

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Архитектура»**

**В. Е. САВЕЛЬЕВ, И. Г. МАЛКОВ**

# **РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

**Учебно-методическое пособие**

**Гомель 2013**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Архитектура»

В. Е. САВЕЛЬЕВ, И. Г. МАЛКОВ

# РАЗРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

*Одобрено методической комиссией факультета ПГС  
в качестве учебно-методического пособия для студентов  
специальности «Архитектура»  
дневной формы обучения*

Гомель 2013

УДК 72(075.8)  
ББК 85.11  
С12

Рецензенты: доцент кафедры «Архитектура» **С. И. Ковырев**;  
канд. техн. наук доцент кафедры «Строительное  
производство» **Т. В. Яшина** (УО «БелГУТ»)

**Савельев, В. Е.**

С12      Разработка и оформление дипломных проектов : учеб.-метод.  
пособие / В. Е. Савельев, И. Г. Малков ; М-во образования Респ.  
Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 35 с.  
ISBN 978-985-554-207-1

Детально освещены вопросы подготовки текстовой и графической части дипломных проектов по архитектуре жилых и общественных зданий. Приведены примеры физико-технических расчетов, которые позволят студенту по согласованию с руководителем проектирования выбрать необходимый вариант и воспроизвести в своем проекте

Предназначено для студентов дневной формы обучения специальности «Архитектура».

**УДК 72(075.8)**  
**ББК 85.11**

**ISBN 978-985-554-207-1**

© Савельев В. Е., Малков И. Г., 2013  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2013

## **ВВЕДЕНИЕ**

Дипломный проект – завершающий этап подготовки инженеро-строителей в высшем учебном заведении, показатель подготовленности выпускника к практической деятельности. Дипломный проект является итоговой работой студента по специальности, в которой он должен продемонстрировать полученные знания и навыки в области комплексного решения задач архитектурно-строительного проектирования: умение использовать весь комплекс знаний по объемно-пространственному решению объекта в конкретной градостроительной ситуации; творческий поиск оптимального решения с помощью предпроектного анализа собранных материалов и исходных данных; понимание тектонического единства составляющих проектируемого объекта, его художественно-стилистической, композиционной и конструктивной целостности, органичного применения современных конструкций и отделочных материалов; проявление знаний строительных норм; учет требований смежных инженерных специальностей; понимание требований экономики; творчески грамотное композиционное размещение проектного материала в экспозиции и высокий уровень графики его исполнения.

## **1 ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ**

Выбор тем дипломных проектов диктуется народнохозяйственными и архитектурно-градостроительными требованиями, планами строительства гражданских и промышленных зданий, научными направлениями. Анализ дипломных проектов позволяет определить в тематике два основных направления: одни проекты учитывают сложившуюся архитектурно-строительную практику сегодняшнего дня, другие отражают ближайшую или более отдаленную перспективу развития архитектуры и строительства. Большое распространение получает тематика по реконструкции и реставрации застройки городов и поселков, зданий и сооружений. Конкретные темы дипломных проектов определяются кафедрой, как правило, по реальным заданиям Министерства архитектуры и строительства

Республики Беларусь, комитетов по архитектуре, градостроительству и землепользованию облисполкомов, проектных и научно-исследовательских институтов Беларуси, руководства Белорусской железной дороги. Условно все темы можно разделить на следующие укрупненные подгруппы:

- а) жилые здания и комплексы для городского строительства;
- б) общественные здания массового строительства;
- в) крупные и уникальные общественные здания и комплексы;
- г) культовые сооружения;
- д) жилые и общественные здания для строительства в сельской местности;
- е) промышленные здания;
- ж) вокзалы и иные сооружения всех видов транспорта.

Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта. Вместе с тем студент может предложить для дипломного проектирования свою тему с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки.

По заданиям предприятий могут выдаваться комплексные темы для коллективного выполнения проекта (2–3 чел.). В этом случае группа студентов в едином градостроительном ансамбле разрабатывает проекты нескольких отдельных зданий. Такой подход к решению архитектурной задачи воспитывает навыки коллективной творческой работы, развивает чувство товарищества, углубляет проработку темы. Однако при назначении комплексной темы конкретные подтемы и объем работы для каждого дипломника определяются в отдельности.

## **2 ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Исходным документом на дипломный проект является задание по дипломному проектированию, которое составляется руководителем проекта. Разработка дипломного проекта на основе реального задания усложняет проектирование, однако способствует всесторонней подготовке специалиста, нацеливает его на выполнение работы в конкретных условиях. В официальном бланке «Задание по дипломному проектированию» указывается тема проекта, исходные данные, состав проекта, объем работ по отдельным частям проекта, фамилии руководителя и консультантов, календарный график работ с указанием этапов, сроков выполнения и обязательных проверок. К заданию может прикладываться плановое задание с указанием площадей основных помещений объекта, а также перечень рекомендуемой литературы и проектных нормативов. Задание по дипломному проектированию подписывается руководителем проекта и утверждается заведующим кафедрой. Студент подписывает задание с указанием даты его получения. Без подписанного задания студент не может

быть допущен к сдаче дипломного проекта.

Задания по темам дипломных проектов выдаются студентам перед преддипломной практикой. Целью практики является сбор исходных данных для дипломного проекта, работа с литературой, обобщение нормативной, научной и методической информации по теме дипломного проекта, а также разработка эскиза дипломного проекта.

### **3 СТАДИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Для успешного и своевременного выполнения дипломного проекта необходимо соблюдать определенную последовательность и методичность в работе. В связи с этим процесс разработки проекта разделен на ряд этапов, выполнение которых контролируется комиссиями кафедры.

1 Утверждение тем дипломных проектов, назначение руководителей и консультантов. В конце преддипломного семестра студент, выбравший тему дипломного проекта, пишет заявление на имя заведующего кафедрой с просьбой о закреплении за ним темы. Закрепление за студентом темы дипломного проекта по предоставлению кафедры оформляется приказом ректора перед направлением студента на преддипломную практику. Этим же приказом назначается руководитель и консультанты по разделам проекта.

