройство для светового проема с максимальной продолжительностью инсоляции (прямолинейный и криволинейный козырек). Выбрать оптимальную форму и размер солнцезащитного устройства (СЗУ).

#### **5. Содержание расчетно-пояснительной записки**

5.1 Графическое изображение и расчет границ участка жилой застройки.

5.2 Результаты определения продолжительности инсоляции на фасадах зданий жилой застройки в день В-О равноденствия и летнего солнцестояния. Рекомендации по выбору типа жилой секции и светового проема. Значения Азимута фасадов для точек с минимальной и максимальной инсоляцией. Все данные оформить в виде таблицы.

5.3 Графическое построение теневой маски застройки для расчетной точки внутри застройки. Анализ возможного расположения точечного здания в ис-

следуемой точке на территории жилой застройки. Рекомендации по размещению детской площадки и зоны отдыха внутри застройки.

5.4 Графическое построение теневой маски для точки на фасаде здания внутри застройки. Определение продолжительности инсоляции исследуемой точки и сравнение полученного результата с заданием 4.2.

5.5 Графическое построение теневой маски окна. Определение продолжительности инсоляции помещения. Рекомендации по выбору размера и формы окна.

5.6 Построение солнечных пятен в помещении. Построение теневой маски для точек внутри помещения и определение их времени инсоляции.

5.7 Математический расчет и графическое построение СЗУ. Выбор оптимального размера и формы СЗУ.

4.7 Построить 3d модель секции жилого дома с учетом расчета СЗУ по сторонам света.

4.8 Выводы

### 5. График выполнения работы

п.п. 4.1, 4.2, 4.3 – (3 недели); п.п. 4.4, 4.5, 4.6 – (2 недели) п.п. 4.8 -(1 неделя)

6. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись студента)

## 2. Индивидуальное задание к лабораторной работе «Аэрация и инсоляция жилой застройки»

### ЗАДАНИЕ на лабораторную работу по дисциплине «Архитектурная физика» раздел «Климатология»

Студенту \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_

#### Исходные данные

1. План застройки, этажность и направление севера (М 1:2000)

2. Основные параметры ветра для выбранного населенного пункта в январе и июле месяце:

Месяц	Населенный пункт: _____	Повторяемость направлений ветра %, (числитель), средняя скорость ветра по направлениям, м/с, (знаменатель)							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
январь	Повторяемость								

	Ср. скорость								
июль	Повторяемость								
	Ср. скорость								

3.3. Ориентация склона \_\_\_\_\_, направление оси параллельно стоящих зданий \_\_\_\_\_

#### 4. Задание

##### Аэрация

4.1. Построить розу ветров по повторяемости для выбранного населенного пункта на ровной местности в **январе** и **июле** месяце.

4.2. Построить розу ветров по скорости для выбранного населенного пункта на открытой ровной местности в **январе** и **июле** месяце.

4.3. Рассчитать скорость ветра в выбранном населенном пункте при наличии склона заданной ориентации в **январе** и **июле** месяце.

4.4. Построить розу ветров по скорости для выбранного населенного пункта с учетом заданной ориентации склона в **январе** и **июле** месяце. Провести анализ по изменению скорости ветра в различных условиях рельефа (на открытой ровной местности и при наличии склона).

4.5. Рассчитать скорость ветра в выбранном населенном пункте с учетом склона между двумя параллельно стоящими зданиями (при заданной ориентации оси параллельно стоящих зданий) в **январе** и **июле** месяце.

4.6. Построить локальную розу ветров по скорости в выбранном населенном пункте между двумя параллельно стоящими зданиями (при заданной ориентации оси параллельно стоящих зданий) в **январе** и **июле** месяце. Провести анализ по изменению скорости ветра по румбам. Дать рекомендации по формированию комфортной зоны внутри жилой застройки.

4.7. Рассчитать повторяемость ветра в выбранном населенном пункте с учетом склона между двумя параллельно стоящими зданиями (при заданной ориентации оси параллельно стоящих зданий) в **январе** и **июле** месяце.

4.8. Построить локальную розу ветров по повторяемости в выбранном населенном пункте между двумя параллельно стоящими зданиями (при заданной ориентации оси параллельно стоящих зданий) в **январе** и **июле** месяце.

4.9. Провести анализ изменения повторяемости ветра по румбам и дать рекомендации по трассировке основных магистралей населенного пункта, а также по размещению промышленной зоны относительно жилой застройки.

##### Инсоляция

4.10. Определить границы участка жилой застройки и показатели плотности застройки.

4.11. Построить инсоляционные линейки на дни весенне-осеннего равноденствия и летнего солнцестояния.

4.12. Построить конверты теней для весенне-осеннего равноденствия и летнего солнцестояния.

4.13. Провести анализ инсоляции территории внутри застройки. Определить наличие зон полугодового и годового затенения. При необходимости произвести реконструкцию застройки, построить новые конверты теней.

4.14. Расположить детские, спортивные площадки и зону отдыха внутри застройки согласно требованиям к инсоляции.

### 3. Индивидуальное задание к лабораторной работе «Шумовой режим застройки»

#### ЗАДАНИЕ

на лабораторную работу по дисциплине «Архитектурная физика»  
раздел «Акустика»

Студенту \_\_\_\_\_

1. Тема: Шумовой режим застройки

2. Срок сдачи студентом лабораторной работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные:

3.1 План застройки (масштаб 1:1000)

3.2 Расстояние между линией застройки и краем проезжей части:

- 3.3 Интенсивность движения, авт/час: для магистрали  $M_1$   $N_1$  ; для магистрали  $M_2$   $N_2$  .
- 3.4 Количество грузового и общественного транспорта в потоке, %:  $N_1$  ;  $N_2$
- 3.5 Скорость транспортного потока, км/час:  $v_1$  ;  $v_2$
- 3.6 Продольный уклон улицы, %:  $M_1$  ;  $M_2$
- 3.7 Тип дорожного покрытия: 1 / 2 / 3
- 3.8 Ширина центральной разделительной полосы:  $M_1$  ;  $M_2$
- 3.9 Перекресток с двухсторонним движением: регулируемым / нерегулируемым

#### 4. Порядок выполнения работы:

- 4.1 Расчет уровня шума транспортных магистралей  $M_1$  и  $M_2$
- 4.2 Расчет шумовой карты территории в узловых точках.
- 4.3 Расчет и построение звуковой тени от зданий на внутриквартальную застройку
- 4.4 Расчет уровня звукового давления в зоне пешехода и выбор шумозащитных мероприятий для летнего и зимнего периодов.
- 4.5 Расчет уровня звукового давления у фасадов зданий и выбор конструкции оконного заполнения.
- 4.6 Определение снижения шума в узловых точках в пределах звуковых теней
- 4.7 Расчет шумозащитных экранирующих элементов для внутриквартальной застройки.
- 4.8 Определение комфортной зоны
- 4.9 Выводы

5. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

### 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Вопросы к зачету по курсу «Архитектурная физика»

#### **Раздел: Строительная теплофизика**

1. Комфорт. Составляющие комфорта. Нормируемые параметры помещения.
2. Виды энергии. Получение и использование.
3. Общее понятие теплопередачи. Виды передачи тепла.
4. Температурное поле и его изменение.
5. Теплопроводность. Уравнение теплового потока.
6. Определение теплопроводности через однослойную и многослойные стенки при стационарных условиях.
7. Конвективный теплообмен.
8. Лучистый теплообмен.
9. Теплопередача при стационарном тепловом потоке.
10. Сопротивление теплопередаче наружных ограждений при стационарном тепловом потоке. Показатель тепловой инерции.
11. Расчет сопротивления теплопередаче сложных (композиционных) конструкций. Приведенное сопротивление конструкции.
12. Влажностный режим наружных ограждений.
13. Причины появления влаги в наружных ограждениях.
14. Воздушные прослойки. Расчет теплового потока.
15. Конденсация и сорбция водяного пара. Влажность воздуха.
16. Конденсация влаги на поверхности ограждения. Причины.
17. Конденсация водяного пара в толще наружного ограждения (паропроницаемость через стенку).
18. Сорбция и десорбция. Паропроницаемость.
19. Диффузия водяного пара через ограждение.
20. Меры против конденсации влаги в ограждении. Влажностный режим бесчердачных покрытий.

#### **Раздел 2: Аэрация жилой застройки.**

21. Общие понятия и определения. Основные характеристики ветра. Коэффициент трансформации.
22. Положительные и отрицательные качества ветра. Причины возникновения ветра.
23. Формирование воздушных потоков на границе населенных мест. Структура поселения.
24. Виды возмущений. Параметры здания.
25. Формирование воздушных потоков при направлении ветра перпендикулярно фасаду, перпендикулярно торцу, под углом 45 градусов. Обтекание воздушным потоком башенного здания.
26. Влияние зеленых насаждений на поле скоростей в микрорайоне.
27. Особенности завихрений области зданий в форме параллелепипеда при различных направлениях ветра. Влияние формы здания на аэродинамическую характеристику.

- 28.Обтекание воздушным потоком Г-,П-,Т-образных зданий.
- 29.Схема ветровых потоков в квадратной застройке при  $\alpha=90$  градусов.
- 30.Влияние сложности микрорайонов на аэрацию.
- 31.Требования к планировке и застройке участков городской территории.
- 32.Аэродинамические эффекты, наблюдаемые вокруг зданий.

### **Раздел 3: Инсоляция жилой застройки**

- 33.Определение. Основные аспекты.
- 34.Параметры инсоляции. От чего зависит. Требуемые координаты солнца.
- 35.Требования к инсоляции различных помещений.
- 36.Благоприятные ориентации фасадов зданий по характерным траекториям движения солнца в различные поры года.
- 37.Анализ продолжительности инсоляции в зависимости от оси здания.
- 38.Общий вывод по инсоляции жилой застройки.
- 39.Выбор планировки застройки.
- 40.Архитектурно-планировочные способы регулирования инсоляции в зданиях различных групп. Группы солнцезащитных средств.

### **Раздел 4: Климатология.**

- 41.Определения. Цели и задачи архитектурной климатологии.
- 42.Основные параметры климата, определяющие погоду.
- 43.Характерные температуры наружного воздуха. Климатическая типизация зданий. Жилище при комфортной погоде.
- 44.Жилище при теплой и прохладной погоде.
- 45.Жилище при холодной погоде.
- 46.Формирование температуры помещений в летний период.
- 47.Понятие комфорта. Конвективный, лучистый теплообмены, теплопроводность, испарение.
- 48.Основные параметры микроклимата помещений.
- 49.Способы отдачи тепла человеком в замкнутом пространстве.
- 50.Оценка теплового состояния человека по физиологическим показателям.

## Экзаменационные вопросы по курсу «Архитектурная физика»

### **Раздел 1: Архитектурная светотехника**

- 1.Санитарно-гигиенические свойства естественного освещения. Значение освещения в эксплуатации зданий
- 2.Солнечная радиация и факторы, определяющие ее интенсивность
- 3.Координаты солнца. Определение инсоляции жилой застройки. Продолжительность инсоляционного периода.
- 4.Анализ продолжительности инсоляции прилегающей территории в зависимости от ориентации оси здания для широты Беларуси.



5. Нормирование инсоляции помещений различного функционального назначения. Рекомендуемые ориентации помещений здания в зависимости от назначения.
6. Оценка инсоляции помещения по продолжительности и площади облучения при различной ориентации фасада
7. Рекомендации для выбора рациональной планировки застройки
8. Выбор формы и размеров окна. Влияние формы и размеров окна на инсоляцию помещения.
9. Расчет и проектирование солнцезащитных устройств (СЗУ). Метод проекции Калотты (тенева маска светопроема)
10. Конструктивные солнцезащитные элементы. Область их применения и ожидаемый эффект воздействия на инсоляционный режим помещений.
11. Объективные и субъективные светотехнические величины.
12. Понятие «световой климат», «наружная освещенность», «критическая освещенность», «коэффициент естественной освещенности».
13. Законы светотехники и их практическое применение.
14. Характеристики освещения (уровень освещения, качество освещения)
15. Предварительный и проверочный расчеты естественного освещения.
16. Светотехнические характеристики и схемы распределения светового потока по характерным разрезам помещения при боковом освещении. Световая активность окна
17. Особенности проектирования систем естественного освещения производственных многопролетных зданий. Принцип проектирования коэффициента естественной освещенности (КЕО).
18. Естественное освещение помещений общественных зданий различного назначения (выставочные, экспозиционные залы, спортивные залы, школы).

## **Раздел 2: Архитектурная акустика**

1. Акустические требования в градостроительстве и при проектировании зданий различного назначения.
2. Понятие «звук». Основные характеристики звука. Уровень звукового давления.
3. Интерференция, дифракция. Отражение звука: направленное, диффузное. Поглощение звука.
4. Акустические процессы в закрытых помещениях. Структура ранних отражений звука. Отражение звука от плоских, вогнутых, выпуклых поверхностей и его роль в акустике помещения.
5. Реверберация звука в помещении. Оптимальное время реверберации. Стандартное время реверберации. Разборчивость речи. Артикуляция.
6. Требование к звуковому полю помещения. Построение звукового поля помещения методом мнимого источника
7. Использование геометрических элементов для решения акустических задач в помещении. Акустические поверхности.

8. Основные требования к планам залов. Роль профиля потолка в акустике зала. Акустические недостатки и способы их устранения при проектировании профиля потолка зрительного зала.
9. Оценка акустических качеств зала.
10. Акустика залов большой вместимости.
11. Акустика залов различного назначения.
12. Нормативные требования к звукоизоляции ограждающих конструкций. Типы ограждающих конструкций, применяемые в строительстве.
13. Последовательность выполнения расчета звукоизоляции ограждающих конструкций.
14. Методика определения нормируемых параметров звукоизоляции.
15. Методика определения индекса изоляции воздушного шума.
16. Методика определения звукоизоляции наружных ограждений.
17. Методика построения частотных характеристик различного типа ограждающих конструкций (однослойных тонких, акустически однородных и акустически неоднородных).
18. Расчет изоляции воздушного шума междуэтажным перекрытием (для различных типов перекрытий). Расчет изоляции ударного шума междуэтажным перекрытием (для различных типов перекрытий).

Темы рефератов по курсу «Архитектурная физика», составленный в соответствии с типовой учебной программой

### **Раздел «Архитектурная климатология и теплофизика, светотехника»**

1. Ветроустановки. Способы обеспечения оптимальных ветровых режимов.
2. Архитектурно-технические решения «ветрозданий» - зданий с ветровыми установками.
3. Санитарно-гигиенические свойства естественного освещения. Значение освещения в эксплуатации зданий
4. Солнечная радиация и факторы, определяющие ее интенсивность.
5. Нормирование инсоляции помещений различного функционального назначения. Рекомендуемые ориентации помещений здания в зависимости от назначения.
6. Оценка инсоляции помещения по продолжительности и площади облучения при различной ориентации фасада
7. Естественное освещение помещений общественных зданий различного назначения (выставочные, экспозиционные залы, спортивные залы, школы).
8. Естественное освещение помещений производственных зданий различного назначения (бытовые, цеховые, лабораторные помещения).
9. Моделирование естественного освещения внутри жилых помещений. Основные принципы построения.
10. Нормирование и проектирование инсоляции застройки (пример конкретной застройки). Описание. Выводы.

11. Солнцезащита и светорегулирование в городах и зданиях. Общие принципы проектирования.
12. Экономическая эффективность нормирования инсоляции в городской среде.
13. Аэрация жилой застройки. Основные принципы проектирования с учетом аэрации.
14. Учет ветровых условий в отечественной и зарубежной практике.
15. Причины образования и классификация ветров
16. Влияние на скорости ветра с учетом высоты, рельефа, и жилой застройки. Причины.
17. Воздействие жилой застройки на ветер. Локальные ветры. Образование вихревых зон. Распределение ветровых потоков по шкале Бофорта.
18. Аэродинамические испытания моделей жилой застройки
19. Аэродинамические испытания моделей жилых зданий в условиях ветрозащиты.
20. Типы застройки и ее влияние на скоростные режимы локальных ветров. (конкретный пример)
21. Определение ветрового режима территории проектируемой жилой застройки (конкретный пример)
22. Определение ветровых воздействий на проектируемые жилые здания. Конкретные примеры.
23. Применение номограмм с учетом аэродинамических характеристик ветровых потоков.
24. Проведение санитарно-гигиенической и технико-экономической оценки вариантов жилой застройки

## **Раздел «Акустика»**

1. Акустические требования в градостроительстве и при проектировании зданий различного назначения (конкретный пример жилой застройки с описанием)
2. Уровни звукового давления, воздействующие на жилую застройку. Поглощение звука. Способы защиты жилой застройки (архитектурно-планировочная организация)
3. Акустические процессы в закрытых помещениях. Отражение звука от плоских, вогнутых, выпуклых поверхностей и его роль в акустике помещения.
4. Реверберация звука в помещении. Оптимальное время реверберации. Разборчивость речи. Артикуляция. Обработка поверхностей звукопоглощающими материалами помещений различного назначения.
5. Требование к звуковому полю помещения. Построение звукового поля для помещений различного назначения.
6. Использование геометрических элементов для решения акустических задач в помещении. Акустические поверхности. Звукопоглощающие материалы.
7. Основные требования к планам залов. Роль профиля потолка в акустике зала. Акустические недостатки и способы их устранения при проектировании профиля потолка зрительного зала.

8. Оценка акустических качеств зала. Применение различных материалов для обработки поверхностей.
9. Акустика залов большой вместимости. Характерные особенности. (конкретные примеры для объектов архитектуры)
10. Акустика залов малой и средней вместимости.
11. Классификация шума для внешнего экстерьерного пространства территорий. Источники шума и их характеристики. Эквивалентный уровень шума транспортного потока.
12. Роль роста автомобилизации при проектировании жилой застройки. Парковочные места. Способы решения.
13. Источники шума в городской среде от промышленных предприятий и способы борьбы с ним. Допустимые уровни городского шума.
14. Источники шума в городской среде от торгово-промышленных объектов и способы борьбы с ним. Допустимые уровни городского шума.
15. Распространение шума через зеленые насаждения (плотные, ажурные). Классификация посадок. Моделирование элементов благоустройства.
16. Расчет ожидаемого уровня шума в жилой застройке с помощью моделирования автомобильных развязок. Магистралы районного и городского значения.
17. Снижения уровня шума полосой зеленых насаждений различной конструкции и экраном конечных размеров. Звуковая тень. Распределение звука внутри застройки с полосой препятствий
18. Основные методы и средства обеспечения нормативных уровней звука в проектах планировки и застройки городов.