2 Преддипломная практика. Во время преддипломной практики студенты собирают исходные данные по теме проекта (ситуационный план, подоснову, градостроительную ситуацию, изучают природно-климатические факторы и перспективу развития района, нормативные данные, осуществляют натурное обследование места строительства, анализируют отечественный и зарубежный опыт проектирования и строительства объектов-аналогов). Предпроектное исследование оформляется в виде реферата с зарисовками, схемами, таблицами. Параллельно с научно-исследовательской работой происходит поиск эскиза-идеи, уточнение общей концепции решения, проработка вариантов. Все полученные во время преддипломной практики материалы представляются на проверку комиссии кафедры.

3 Первая проверка состояния дипломного проектирования\*. На проверку предоставляются следующие материалы:

- а) задание на дипломное проектирование, подписанное руководителем проекта;
- б) исходные данные;
- в) концептуальный эскиз проекта.

---

\* Сроки проведения проверок устанавливаются кафедрой.

Реферат и эскиз проекта подписываются руководителем и консультантом проекта.

4 Вторая проверка состояния дипломного проекта в карандаше. На проверку предоставляются следующие материалы:

- а) проект (не менее 60 % общего объема);
- б) отдельные разделы пояснительной записки (примерно 50–60 %).

5 Графическое оформление проекта. Выполняется в соответствии с ранее сделанным и одобренным руководителем эскизом экспозиции проекта. Графика должна наглядно раскрыть замысел автора, быть выразительной.

6 Третья проверка состояния дипломного проектирования. Рабочая комиссия кафедры фиксирует 90–100 % готовности дипломного проекта. Планшеты должны быть в целом закончены в графике, пояснительная записка сброшюрована. Пояснительная записка и все чертежи на угловых штампах должны быть подписаны руководителем, консультантами и автором проекта. На этой проверке устанавливается очередность защиты.

7 Допуск к защите. Заведующий кафедрой просматривает проекты с целью определения возможности представить их к защите. Все чертежи допущенных к защите дипломных проектов подписывает заведующий кафедрой.

8 Рецензирование дипломных проектов. Для рецензирования приглашаются ведущие специалисты проектных, научно-исследовательских и других организаций, руководители творческих мастерских. На рецензию представляется завершённый проект с пояснительной запиской. В отдельных случаях по решению кафедры дополнительно готовится рецензия от организации, по заказу которой разрабатывается дипломный проект.

#### 4 СОСТАВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

В состав дипломного проекта входит графический и текстовый материал. Его объем, и структура имеют определенные различия в зависимости от темы дипломного проекта. Ниже приводятся требования при выполнении дипломного проекта по **градостроительной тематике**.

*Текстовая часть* проектных материалов – это пояснительная записка, отдельные сведения из которой (например, технико-экономические показатели) выносятся также на планшет с основными чертежами.

Общий объем графического материала не должен быть менее 8 м<sup>2</sup>. *Графическая часть* проекта содержит чертежи, модели, макеты, рисунки, выполненные в соответствии с программой-заданием в требуемом масштабе, с ориентацией по странам света, экспликациями.

В правом нижнем углу подрамников обязательен штамп установленного образца. Если чертеж занимает несколько подрамников, то допускается размещать штамп в правом нижнем углу одного из них.

Содержание проектных графических материалов предопределяется особенностями проектируемого объекта.

Типичный состав графической части для большинства тем дипломных проектов представлен ниже:

1 Научно-теоретические предпосылки (социально-экономические, функционально-пространственные модели, формализованная идея концепция и др.). Масштаб произвольный.

2 Схема размещения проектируемой территории в городе, районе, М 1:100000, 1:50000 и др.

3 Опорный план (план современного использования территории), М 1:1000, 1:2000, 1:5000.

4 Схемы предпроектного анализа и оценки сложившихся градостроительных условий (ландшафт, экология, население, экономика, транспорт и др.) Масштаб произвольный.

5 Генеральный план, М 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

6 Схемы, поясняющие проектное решение (функциональное зонирование, общественное обслуживание, озеленение, экология, инженерные сети, транспорт и пешеходные связи, первая очередь строительства и др.) Масштаб произвольный.

7 Фрагмент генплана, М 1:500.

8 Планы, фасады, разрезы жилых или общественных зданий (если они предусмотрены к разработке по зданию), М 1:200, 1:100.

9 Панорама, перспективы, рисунки, фотографии.

10 Технико-экономические показатели.

*Примечание – В зависимости от объема проектных и научных разработок, типа и величины объекта, сложности градостроительной ситуации возможны варианты состава графической части проекта. Например, при разработке проекта реконструкции исторической части города необходим опорный историко-архитектурный план, при проектировании парка или другого рекреационного объекта – углубленная оценка ландшафта и т. д.*

Обязательной составной частью дипломного проекта является пояснительная записка, которая содержит обоснование и описание решений, принятых по всем разделам проекта. Примерный объем пояснительной записки 45–55 страниц. Текст пишется разборчиво от руки или набирается на компьютере на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 × 297 мм) с оставлением полей слева – не менее 30 мм, справа – не менее 10 мм, сверху и снизу – не менее 20 мм. Пояснительная записка должна иметь сквозную нумерацию страниц (с учетом титульного



листа, задания, и листов со схемами и другими иллюстрациями).

### **Примерная структура пояснительной записки:**

Заглавный (титульный) лист установленного образца с подписями заведующего кафедрой градостроительства, автора проекта, руководителя и консультантов по разделам проекта.

Задание на разработку дипломного проекта, выданное руководителем проекта и утвержденное заведующим кафедрой.

Оглавление.

Введение.

Предпроектные обоснования.

Архитектурно-градостроительное решение.

Архитектурно-ландшафтные вопросы.

Вопросы экологии.

Экономика и организация строительства.

Заключение.

Список использованной литературы.

Указанная структура пояснительной записки может корректироваться студентом по согласованию с руководителем проекта и с учетом поставленной творческой задачи.

**Содержание пояснительной записки по тематике «Архитектура жилых и общественных зданий».** При выполнении дипломного проекта по тематике «Гражданские здания и сооружения». Изложение материала в пояснительной записке рекомендуется располагать в следующем порядке (в скобках указан примерный объем разделов):

1 Титульный лист установленного образца с подписями заведующего кафедрой, автор проекта, руководителя и консультантов по разделам проекта.

2 Задание по дипломному проектированию (1–3 с.).