#### Примеры задач по курсу «Архитектурная физика»

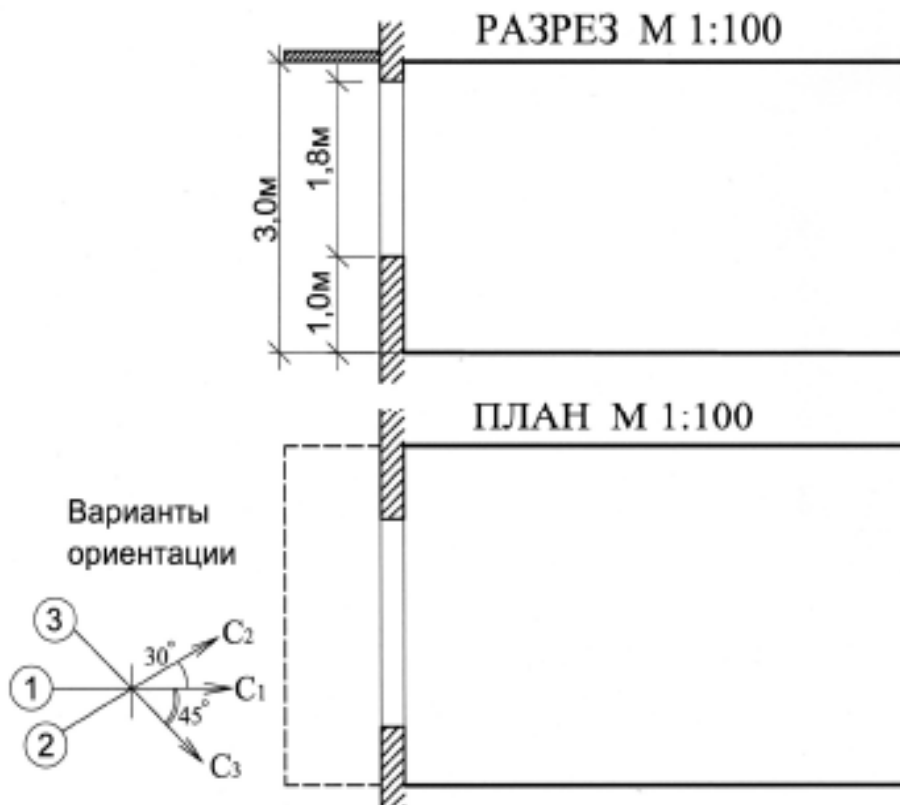
#### **Разделы «Архитектурная климатология и теплофизика, светотехника»**

**Задача 1.** Определить зону инсоляции в помещении в дни В-О равноденствия (без учета затенения окружающей застройкой) в вариантах ориентации С1, С2 или С3 (ориентация и расчетный час дня – по заданию преподавателя)

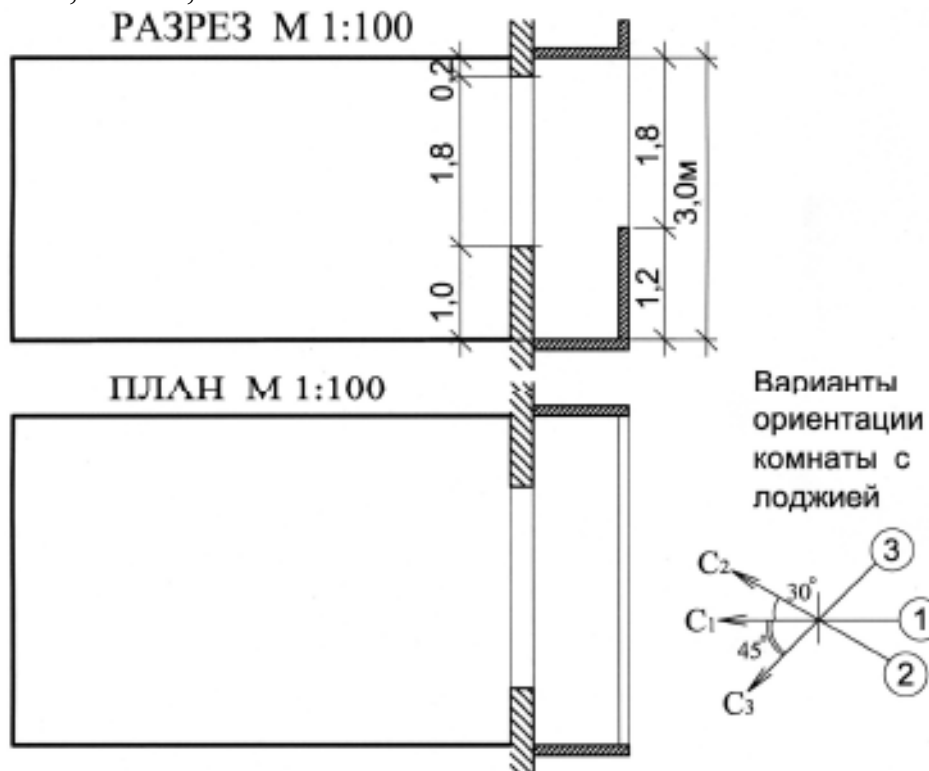


**Задача 2.** Определить зону инсоляции в помещении 22.09, 22.03 в вариантах  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  (ориентация и расчетный час дня по заданию преподавателя)

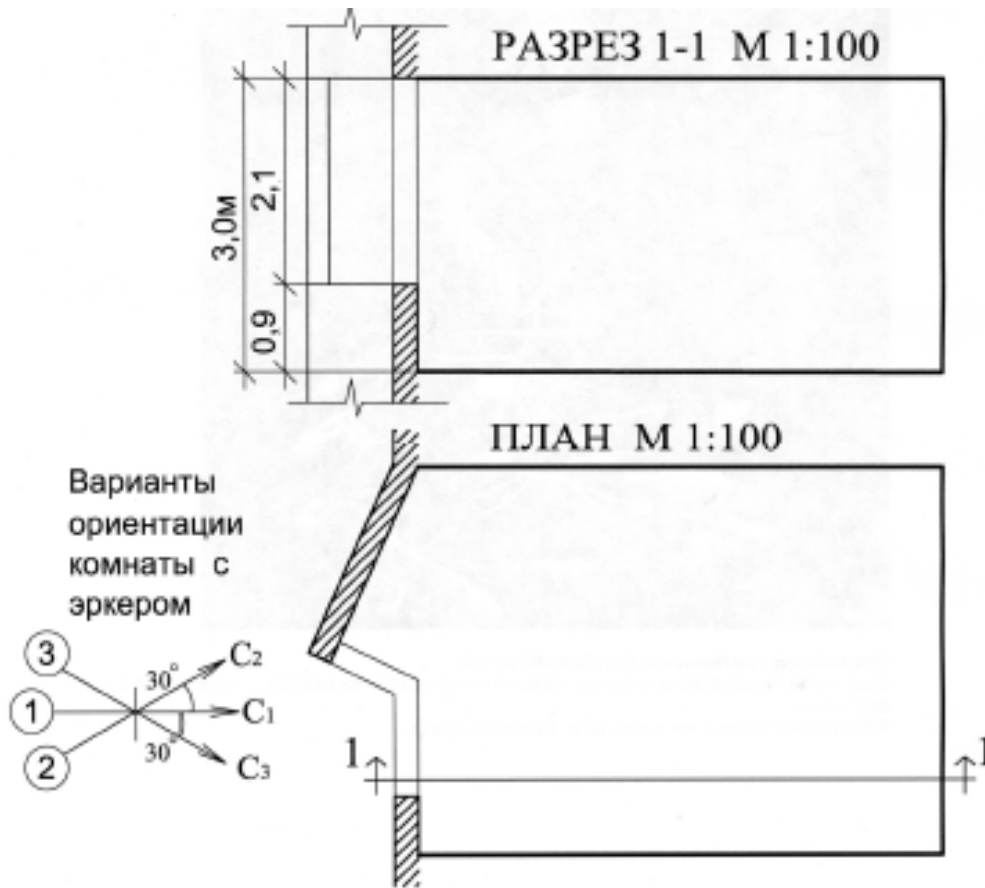
**2.1** Расчетные часы:  $C_1$  – 9 час, 13 час, 14 час;  $C_2$  – 10 час, 12 час, 13 час;  $C_3$  – 8 час, 10 час, 12 час



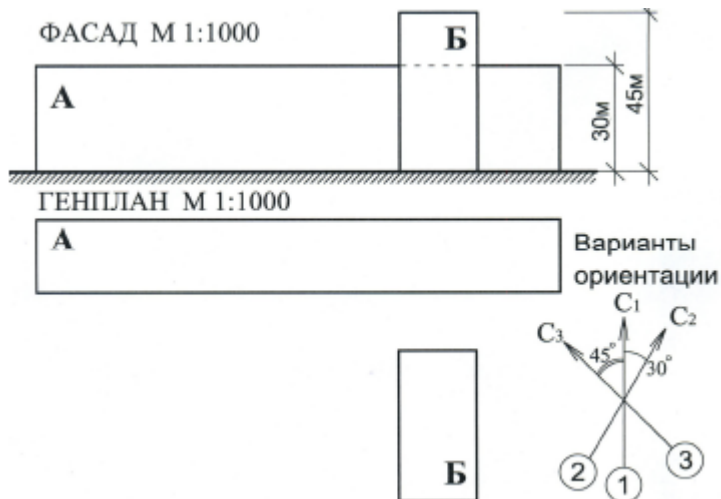
2.2 Расчетные часы: C1 – 10 час, 13 час, 15 час; C2- 9 час, 12 час, 14 час; C3 – 11 час, 14 час, 16 час



2.3 Расчетные часы: C1 – 10 час, 12 час, 14 час; C2 – 9 час, 11 час, 13 час; C3 – 8 час, 10 час, 12 час

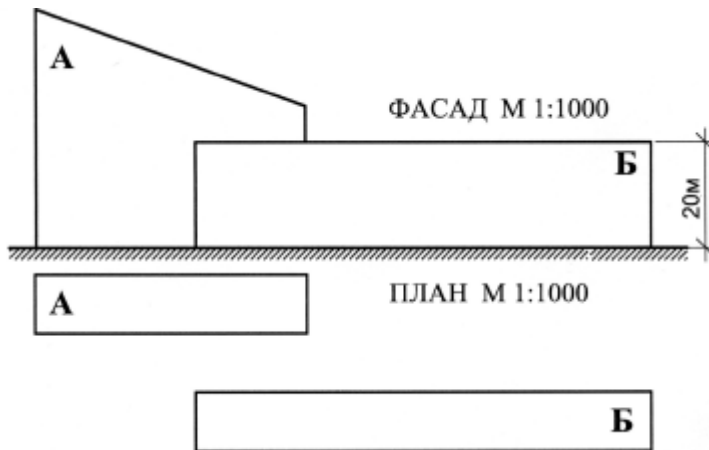


**Задача 3.** Построить тень на фасаде здания А, отбрасываемую зданием Б в дни В-О равноденствия и летнего солнцестояния для варианта ориентации С1, С2, С3 (вариант и расчетный час дня задаются преподавателем)

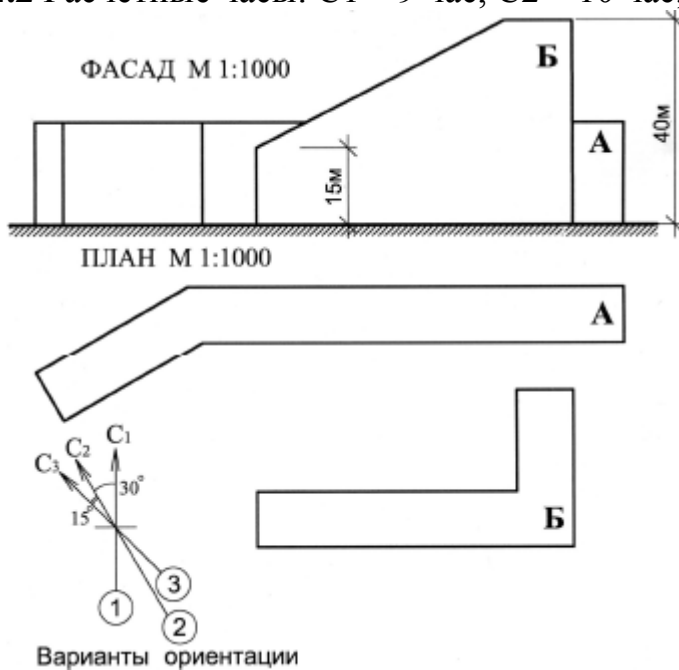


**Задача 4.** Построить тень на фасаде здания А, отбрасываемую зданием Б в дни В-О равноденствия и летнего солнцестояния для варианта ориентации С1, С2, С3 (вариант и расчетный час дня задаются преподавателем)

4.1 Расчетные часы: С1- 9 час, 11 час, С2 – 10 час, 12 час; С3 – 11 час, 13 час

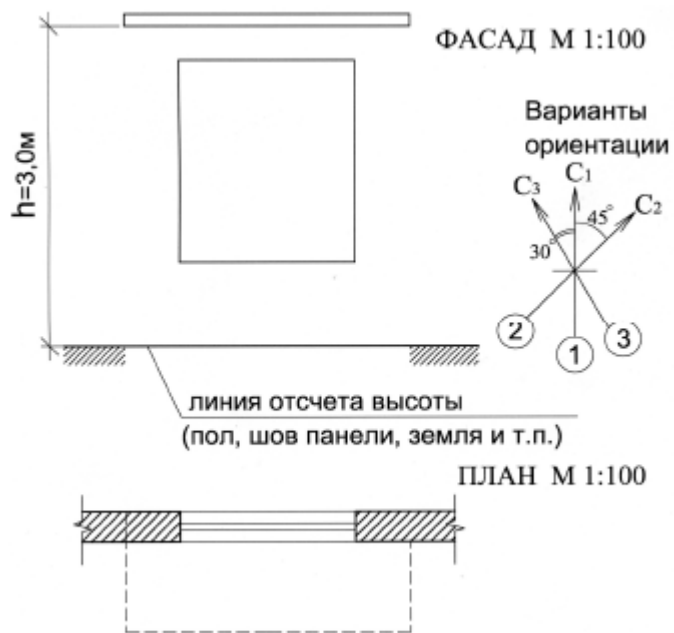


4.2 Расчетные часы: С1 – 9 час, С2 – 10 час, 13 час; С3 – 11 час, 13 час



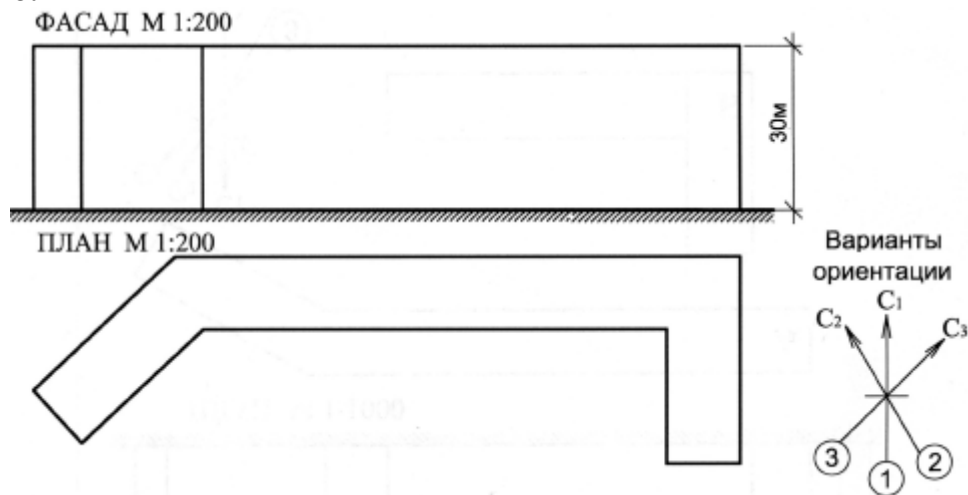
**Задача 5.** Построить тень от козырька на фасаде со светопроемом в дни В-О равноденствия и летнего солнцестояния при вариантах ориентации С1, С2, С3 (ориентация и расчетный час – по заданию преподавателя)



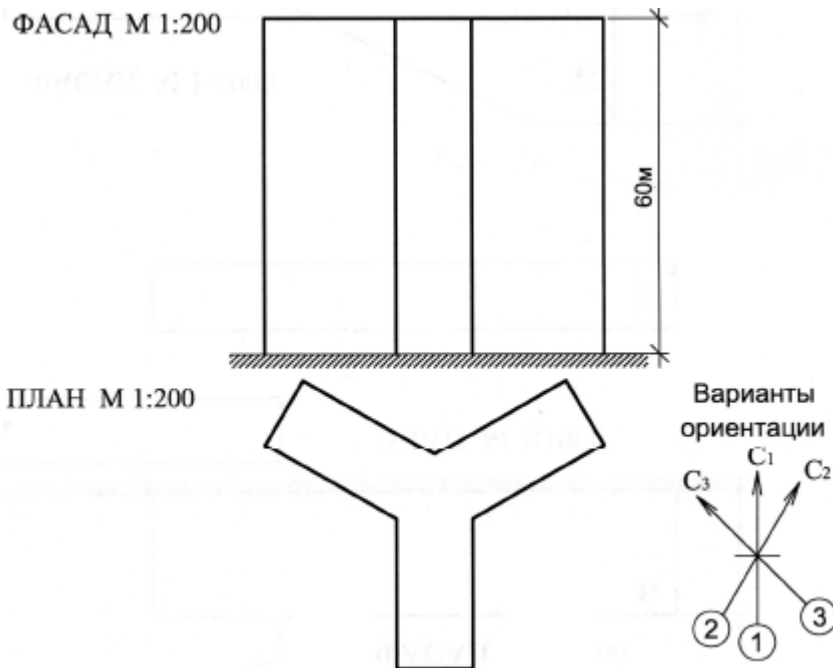


**Задача 6.** Показать почасовой ход тени на фасаде здания 23.03, 29.09 при вариантах ориентации C1, C2, C3 (по заданию преподавателя)