3 Оглавление (1 с.).

4 Введение (2 с.).

5 Реферат с результатами предпроектных исследований и научного списка (15–20 с.).

6 Архитектурно-строительная часть (10 с.).

7 Конструктивная часть (3 с.).

8 Инженерное и санитарно-техническое оборудование (3 с.).

9 Экономика строительства (3–5 с.).

10 Орана окружающей среды (2–3 с.).

11 Заключение (2 с.).

12 Список использованных источников.

Содержание разделов пояснительной записки:

Примечание – В состав архитектурно-строительной части могут входить 1–2 физико-технических расчета из приводимых в приложении А.

Введение содержит краткое обоснование темы проекта, ее актуальность

и народнохозяйственное значение.

Реферат содержит материал по исследовательской части пояснительной записки к дипломному проекту:

- введение (обоснование актуальности темы, объекта);
- анализ социально-экономических и градостроительных факторов, природно-климатических условий, исторический анализ участка, выбранного для строительства;

- обобщение опыта проектирования и строительства аналогичных объектов в отечественной и зарубежной практике и анализ:

- а) решений генеральных планов зданий-аналогов (функциональное зонирование территории, организация транспортных и пешеходных связей, благоустройство территории);

- б) функционально-технологической организации объемно-планировочной структуры сооружения;

- в) использования средств архитектурно-художественной выразительности;

- г) конструктивных решений;

- определение тенденций развития рассматриваемого типа зданий;

- выводы, содержащие теоретически обоснованные предложения о возможных вариантах проектных решений.

В архитектурно-строительной части излагаются основы проектного решения со следующими его элементами:

- а) обоснование градостроительного замысла; обоснование принятого решения с учетом природно-климатических условий, связей с окружающей застройкой и природными факторами; обоснование зонирования территории, решение ее благоустройства, озеленения, инсоляции, определение противопожарных и санитарных разрывов между зданиями и мероприятий по изоляции территории от уличного шума; решение транспортного и пешеходного движения; общее решение генерального плана;

- б) дается один из физико-технических расчетов, приводимых в приложении;

- в) характеристика объемного решения и архитектурно-планировочного и конструктивного замысла; описание внутренних функционально-технологических процессов, взаимосвязи функциональных групп помещений;

- г) архитектурная композиция сооружений, идейно-художественное раскрытие темы, средства создания архитектурного образа, процессы синтеза архитектуры и искусства, учет окружающей среды и застройки;

- д) наружная и внутренняя отделка, принятые материалы отделки и способы производства работ;

- е) технико-экономические показатели (площадь участка, площадь застройки, этажность, общая площадь, расчетная (рабочая) площадь,

строительный объем, объемно-планировочные коэффициенты ( $K_1$  и  $K_2$ )).

Содержание разделов – конструктивное, инженерное и санитарно-техническое оборудование, экономика и организация строительства – согласовывается соответствующими консультантами. Примерный объем пояснительной записки 45–60 страниц.

Состав графических материалов проекта по теме «Жилые дома для строительства в сельской местности»:

1 Генеральный план поселка или участка застройки (М 1:1000).

2 Фрагмент застройки поселка или план жилой группы с детальной проработкой участка (М 1:200, 1:500).

3 Панорама застройки, развертка (М 1:200–1:400).

4 Номенклатура серии.

5 Планы первого, типового и неповторяющихся этажей каждого типа дома (М 1:100).

6 Планы секции и отдельных квартир (М 1:50) с расстановкой мебели.

7 Фасады жилых домов или фрагмент панорамы застройки (М 1:50–1:100).

8 Перспективы отдельных домов или фрагмента застройки.

9 Перспектива жилого помещения с разработкой цветового решения.

10 Макеты.

Состав графических проектных материалов по теме «Архитектура общественного здания»:

1 Ситуационный план, схема транспортного обслуживания, схема зонирования территории (М 1:500–1:10000).

2 Генеральный план объекта на геодезической подоснове с благоустройством и озеленением (М 1:500–1:100).

3 Развертки (М 1:200–1:500) или градостроительный макет.

4 План 1-го этажа с благоустройством и озеленением прилегающей территории (М 1:100–1:200).

5 Планы неповторяющихся этажей (М 1:100–1:200).

6 Главный и боковой фасады (М 1:100–1:200).

7 Архитектурно-конструктивные разрезы (М 1:100).

8 Перспектива интерьера одного из основных помещений.

9 Перспектива или макет здания.

## **5 РУКОВОДСТВО И КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Руководителями дипломных проектов назначаются наиболее опытные преподаватели кафедр, а также приглашенные для работы по совместительству специалисты из проектных организаций и творческих

мастерских. Они готовят дипломника к защите и координируют работу консультантов по смежным разделам проекта. Консультанты по отдельным разделам проекта руководят работой и отвечают за правильность принимаемых решений по выбранному направлению дипломного проекта, указывают недостатки, оценивают результаты, следят за качеством и соблюдением сроков окончания той части проекта, которую они консультируют.

Дипломный проект выполняется студеном самостоятельно, за правильность расчетов в окончательном тексте, качество изложения текста и графического выполнения проектных материалов отвечает студент-дипломник.

В составе дипломного проекта должны быть следующие разделы: архитектурно-строительный, расчетно-конструктивный, основания и фундаменты, организационно-строительный, сметы, охрана труда и техника безопасности, охрана окружающей среды, энергосбережение, научно-исследовательский. По каждому из разделов назначаются консультанты кафедр «Архитектура», «Строительные конструкции, основания и фундаменты», «Строительное производство», «Охрана труда», «Энергоэффективные технологии на транспорте». По основной кафедре «Архитектура», по которой дипломник ведет разработку проекта, назначаются главный и основной руководители. Основным руководителем является консультантом по архитектурно-строительному и научно-исследовательскому разделам. С основным руководителем консультанты по другим разделам согласовывают задание дипломнику по соответствующим разделам.

*ПРИЛОЖЕНИЕ А*  
*(обязательное)*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ  
НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ**

Сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций  $R_T$ , за исключением наружных дверей, ворот и ограждающих конструкций помещений с избытками явной теплоты, следует принимать не менее нормативного сопротивления теплопередаче  $R_{T, \text{норм}}$  в соответствии с таблицей 5.1 [2].