**6.1**

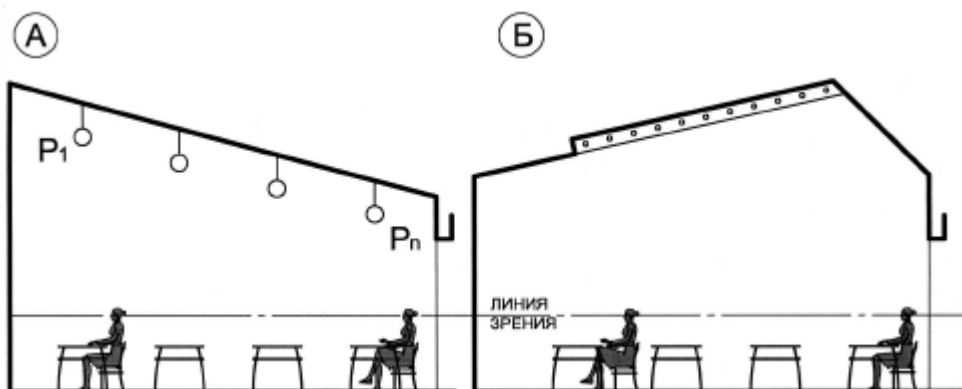


**6.2**

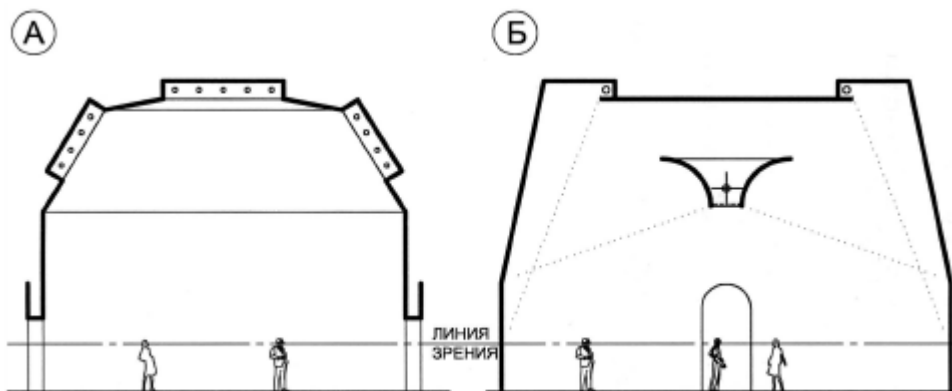


**Задача 7.** определить допустимую высоту полированной облицовки стен, исключающую появление бликов на них от светильников и светящихся потолков, полос, панелей или световых карнизов в интерьере. Проверить также вероятность появления бликов на потолке, облицованном (окрашенном) бликующими материалами (вариант А или Б)

7.1

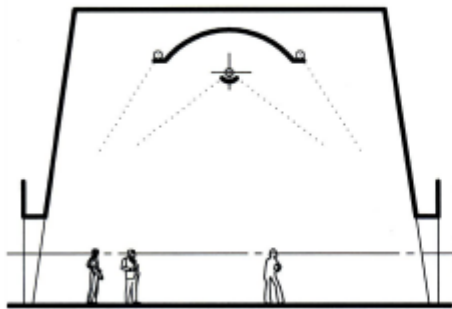


7.2

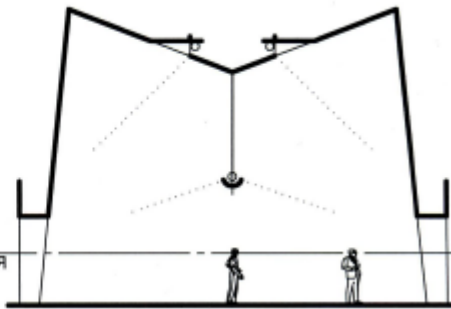


### 7.3

А

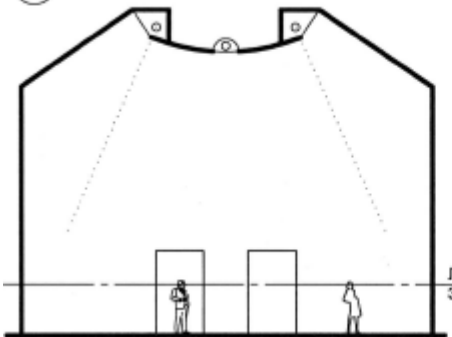


Б

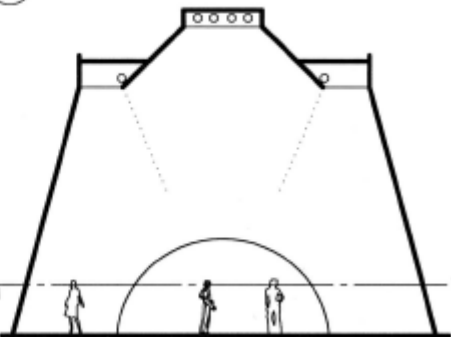


### 7.4

А

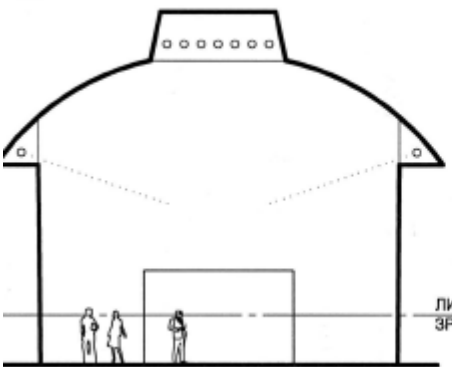


Б

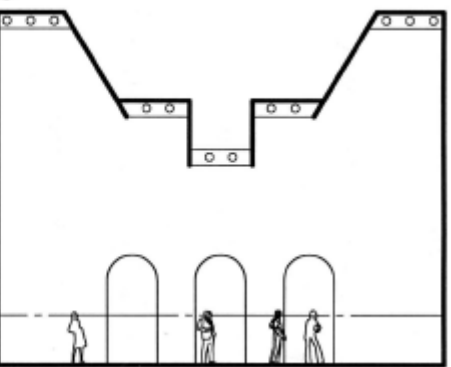


### 7.5

А

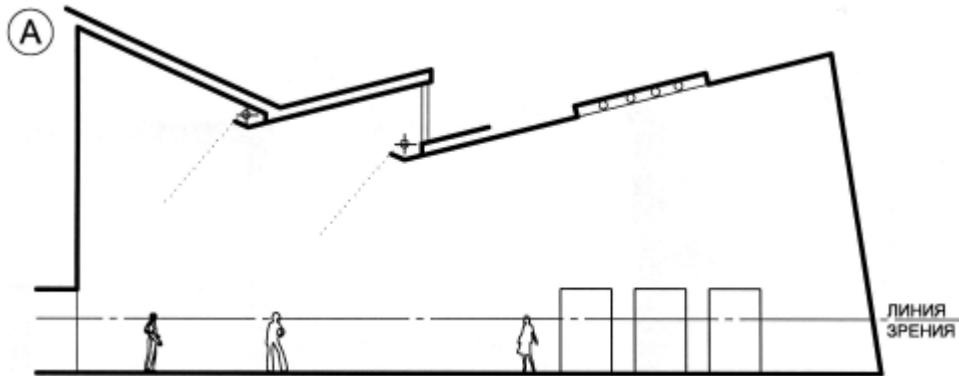


Б

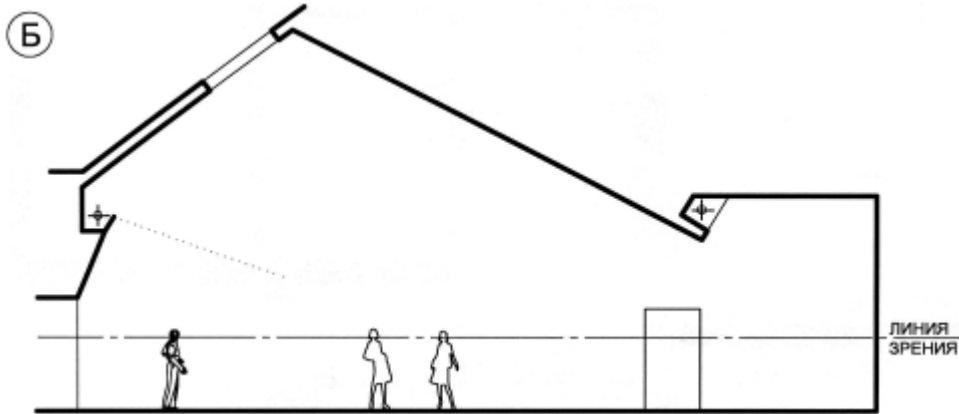


**Задача 8** Определить, бликуют ли стены, потолок и пол, если они облицованы (окрашены) зеркально отражающими или глянцевыми материалами (красками)

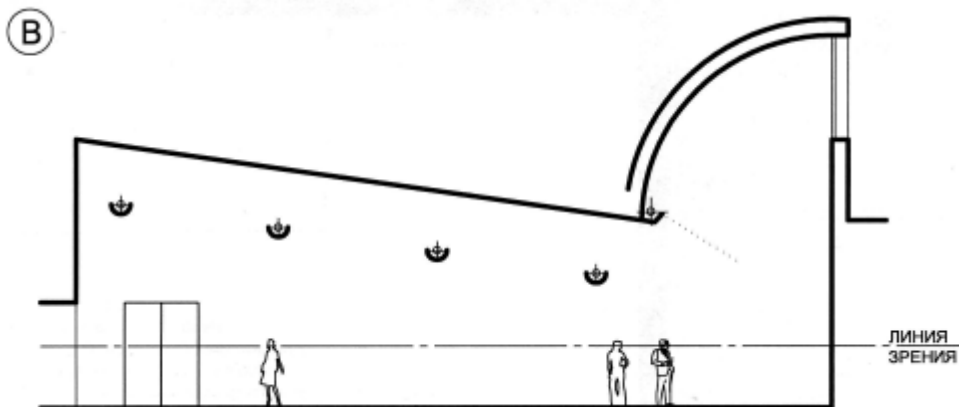
**8.1**



**8.2**

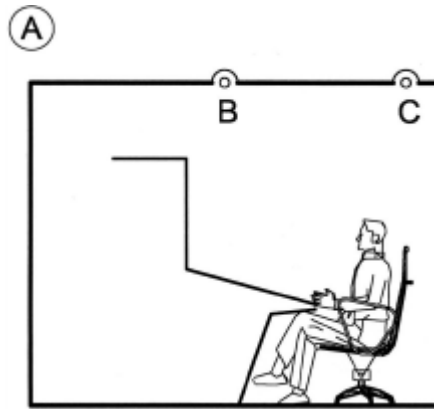


**8.3**

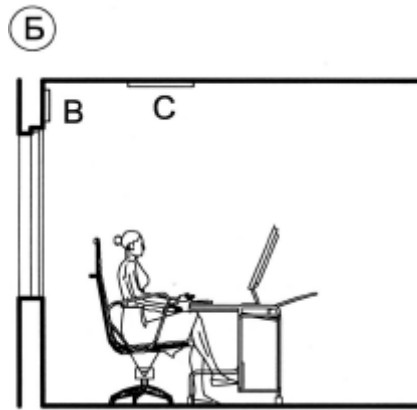


**Задача 9.** Определить мешают ли человеку отблески от светильников В и С на пульте управления (А) и от окна и от люминесцентных светильников В и С на дисплее компьютера (Б)? Как избежать подобного дефекта освещения?

9.1



9.2



**Задача 10.** Определить термическое сопротивление конструкции, тепловой поток, температуры на границах слоёв и толщину зоны промерзания конструкции?

**Исходные данные:** 1. Температура на наружной поверхности ограждения

$$t_{\text{наружн. пов-ти}} = -23^{\circ}\text{C};$$

2. Температура на внутренней поверхности ограждения

$$t_{\text{внутр. пов-ти}} = 10^{\circ}\text{C};$$

ТОЛЩИНЫ

1-го, 2-го и 3-го слоёв конструкции соответственно

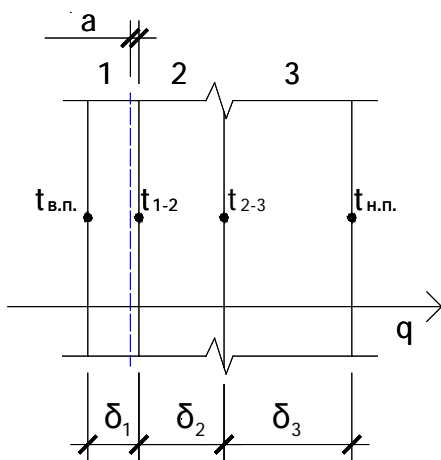
$$\delta_1 = 0.06 \text{ м};$$

$$\delta_2 = 0.1 \text{ м};$$

$$\delta_3 = 0.15 \text{ м};$$

коэффициенты теплопроводности

1-го, 2-го и 3-го слоёв конструкции соответственно



$$\lambda_1 = 0.45 \text{ Вт/(м} \cdot \text{° C)} ;$$

$$\lambda_2 = 0.91 \text{ Вт/(м} \cdot \text{° C)} ;$$

$$\lambda_3 = 1.22 \text{ Вт/(м} \cdot \text{° C)} ;$$

*I. при расположении слоёв в порядке 1-2-3;*

*II. при расположении слоёв в порядке 3-2-1;*

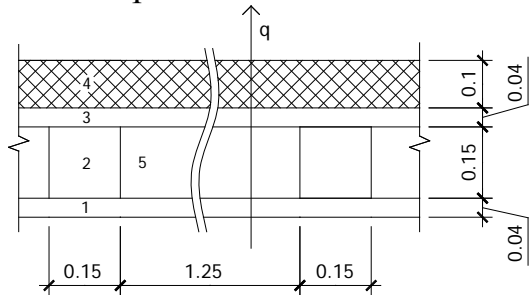
**Построить графики:**

а) распределения температур в конструкции в зависимости от её термического сопротивления ;

б) распределения температур в толщине конструкции;

**Задача 11.** Определить приведенное термическое сопротивление многослойной неоднородной конструкции.

**Исходные данные:** Состав конструкции (порядковые номера, названия и номера согласно СНиП II-3-79):



1 – сосна или ель вдоль волокон ( №109 ) ;

2 – сосна или ель поперёк волокон ( №108 )

3 – сосна или ель вдоль волокон ( №109 ) ;

4 – керамзит ( № 161 ) ;

5 – воздушная прослойка ;

толщины :

$$\delta_1 = 0.04 \text{ м} ;$$

$$\delta_2 = \delta_5 = 0.15 \text{ м} ;$$

$$\delta_3 = 0.04 \text{ м} ;$$

$$\delta_4 = 0.1 \text{ м} ;$$

коэффициенты теплопроводности :

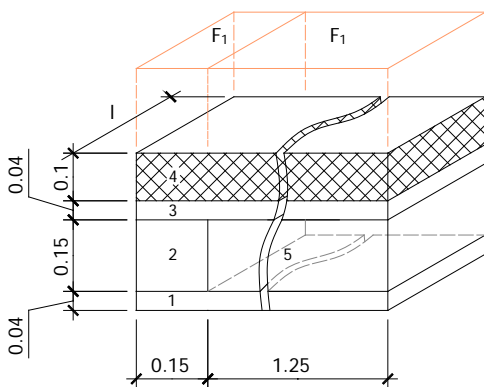
$$\lambda_1 = \lambda_3 = 0.35 \text{ Вт/(м} \cdot \text{° C)} ;$$

$$\lambda_2 = 0.18 \text{ Вт/(м} \cdot \text{° C)} ;$$

$$\lambda_4 = 0.13 \text{ Вт/(м} \cdot \text{° C)} ;$$

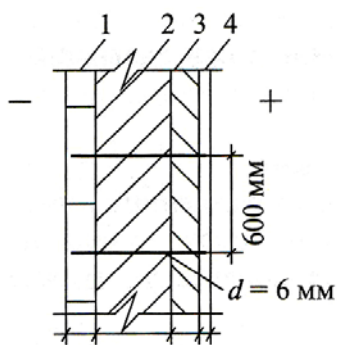
Сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки толщиной 0.15 м при положительной температуре воздуха внутри неё

$$R_5 = 0.15 \text{ (м}^2 \cdot \text{° C)/Вт} ;$$



**Задача 12.**

Определить толщину утеплителя и приведенное сопротивление теплопередаче многослойной ограждающей конструкции для жилого дома в городе Бресте.



Требуется определить толщину утеплителя и вычислить приведенное сопротивление теплопередаче следующей многослойной наружной стены с металлическими связями  $d = 6$  мм (шаг раскладки —  $0,6$  м):

Рисунок 1 – Схема ограждающей конструкции

Слои ограждающей конструкции:

№ слоя	Материал	Плотность $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина $\delta$ , м
1	Кладка из керамического кирпича	1600	0,12
2	Плита минераловатная	125	?
3	Кладка из сплошного глиняного кирпича	1800	0,25
4	Штукатурка (цементно-песчаный раствор)	1800	0,02

## Раздел «Акустика»

**Задача 1.** Определить уровень шума источника (транспортной магистрали), если:

- интенсивность движения транспортного потока – 1000 ав/час;
- количество трамваев – 20%;
- средняя скорость потока – 50 км/час;
- продольный уклон улицы – 4%;
- разделительная полоса между проезжими частями – отсутствует;
- тип дорожного покрытия – бетон;

И сравнить его с эталонным транспортным потоком

Принят эталонный транспортный поток со средней скоростью 40 км/час.

### Задача 2

Определить расстояние, на которое необходимо отнести расчетную точку от магистрали, чтобы уровень шума в ней соответствовал нормативному (55 дБ) для жилой застройки в дневное время? Уровень звука источника 79 дБ, покрытие земли – газон.

### Задача 3

Определить величину снижения шума в расчетной точке от транспортного потока с уровнем 80 дБ при наличии двух полос зеленых насаждений (10 м. каждая)? Расстояние между источником звука и расчетной точкой - 70 м, от источника до фронта 1-ой полосы – 8 м, расстояние между полосами – 20 м; вид насаждений – лиственные деревья.

### Задача 4

Определить необходимое количество полос зеленых насаждений (лиственные деревья) при суммарной их ширине 30 м., обеспечив уровень шума в расчетной точке 45 дБ. Уровень шума источника составляет 80 дБ, покрытие земли – зеленый газон.