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_T$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , следует определять по формуле [2]

$$R_T = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (\text{A.1})$$

где  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемой по таблице 5.4 [1];

$R_{\text{к}}$  – термическое сопротивление ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ , принимаемый по таблице 5.7 [1].

Термическое сопротивление однородной ограждающей конструкции, а также слоя многослойной конструкции  $R$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , находят по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (\text{A.2})$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала однослойной или теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации согласно таблице 4.2 [1], Вт/(м<sup>2</sup>·°C), принимаемый по приложению А [1].

Термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями,  $R_k$ , м<sup>2</sup>·°C/Вт,

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (\text{A.3})$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – термическое сопротивление отдельных слоев конструкции, м<sup>2</sup>·°C/Вт, определяемое по формуле (2), и замкнутых воздушных прослоек, принимаемое по приложению Б [1].

Термическое сопротивление многослойной неоднородной ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями  $R_k$ , м<sup>2</sup>·°C/Вт, необходимо определить следующим образом:

а) плоскостями, параллельными направлению теплового потока, ограждающую конструкцию условно разрезать на участки, которые могут быть однородными и неоднородными, и определить термическое сопротивление конструкции  $R_{ка}$ , м<sup>2</sup>·°C/Вт, по формуле

$$R_{ка} = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \dots + \frac{F_n}{R_n}}, \quad (\text{A.4})$$

где  $F_1, F_2, \dots, F_n$  – площадь отдельных участков конструкции или её части, м<sup>2</sup>;

$R_1, R_2, \dots, R_n$  – термическое сопротивление отдельных участков конструкции, определяемое по формуле (2) однородных участков, и по формуле (3) – для неоднородных участков;

б) плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока, ограждающую конструкцию (или её часть, принятую для определения  $R_{ка}$ ) условно разрезать на однородные и неоднородные слои. Определить термическое сопротивление однородных слоев по формуле (2), а неоднородных – по формуле (4) и термическое сопротивление  $R_{кб}$  ограждающей конструкции – как сумму значений термического сопротивления отдельных однородных и неоднородных слоев по формуле (3);

в) если  $R_{ка}$  не превышает  $R_{кб}$  более чем на 25 %, термическое сопротивление ограждающей конструкции необходимо определить по формуле

$$R_k = \frac{R_{ка} + 2R_{кб}}{3}; \quad (A.5)$$

г) если  $R_{ка}$  превышает  $R_{кб}$  более чем на 25 % или ограждающая конструкция не является плоской, то термическое сопротивление такой конструкции необходимо определять на основании расчета температурного поля по формуле

$$R_k = \frac{t_{в.п} - t_{н.п}}{q}, \quad (A.6)$$

где  $t_{в.п}$  и  $t_{н.п}$  – соответственно средняя температура внутренней и наружной поверхностей ограждения, °С;  
 $q$  – значение теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>.

### **Пример теплотехнического расчета наружной стены реконструируемого жилого здания в г. Гомеле**

Физико-технические характеристики конструктивных стен, утепленных по методу «Термошуба», принятые с учетом таблиц 4.1, 4.2 [1], приложения А [1] и таблицы 3 [3], приведены в таблице А.1.

**Таблица А.1 – Расчетные физико-технические характеристики конструктивных слоев**

№ слоя	Наименование слоя	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\mu$ , мг/(м·ч·Па)
1	Известково-песчаный раствор	1600	0,02	0,81	0,12
2	Кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе	1400	0,51	0,69	0,16
3	Минераловатные плиты «FASROCK»	200	0,1	0,04	0,21
4	Полимерминеральный состав «Сармалеп»	1730	0,005	0,87	0,015
5	Полимерминеральный штукатурный состав «Сармалит»	1740	0,005	0,87	0,02

6	Краска акриловая «SOFRAMAP»	–	0,001	–	0,01
---	--------------------------------	---	-------	---	------

Нормативное сопротивление теплопередаче [2]

$$R_{т. норм} = 3,2 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

Сопротивление теплопередаче ограждения

$$R_t = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_H}$$

Расчетная толщина утепляющего слоя, определяемая из условия  $R_t = R_{т. норм}$ ,

$$\begin{aligned} \delta_3 &= \left[ R_{т. норм} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right] \cdot 0,04 = \\ &= \left[ 3,2 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,69} + \frac{0,005}{0,87} + \frac{0,005}{0,87} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,04 = 0,091 \text{ м.} \end{aligned}$$

При конструктивно принятой толщине утеплителя, равной 0,1 м,  $R_t = 3,43 \text{ м}^2 \cdot ^\circ C / \text{Вт}$ . Поскольку  $R_t > R_{т. норм}$ , то условия нормативной теплозащиты ограждения обеспечены.



*ПРИЛОЖЕНИЕ Б*  
*(справочное)*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПАРОПРОНИЦАНИЮ  
НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ**

Сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации  $R_{вп}$  должно быть не менее требуемого сопротивления паропроницанию  $R_{п.тр}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , определяемого по формуле

$$R_{п. тр} = \frac{(e_{в} - E_{к})R_{пн}}{E_{к} - e_{н.от}}; \quad (\text{Б.1})$$

где  $e_{в}$  – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па; при расчетных температуре и влажности этого воздуха

$$e_{в} = 0,01\varphi_{в}E_{в}; \quad (\text{Б.2})$$

$\varphi_{в}$  – расчетная относительная влажность внутреннего воздуха, %, принимаемая в соответствии с таблицей 4.1 [1];

$E_{в}$  – максимальное парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре этого воздуха, принимаемое по приложению Ж [1];

$E_{к}$  – максимальное парциальное давление водяного пара в плоскости возможной конденсации, Па, принимаемое по приложению Ж [1] при температуре в плоскости возможной конденсации  $\tau_{к}$ , °С, определяемой по формуле

$$\tau_k = t_B - \frac{t_B - t_{н.от}}{R_T} \left( \frac{1}{\alpha_B} + \sum R_i \right); \quad (Б.3)$$