#### **Задача 5**

Подобрать вид зеленых насаждений при суммарной ширине двух полос равной 30 м., число рядов посадки (2), обеспечив уровень шума в расчетной точке 45 дБ. Уровень шума источника – 80 дБ.

#### **Задача 6**

Подобрать конструкцию окна таким образом, чтобы обеспечить в жилой комнате уровень звука не превышающий нормативное значение в дневное время. Расчетная точка на фасаде у окна (на подоконнике) расположена на высоте 10 метров. От магистрали М1, находящейся на расстоянии – 80 м, расчетную точку отделяет жилой дом. Магистраль М2 находится на расстоянии 60 метров от расчетной точки. Уровень шума от магистрали М1 – 90 дБ, М2 – 75 дБ. Проверить, является ли здание защитой от шума для расчетной точки (звуковая тень)?

#### **Задача 7**

Построить профиль потолка зрительного зала для т.З в зале, (если профиль потолка предполагает наличие 4-ех отражателей) от источника звука расположенного на высоте 1.6 м.

## **4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

**Фрагмент учебной программы учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей**

**1-69 01 01 Архитектура, 1-69 01 02 «Архитектурный дизайн»  
«Архитектурная физика»**

**Раздел I. АРХИТЕКТУРНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ И ТЕПЛОФИЗИКА**

**Тема 1. Введение по разделу «Климатология»**

Цель и задачи архитектурной климатологии. Влияние климата на решение градостроительных и архитектурно-технических задач. Экономическое



значение климатических факторов в градостроительстве и эксплуатации зданий.

## **Тема 2. Климат. Климатическая типизация зданий**

Климат и его составляющие: состояние воздушной среды, максимальные и минимальные температуры воздуха и его влажность, осадки, ветра. Виды погоды. Микроклимат крупных городов: влияние плотности, этажности застройки на инсоляцию, силу и направление ветров, аэрацию улиц. Связь климатического районирования с типологией здания. Особенности жилища при комфортной, теплой, жаркой, прохладной, холодной погоде.

## **Тема 3. Комфорт. Виды теплообмена. Теплообмен человека в замкнутом объеме.**

Понятие комфорта. Тепловой комфорт. Способы отдачи тепла человеком в окружающую среду: конвекция, теплопроводность, излучение, испарение. Основные параметры микроклимата помещения и их роль в формировании теплового комфорта. Формирование температуры помещения в летний период.

## **Тема 4. Аэрация жилой застройки.**

Причины возникновения ветра. Основные характеристики ветра: роза ветров по скорости и повторяемости. Господствующее направление ветра. Влияние рельефа местности на скорость и направление ветра. Изменение скорости ветра по высоте над уровнем земли. Характер обтекания воздушным потоком зданий различных форм. Формирование воздушных потоков на границе населенных мест, структура населенных мест. Оценка ветрового режима проектируемой застройки (локальные розы ветров). Санитарная зона. Влияние элементов благоустройства и зеленых насаждений на скорость ветра.

Характерные аэродинамические эффекты городской застройки: эффект Вентури, эффект связи, эффект канализации, эффект ячейки, эффект пирамиды.

## **Тема 5. Инсоляция**

Определение понятия «Инсоляция». Солнечная радиация: ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная. Радиация прямая, диффузионная, поглощенная и отраженная. Тепловое, световое и биологическое действие солнечной радиации. Отрицательное и положительное влияние солнечной радиации на микроклимат населенных мест и зданий.

Учет в архитектуре и градостроительстве влияния природно-климатических факторов. Санитарно-гигиенические требования к инсоляции территории. Координаты солнца. Характерные траектории движения солнца.

## **Тема 6. Введение по разделу «Теплофизика»**

Цели и задачи строительной теплофизики. Теплотехнические свойства наружных ограждений зданий, их влияние на поддержание комфортных условий в помещениях. Энергосбережение и экология среды.

## **Тема 7. Теплопередача в ограждении**

Температурное поле. Виды переноса теплоты через наружные ограждения. Стационарные и нестационарные условия.

Теплотехнические свойства строительных материалов. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Лучистый теплообмен.

Теплопроводность. Теплопередача через однослойную плоскую стенку при стационарных условиях. Термическое сопротивление. Расчет многослойной стенки. Теплотехника воздушных прослоек (замкнутые и вентилируемые). Определение термического сопротивления сложных конструкций.

#### **Тема 8. Расчет ограждений**

Нормирование термического сопротивления ограждения. Расчет толщины тепловой изоляции наружных ограждений. Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха.

#### **Тема 9. Теплоустойчивость**

Теплоусвоение материалов и внутренней поверхности ограждений. Тепловая инерция. Теплоустойчивость ограждений, ее нормирование и расчет по летним и зимним условиям

#### **Тема 10. Воздухопроницаемость**

Тепловой и ветровой напор. Инфильтрация. Эксфильтрация. Коэффициент воздухопроницаемости материалов.

#### **Тема 11. Тепловлажностный режим ограждений**

Влажностный режим ограждений и его влияние на теплозащитные качества. Пути попадания влаги в ограждения и мероприятия по защите ограждений. Конденсация влаги на внутренней поверхности ограждения. Паропроницаемость материалов. Конденсация водяного пара в толще ограждения. Способы снижения риска конденсации водяного пара в ограждении

#### **Тема 12. Архитектура и теплофизика**

Вопросы теплотехники при реконструкции и ремонте зданий. Современные тенденции в строительной теплофизике. Новые теплоизоляционные и отделочные материалы.

## **ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНИКОВ И УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ**

### **Архитектурная климатология и теплофизика**

1. Архитектурная физика: климатология, светотехника, акустика : справочник для студентов специальности 1-69 01 01 "Архитектура" / Н.В. Ощепкова, М.Н. Войтик, Е.С. Добросольцева, Г.И. Захаркина, Я.Д. Филиппенко; под общ. ред. Н.В. Ощепкова; кол. авт. Полоцкий государственный университет. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 215 с.

2. Кудинов, А.А. Строительная теплофизика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по направлению подготовки 08.03.01 "Строительство" / А.А. Кудинов. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 261 с.

3. Протасевич, А.М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций и микроклимат помещений / А.М. Протасевич; под ред. Борис Михайлович Хрусталева. – Минск: БНТУ, 2016. – 451, [1] с.: ил., табл., схемы.

<http://rep.bntu.by/handle/data/27318>

4. Шуляковская, Наталья Николаевна Архитектурно-экологические обоснования формирования жилых градостроительных образований: пособие к выполнению курсовой работы "Аэрация и инсоляция жилой застройки" по дисциплине "Архитектурная физика" для студентов специальностей 1-69 01 01 "Архитектура" и 1-69 01 02 "Архитектурный дизайн" / Наталья Николаевна Шуляковская; кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Градостроительство". – Минск: БНТУ, 2017. – 58, [1] с.:

<http://rep.bntu.by/handle/data/38243>

5. Архитектурная физика: [учебник для вузов по специальности "Архитектура"] / В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина, Николай Владимирович Оболенский, А.Г. Осипов, Н.И. Щепетков; под ред. Николай Владимирович Оболенский. – Стер. изд. – Москва: Архитектура-С, 2007. – 442 с. (8 экз.), 2005 г.

### **Архитектурная светотехника**

6. Архитектурная физика: лабораторный практикум по разделу "Светотехника" дисциплины "Архитектурная физика" для специальности 1-69 01 01 "Архитектура" / кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция"; сост. М.Н. Войтик, О.И. Завадская. – Минск: БНТУ, 2006. – 64 с.

7. Архитектурная физика: климатология, светотехника, акустика : справочник для студентов специальности 1-69 01 01 "Архитектура" / Н.В. Ощепкова, М.Н. Войтик, Е.С. Добросольцева, Г.И. Захаркина, Я.Д. Филиппенко; под общ. ред. Н.В. Ощепкова; кол. авт. Полоцкий государственный университет. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 215 с.

8. Васильев, А.А. Расчет естественной освещенности производственных зданий: учебно-методическое пособие по дисциплине "Архитектура" для студентов строительных специальностей / А.А. Васильев, О.Г. Маслова, Д.С. Степанцов; кол. авт. Белорусский государственный университет транспорта. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 60 с.

9. Архитектурная физика: лабораторный практикум по разделу "Светотехника" дисциплины "Архитектурная физика" для специальности 1-69 01 01 "Архитектура" / кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция"; сост. М.Н. Войтик, О.И. Завадская. – Минск: БНТУ, 2006. – 64 с.

10. Иванченко, В.Т. Определение освещенности помещений естественным светом: [учебное пособие для вузов по специальности "Промышленное и

гражданское строительство"] / В.Т. Иванченко. – Москва: Издательство АСВ, 2002. – 79 с.

## **Акустика**

11. Архитектурная физика: климатология, светотехника, акустика : справочник для студентов специальности 1-69 01 01 "Архитектура" / Н.В. Ощепкова, М.Н. Войтик, Е.С. Добросольцева, Г.И. Захаркина, Я.Д. Филиппенко; под общ. ред. Н.В. Ощепкова; кол. авт. Полоцкий государственный университет. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 215 с.