- $t_B$  – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая по таблице 4.1 [1];
- $t_{н.от}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С, принимаемая по таблице 4.4 [1];
- $\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> · °С), принимаемый по таблице 5.4 [1];
- $\sum R_i$  – сумма термических сопротивлений слоев ограждающей конструкции от её внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации, м<sup>2</sup> · °С/Вт;
- $R_T$  – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м<sup>2</sup> · °С/Вт;
- $R_{пн}$  – сопротивление паропроницаемого ограждающей конструкции в пределах от плоскости возможной конденсации до её наружной поверхности, м<sup>2</sup> · ч · Па/мг,

$$R_{пн} = \sum R_{пi}; \quad (Б.4)$$

- $\sum R_{пi}$  – сумма сопротивлений паропроницаемых слоев в пределах от плоскости возможной конденсации до наружной поверхности ограждения

$$\sum R_{пi} = \sum \frac{\delta_i}{\mu_i}, \quad (Б.5)$$

- $\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя конструкции;
- $\mu_i$  – расчетный коэффициент паропроницаемости материала  $i$ -го слоя конструкции, принимаемый по приложению А [1];
- $e_{н.от}$  – парциальное давление водяного пара наружного воздуха, Па; при средней температуре наружного воздуха за отопительный период  $t_{н.от}$ ,

$$e_{н.от} = 0,01 \varphi_{н.от} E_{н.от}, \quad (Б.6)$$

- $\varphi_{н.от}$  – средняя относительная влажность наружного воздуха за отопительный период, %, принимаемая по таблице 4.4 [1];
- $E_{н.от}$  – максимальное парциальное давление водяного пара наружного воздуха, Па, при средней температуре за отопительный период  $t_{н.от}$ , °С, принимаемое по приложению Ж [1].

Плоскость возможной конденсации в однослойной конструкции располагается на расстоянии, равном 0,66 толщины ограждения от его внутренней поверхности, а в многослойной – совпадает с поверхностью теплоизоляционного слоя, ближайшей к наружной поверхности ограждения.

В случае, если  $R_{пв} < R_{п.тр}$ , то для выполнения условия  $R_{пв} \geq R_{п.тр}$  за первым слоем от внутренней поверхности необходимо расположить дополнительный пароизоляционный слой с  $R_{п}$  по приложению И [1], равным или большим разности  $\Delta R_{п} \geq R_{п.тр} - R_{пв}$ .

### **Пример расчета сопротивления паропроонианию наружной стены жилого дома в г. Гомеле**

Конструкция стены и физико-технические характеристики конструктивных слоев приведены в примере расчета приложения А.

Плоскость возможной конденсации расположена на наружной поверхности утеплителя.

Сопротивление паропроонианию от внутренней поверхности ограждения до плоскости возможной конденсации

$$R_{пв} = \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \frac{\delta_3}{\mu_3} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,51}{0,16} + \frac{0,1}{0,21} = 3,83 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Сопротивление паропроонианию от плоскости возможной конденсации до наружной поверхности ограждения

$$R_{пн} = \frac{\delta_4}{\mu_4} + \frac{\delta_5}{\mu_5} + \frac{\delta_6}{\mu_6} = \frac{0,005}{0,015} + \frac{0,005}{0,02} + \frac{0,001}{0,01} = 0,683 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

По таблице 4.1 [1] и приложению Ж [1] расчетные параметры внутреннего воздуха:  $t_{в} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $\varphi_{в} = 55 \%$ ;  $E_{в} = 2064 \text{ Па}$ .

Расчетное парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха:

$$e_{в} = 0,01 \varphi_{в} E_{в} = 0,01 \cdot 55 \cdot 2064 = 1135,2 \text{ Па}.$$

По таблице 4.4 [1] расчетные параметры наружного воздуха

$$t_{\text{н.от}} = -1,6 \text{ }^\circ\text{C}; e_{\text{н.от}} = 444 \text{ Па.}$$

Температура в плоскости возможной конденсации

$$\begin{aligned} \tau_{\text{к}} &= t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.от}}}{R_{\text{т}}} \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right) = \\ &= 18 - \frac{18 - (-1,6)}{3,43} \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,69} + \frac{0,1}{0,04} \right) = -1,3 \text{ }^\circ\text{C.} \end{aligned}$$

Максимальное парциальное давление водяного пара  $E_{\text{к}}$  при  $\tau_{\text{к}} = -1,3 \text{ }^\circ\text{C}$  по приложению Ж [1] равно 549 Па.

Требуемое сопротивление паропроницанию

$$R_{\text{п.тр}} = \frac{(e_{\text{в}} - E_{\text{к}})R_{\text{пн}}}{E_{\text{к}} - e_{\text{н.от}}} = \frac{(1135,2 - 549) \cdot 0,683}{549 - 444} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг.}$$

Поскольку  $R_{\text{пв}} = 3,83 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг} > R_{\text{п.тр}} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , условия требуемого влажностного режима ограждения обеспечиваются.

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ**

Нормируемым параметром изоляции воздушного шума жилых и общественных зданий является индекс изоляции воздушного шума ограждающих конструкций  $R_w$ , дБ [5].

Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума внутренних стен перегородок и перекрытий зданий приведены в таблице 9.2 [5].

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$  (в дБ) ограждающей конструкции с известной (измеренной или рассчитанной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной характеристикой, установленной ИСО для  $16 \frac{1}{3}$ -октавных полос в диапазоне от 100 до 3150 Гц, численные значения которой приведены в примере расчета  $R_w$  ограждения.

Для определения индекса изоляции воздушного шума  $R_w$  необходимо на графике с оценочной характеристикой нанести частотную характеристику изоляции воздушного шума и определить среднее неблагоприятное отклонение частотной характеристики от оценочной. Неблагоприятными считаются отклонения характеристики звукоизоляции вниз от оценочной характеристики, а среднее неблагоприятное отклонение составляет 1/16 суммы неблагоприятных отклонений. Если среднее неблагоприятное отклонение максимально приближается к 2 дБ, но не превышает её, величина индекса  $R_w$  составляет 52 дБ. Если среднее неблагоприятное отклонение превышает 2 дБ, оценочная характеристика смещается вниз на

целое число децибел так, чтобы среднее неблагоприятное отклонение приближалось, но не превышало указанную величину; тогда  $R_w = 52 - \Delta$ , где  $\Delta$  – величина смещения оценочной характеристики. Если же среднее неблагоприятное отклонение значительно меньше 2 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная характеристика смещается вверх на целое число децибел так, чтобы среднее неблагоприятное отклонение от смещенной оценочной характеристики приближалось, но не превышало 2 дБ, тогда  $R_w = 52 + \Delta$ .

Величина индекса  $R_w$  характеризуется значением смещенной оценочной характеристики на частоте 500 Гц.

Расчетную частотную характеристику изоляции воздушного шума  $R$ , дБ, однослойного плоского ограждения поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м<sup>2</sup> из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов можно представить графически в виде ломаной линии, аналогичной ломаной линии АВСД, приведенной на рисунке В.1.

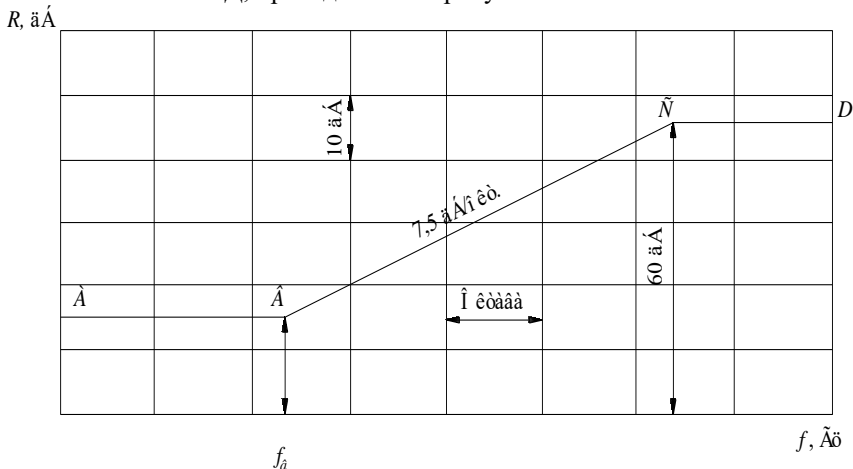


Рисунок В.1 – Схема построения частотной характеристики изоляции воздушного шума однослойным плоским ограждением

Координаты точки  $B$  ( $f_B$  и  $R_B$ ) частотной характеристики приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 – Значения координат точки  $B$

Толщина ограждения $h$ , м	Частота $f_B$ , Гц, при плотности материала ограждения $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>				Значения $R_B$ , дБ, в зависимости от поверхностной плотности ограждения $m_{II}$			
	$\geq 1800$	$\geq 1600$	$\geq 1400$	$\geq 1200$	$m_{II}$ , кг/м <sup>2</sup>	$R_B$ , дБ	$m_{II}$ , кг/м <sup>2</sup>	$R_B$ , дБ
0,05	331	317	303	289	100	28,5	350	39,4
0,06	320	306	292	278	110	29,3	360	39,6

0,07	310	296	283	270	120	30,1	370	39,9
0,08	302	289	276	263	130	30,8	380	40,1
0,09	295	282	269	257	140	31,4	390	40,3
0,10	289	276	264	251	150	32,0	400	40,5
0,11	283	271	259	247	160	32,6	410	40,8
0,12	278	266	254	242	170	33,1	420	41,0
0,13	274	262	250	238	180	33,6	430	41,2
0,14	270	258	247	235	190	34,1	440	41,4
0,15	266	254	243	232	200	34,5	450	41,6
0,16	263	251	240	229	210	34,9	460	41,8
0,17	260	248	237	226	220	35,3	470	41,9
0,18	257	245	234	223	230	35,7	480	42,1
0,19	254	243	232	221	240	36,1	490	42,3
0,20	251	240	229	219	250	36,5	500	42,5
0,22	247	236	225	215	260	36,8	550	43,3
0,24	242	232	221	211	270	37,1	600	44,1

Окончание таблицы В.1

Толщина ограждения $h$ , м	Частота $f_v$ , Гц, при плотности материала ограждения $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>				Значения $R_v$ , дБ, в зависимости от поверхностной плотности ограждения $m_n$			
	$\geq 1800$	$\geq 1600$	$\geq 1400$	$\geq 1200$	$m_n$ , кг/м <sup>2</sup>	$R_v$ , дБ	$m_n$ , кг/м <sup>2</sup>	$R_v$ , дБ
0,26	238	228	218	208	280	37,4	650	44,8
0,28	235	225	215	204	290	37,7	700	45,4
0,30	232	222	212	202	300	38,0	750	46,0
0,35	225	215	205	196	310	38,3	800	46,6
0,40	219	209	200	190	320	38,6	850	47,1
0,45	214	204	195	186	330	38,9	900	47,6
0,50	209	200	191	182	340	39,1	1000	48,5

Построение частотной характеристики изоляции воздушного шума производится следующим образом: из точки  $B$  влево проводится горизонтальный отрезок  $AB$ , а от точки  $B$  вправо проводится отрезок  $BC$  с наклоном 7,5 дБ на октаву до точки  $C$  с ординатой  $R_c = 60$  дБ, из точки  $C$  вправо производится горизонтальный отрезок  $CD$  (см. рисунок В.1).

### Пример расчета индекса изоляции воздушного шума однослойного ограждения

Необходимо запроектировать перегородку между жилой комнатой и кухней в квартире категории В в соответствии с требованиями звукоизоляции.

Индекс изоляции воздушного шума ограждения должен быть не ниже его нормативного значения, равного 43 дБ [5].

Перегорodka проектируется из гипсобетонных плит ( $\rho = 1600$  кг/м<sup>3</sup>) с

двухсторонней известково-песчаной штукатуркой.

По номограмме рисунка В.2 при  $R_w = 43$  дБ требуемая толщина ограждения составляет 0,093 м. Принимаем конструктивно толщину ограждения, равную 0,1 м, при которой ориентировочно величина  $R_w = 44$  дБ.

Поверхностная плотность ограждения  $m_n = \rho h = 0,1 \cdot 1600 = 160$  кг/м<sup>2</sup>.

Координаты точки В (см. рисунок В.1) с использованием данных таблицы В.1 составляют:  $f_b = 276$  Гц при  $h = 0,1$  м;  $R_b = 32,6$  дБ при  $m_n = 160$  кг/м<sup>2</sup>.