12. Медицинская и биологическая физика. Практикум: [учебное пособие для вузов по медицинским специальностям] / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич, Н.И. Инсарова, А.А. Иванов, М.В. Гольцев, Л.В. Кухаренко, В.В. Лукьяница, М.А. Дудковская, З.В. Межевич, А.М. Капитонов, В.А. Мансуров, Т.И. Суслина; под ред. В.Г. Лещенко. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 333 с.

13. Шаффер, Марк. Защита от шума и вибраций в системах ОВК. Практическое руководство: пер. с англ. / Марк Шаффер. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2009. – 214 с.

14. Проектирование звукоизоляции: методические указания для студентов специальности 1-69 01 01 "Архитектура" / кол. авт. Брестский государственный технический университет; сост. А.И. Давыдюк, Ю.Г. Ковенько, Н.Н. Русак. – Брест: БрГТУ, 2013. – 55 с.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Архитектурная климатология и теплофизика**

15. Мягков, М.С. Архитектурная климатография: учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по направлению 07.03.01 "Архитектура" / М.С. Мягков, Л.И. Алексеева; кол. авт. Московский архитектурный институт (Государственная академия). – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 361, [1] с.

16. Кокорин, О.Я. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений: учебник для студентов техникумов и колледжей строительного

профиля и бакалавров строительных вузов : по специальности 08.02.07 (270110) "Монтаж и эксплуатация внутр. сантех. устройств и вентиляции" / О.Я. Коко-рин. – 2-е изд., испр. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 218 с.

17. Вихров, В.И. Изыскания и строительная климатология: [практикум для вузов по специальности 1-74 05 01 "Мелиорация и водное хозяйство", 1-74 04 01 "Сельское строительство и обустройство территорий"] / В.И. Вихров; кол. авт. Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки: БГСХА, 2015. – 192 с.

18. Вихров, В.И. Инженерные изыскания и строительная климатология: [учебное пособие для вузов по специальностям "Сельское строительство и обустройство территорий", "Мелиорация и водное хозяйство"] / В.И. Вихров. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 367 с.

19. Климович, С. В. Теплотехнический расчет наружных ограждений и тепловой баланс здания [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к курсовой работе для студентов специальности 1-43 01 06 "Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент" / С. В. Климович, И. В. Янцевич; Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, Кафедра ЮНЕСКО "Энергосбережение и возобновляемые источники энергии". – Электрон. дан. – Минск: БНТУ, 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

<https://rep.bntu.by/handle/data/58699>

20. Шибeko, А. С. Строительная теплофизика: пособие к курсовой работе для студентов специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна" / Александр Сергеевич Шибeko; кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция". – Минск: БНТУ, 2018. – 114 с.: ил., табл.

<https://rep.bntu.by/handle/data/38854>

21. Байков, В.И. Теплофизика. Термодинамика и статистическая физика: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Физика (по направлениям)", "Ядерная физика и технологии", "Физика наноматериалов и нанотехнологий" / В. И. Байков; Н. В. Павлюкевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 446, [1] с.

22. Теплофизика. Неравновесные процессы тепломассопереноса: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Физика (по направлениям)", "Ядерная физика и технологии", "Физика наноматериалов и технологий" / [В. И. Байков и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 475, [1] с.

23. Протасевич, А.М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений: [учебное пособие для вузов по специальностям "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна", "Промышленное и гражданское строительство"] / А.М. Протасевич. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 239 с.

24. Ягов, В.В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению

подготовки "Ядерная энергетика и теплофизика" / В.В. Ягов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2014. – 541 с.

25. Строительная теплофизика: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна" / кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция"; сост. Александр Сергеевич Шибeko. – Минск: БНТУ, 2012. – 64 с.: ил.

<http://rep.bntu.by/handle/data/4368>

26. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К.Ф. Фокин; науч. ред. Ю.А. Табунщиков, В.Г. Гагарин. – 5-е изд. пересм. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 251 с.

27. Нойферт, Эрнст Строительное проектирование: справочник для профессиональных строителей и застройщиков, для тех, кто учится, и тех, кто учит: пер. с нем. / Эрнст Нойферт. – Москва: Архитектура-С, 2010. – 489 с.

### **Архитектурная светотехника**

28. Писарук, Т.В. Электрическое освещение [Электронный ресурс] / Т. В. Писарук; Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, Филиал БНТУ "Минский государственный политехнический колледж". – Электрон. дан. – Минск: БНТУ, 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

<https://rep.bntu.by/handle/data/54978>

29. Основы силовой электроники / А. И. Белоус [и др.]. – Москва: Техносфера, 2019. – 423 с.

30. Ершов, И.В. Осветительные установки: учебное пособие / И.В. Ершов, А.П. Кудря, К.А. Тимолянов; кол. авт. Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2017. – 126 с.

31. Дробов, А.В. Электрическое освещение: учебное пособие для учащихся учреждений образования, реализующих образовательные программы среднего специального образования по специальностям "Монтаж и эксплуатация электрооборудования", "Электроснабжение" / А.В. Дробов. – Минск: РИПО, 2017. – 219 с.

32. Николаенок, М.М. Светотехника: [учебное пособие для вузов по специальности "Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)"] / М.М. Николаенок, Е.М. Заяц, Р.И. Кустова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 230 с.

33. Степанцов, В.П. Светотехника: учебное пособие для студентов вузов по специальности "Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)" / В.П. Степанцов, Р.И. Кустова; кол. авт. Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск: БГАТУ, 2012. – 567 с.

34. Козловская, В.Б. Электрическое освещение: [учебник для вузов по специальности "Электроснабжение"] / Козловская В. Б., Радкевич В. Н., Сацукевич В. Н. – Минск: Техноперспектива, 2011. – 543 с.

35. Справочная книга по светотехнике / кол. авт. Московский Дом Света; под ред. Ю.Б. Айзенберг. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Знак, 2006. – 951 с.

36. Нойферт, Эрнст Строительное проектирование: справочник для профессиональных строителей и застройщиков, для тех, кто учится, и тех, кто учит: пер. с нем. / Эрнст Нойферт. – Москва: Архитектура-С, 2010. – 489 с.

37. Искусство архитектурно-ландшафтного дизайна / Георгий Александрович Потаев, Александра Владимировна Мазаник, Елена Евгеньевна Нитиевская, Л.Е. Рысь, Наталья Александровна Лазовская, Г.Р. Потаева, Н.А. Макознак; под общ. ред. Георгий Александрович Потаев. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 218 с.

38. Кириленко, А.И. Системы освещения, их характеристики и эффективность: методическое пособие по дисциплине "Основы энергосбережения" для специальности Т.22.01.00 - "Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент" и для всех технических специальностей / А.И. Кириленко, Ирина Владимировна Янцевич; кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра ЮНЕСКО "Энергосбережение и возобновляемые источники энергии". – Минск: БНТУ, 2002. – 78 с.

39. Короткевич, М. А. Электрические сети и системы освещения: учебное пособие по профессиям: "Электромонтажник по силовым сетям и электрооборудованию", "Электромонтажник по освещению и осветительным сетям" для ПТУ / Михаил Андреевич Короткевич, Д.Л. Жив. – Минск: Вышэйшая школа, 1999. – 151 с.

## **Акустика**

40. Щевьев, Ю.П. Основы физической акустики: учебное пособие / Ю.П. Щевьев. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань, 2017. – 361 с. (1 экз.)

41. Беляев, С.В. Акустика помещений / С.В. Беляев. – Москва: Издательство ЛКИ: URSS, 2013. – 132 с.

42. Кнудсен, В.О. Архитектурная акустика: пер. с англ. / В.О. Кнудсен; пер. Я.А. Копилович; ред. перевода Е.А. Копилович, Л.Д. Брызжев. – Изд. 5-е. – Москва: Издательство ЛКИ, 2010. – 525 с.

43. Шиляев, А.С. Ультразвук в науке, технике и технологии / А.С. Шиляев; кол. авт. Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова. – Гомель: РНИУП "Институт радиологии", 2007. – 410 с.

44. Архитектурная физика: [учебник для вузов по специальности "Архитектура"] / В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина, Николай Владимирович Оболенский, А.Г. Осипов, Н.И. Щепетков; под ред. Николай Владимирович Оболенский. – Стер. изд. – Москва: Архитектура-С, 2007. – 442 с. (8 экз.), 2005 г.

45. Защита от шума в градостроительстве / Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин, А.С. Прохода, И.Л. Карагодина, Б.С. Зотов; под ред. Г.Л. Осипов. – Москва: Стройиздат, 1993. – 96 с.

46. Яковлев, Р.В. Тихий дом: шумо- и звукоизоляция жилища / Р.В. Яковлев. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 219 с.

47. Звукоизоляция и звукопоглощение: [учебное пособие для вузов по специальности "Промышленное и гражданское строительство" и "Теплогазоснабжение и вентиляция"] / Г.Л. Осипов, В.Н. Бобылев, Л.А. Борисов, Н.Н. Воронина, Л.В. Едукова, В.А. Градов, В.П. Гусев, А.А. Климухин, А.И. Никольский, М.А. Пороженко, Е.Н. Тишков, М.С. Седов, И.Л. Шубин; под ред. Г.Л. Осипов, В.Н. Бобылев. – Москва: АСТ: Астрель, 2004. – 450 с.