Значение  $R_j$  на следующей за  $f_b$  третиоктавной среднегеометрической частоте  $f_j$  определяется с учетом предшествующей  $f_b \frac{1}{3}$ -октавной частоты  $f_i$  по формуле

$$R_j = R_b + 9,62 \cdot \left( 1,26 - \frac{f_b}{f_i} \right), \quad (\text{В.1})$$

На частоте  $f_i = 315$  Гц

$$R_{315} = 32,6 + 9,62 \left( 1,26 - \frac{276}{315} \right) = 34,1 \text{ дБ}. \quad (\text{В.2})$$

На последующих  $\frac{1}{3}$ -октавных частотах к предыдущему значению  $R$  последовательно прибавляется 2,5 дБ до значения, не превышающего 60 дБ. Расчетная частотная характеристика звукоизоляции приведена на рисунке В.3. Здесь же указаны значения оценочной и смещенной оценочной характеристик звукоизоляции.

Расчет индекса  $R_w$  перегородки приведен в таблице В.3.

Сумма неблагоприятных отклонений  $\sum$  НО расчетной характеристики от оценочной составляет 116,1 дБ, а среднее неблагоприятное отклонение равно 7,25 дБ, что больше 2 дБ.

Величина смещения оценочной характеристики вниз определяется из условия  $R_w = 44$  дБ по формуле

$$\Delta = 52 - R_w.$$



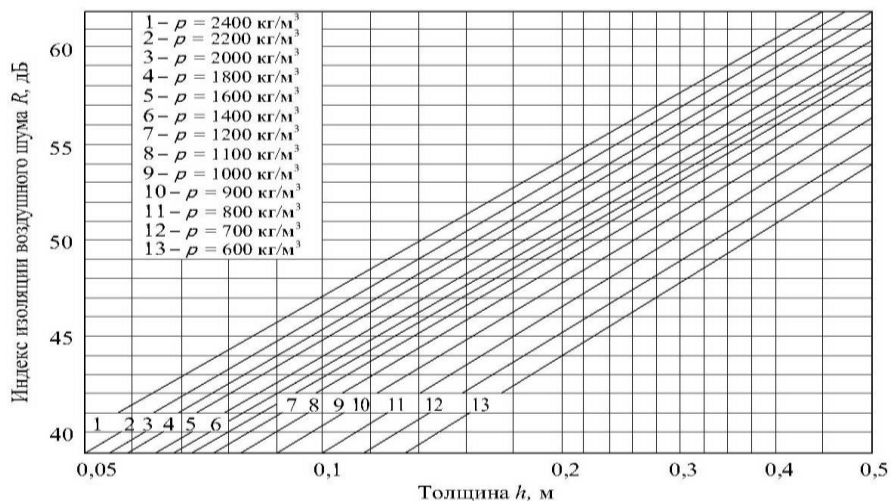


Рисунок В.2 – Номограмма для определения индекса изоляции воздушного шума однородных плоских ограждений в зависимости от их толщины и плотности материала

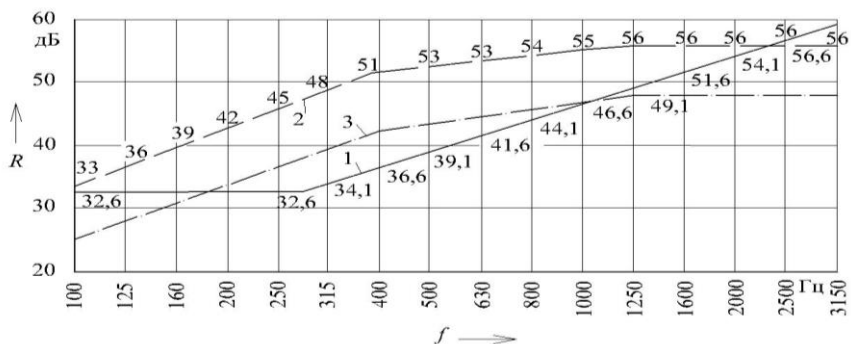


Рисунок В.3 – Частотная характеристика изоляции воздушного шума перегородкой: 1 – расчетная; 2 – оценочная; 3 – смещенная оценочная

Таблица В.3 – Значения расчетных параметров характеристик звукоизоляции ограждения

Среднегеометрическая $\frac{1}{3}$ октавная частота $f$ , Гц	Значения оценочной частотной характеристики звукоизоляции, дБ	Значения оценочной частотной характеристики звукоизоляции, дБ	Неблагоприятные отклонения расчетной характеристики от оценочной, дБ	Значения смещенной расчетной оценочной характеристики, дБ	Неблагоприятные отклонения расчетной характеристики от смещенной оценочной, дБ
100	33	32,6	-0,4	25	-
125	36	32,6	-3,4	28	-
160	39	32,6	-6,4	31	-
200	42	32,6	-9,4	34	-1,4
250	45	32,6	-12,4	37	-4,4
315	48	34,1	-13,4	40	-6,3
400	51	36,6	-14,4	43	-6,8
500	52	39,1	-12,9	44	-5,3
630	53	41,6	-11,4	45	-3,8
800	54	44,1	-9,9	46	-2,3
1000	55	46,6	-8,4	47	-0,4
1250	56	49,1	-6,9	48	-
1600	56	51,6	-4,4	48	-
2000	56	54,1	-1,9	48	-
2500	56	56,6	-	48	-
3150	56	59,1	-	48	-
			$\Sigma \text{НО} = 116,1 \text{ дБ}$ $\text{СНО} = 7,25 \text{ дБ}$		$\Sigma \text{НО} = 30,7 \text{ дБ}$ $\text{СНО} = 1,92 \text{ дБ}$

Тогда  $\Delta = 52 - 44 = 8 \text{ дБ}$ .

При смещении оценочной характеристики на 8 дБ вниз среднее неблагоприятное отклонение (СНО) равно 1,92 дБ, что меньше 2 дБ с максимальным приближением к этой величине.

Значение смещенной оценочной характеристики на частоте 500 Гц составляет 44 дБ ( $R_w = 44 \text{ дБ}$ ). Значение ориентировочной оценки индекса изоляции по номограмме и расчетное совпадает.

Индекс изоляции воздушного шума ограждения, равный 44 дБ, больше его нормативного значения, следовательно, нормативные требования к звукоизолирующей способности ограждения обеспечиваются.

*ПРИЛОЖЕНИЕ Г*  
*(справочное)*

**РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

Нормируемым параметром естественного освещения помещений является коэффициент естественной освещенности (КЕО), определяемый по формуле

$$e_N = e_n m, \quad (\text{Г.1})$$

где  $e_n$  – нормированное значение КЕО, принимаемое по таблицам 1 и 2 [7] для производственных помещений в зависимости от характеристики зрительной работы и по приложению Г для помещений общественных и жилых зданий, административных и бытовых зданий предприятий;

$m$  – коэффициент светового климата, принимаемый по таблице 4 [7].  
Естественное освещение помещений разделяется на боковое, верхнее и

комбинированное. Расчетные значения КЕО определяются:

а) при боковом освещении – по формуле

$$e_p^{\delta} = \left[ \sum_{i=1}^L \varepsilon_{\delta i} \beta_i + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{\delta aj} \cdot b_{\delta j} k_{\delta aj} \right] r_1 \tau_1 / k_3, \quad (\Gamma.2)$$

б) при верхнем освещении – по формуле

$$e_p^B = \left[ \sum_{i=1}^T \varepsilon_{\delta i} + \varepsilon_{\delta 0} (r_1 k_0 - 1) \right] \tau_1 / k_3, \quad (\Gamma.3)$$

в) при комбинированном (верхнем и боковом) освещении – по формуле

$$e_p^k = e_p^{\delta} + e_p^B, \quad (\Gamma.4)$$

где  $L$  – количество участков небосвода, видимых через световые проемы из расчетной точки;

$\varepsilon_{\delta i}$  – геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет от  $i$ -го участка неба, определяемый по графикам 1 и 2 [8];

$\beta_i$  – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость  $i$ -го участка облачного неба МКО, определяемый по таблице 35 [8];

$M$  – количество участков фасадов зданий противостоящей застройки, видимых через световые проемы из расчетные точки;

$\varepsilon_{\delta aj}$  – геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отраженный от  $j$ -го участка фасадов зданий противостоящей застройки, определяемый по графикам I и II [8];

$b_{\delta j}$  – средняя относительная яркость  $i$ -го участка фасадов зданий противостоящей застройки [7];

$k_{\delta aj}$  – коэффициент, учитывающий изменение внутренней отраженной составляющей КЕО в помещении при наличии противостоящих зданий [7];

$r_0$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, определяемый по таблице 30 [8];

$\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания, определяемый по таблицам 28 и 29 [8];

$k_3$  – коэффициент запаса, определяемый по таблице 3 [7];

$T$  – количество световых проемов в покрытии;

- $\varepsilon_{bi}$  – геометрический КЕО в расчетной точке при верхнем освещении от  $i$ -го проема, определяемый по графикам III и II [8];
- $\varepsilon_{cp}$  – среднее значение геометрического КЕО при верхнем освещении на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения [7];
- $r_1$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем или комбинированном освещении, принимаемый по таблице 33 [8];
- $k_{\phi}$  – коэффициент, учитывающий тип фонаря, принимаемый по таблице 34 [8];

$N$  – количество расчетных точек.

Нормируемое значение КЕО при одностороннем боковом освещении малогабаритных помещений должно быть обеспечено на рабочей поверхности на расстоянии 1,0 или 1,2 м от стены, наиболее удаленной от светопроемов, либо в центре помещения в зависимости от их назначения.

В крупногабаритных производственных помещениях при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной поверхности, удаленной от световых проемов на расстояние, определяемое разрядом зрительных работ [7];

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение КЕО по расчетным точкам помещения.

Допускается отклонение расчетного значения КЕО от нормируемого не более чем на 10 %.

Ниже приведен пример расчета КЕО при боковом одностороннем освещении помещения лаборатории вуза г. Гомеля.

Нормируемым КЕО для данного помещения в соответствии с приложением Д [7] является минимальное значение КЕО в расчетной точке, расположенной на линии пересечения плоскостей характерного поперечного разреза помещения и условной рабочей поверхности, находящейся на 0,8 м выше уровня пола, на расстоянии 1,2 м от поверхности стены, противоположной стене со светопроемами.

В соответствии с приложением Г и таблицей 4 [7] при ориентации светопроемов на юго-восток

$$e_N = e_n m = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 \%. \quad (\Gamma.5)$$

Сомасштабные изображения характерного поперечного разреза и плана помещения с их геометрическими размерами приведены на рисунке Г.1.

При отсутствии противостоящих зданий, упрощенный расчет КЕО в соответствии с приложением Б производится по формуле

$$e_p^B = \sum_{i=1}^L \varepsilon_{bi} \beta_i r_0 \cdot \tau_0 / k_3. \quad (\Gamma.6)$$

Для определения геометрического КЕО используем графики I и II Данилюка [8].

На характерном поперечном разрезе помещения совмещаем полюс 0 графика I с расчетной точкой S, а основание графика с условной рабочей поверхностью УРП. Число лучей  $n_1$ , прошедших через светопроем в расчетную точку S равно 3. Через центр светопроема C проходит полуокружность графика под номером 22.

На плане помещения совмещаем прямую, параллельную основанию графика II, под номером 22, равным номеру полуокружности, проходящей через центр светопроема графика I на поперечном разрезе, с продольной осью светопроемов, а полюс графика 0 располагаем на линии характерного поперечного разреза помещения. Число лучей  $n_2$  по графику II, прошедших через средний светопроем равно 24, а через боковые светопроемы – по 10 в каждом из них.

Значение геометрического КЕО составит

$$\sum_{i=1}^{L=3} \varepsilon_{\delta_i} = 0,1 \cdot 3 \cdot 24 + 2 \cdot (0,01 \cdot 3 \cdot 10) = 1,32 \%. \quad (\Gamma.7)$$

В соответствии с таблицей 35 [8] при угловой высоте середины светопроема над условной рабочей поверхностью  $Q = 10^0$  значение  $\beta_i = 0,58$ .

С учетом соотношений  $B/h_1 = 6/1,8 = 3,33$ ,  $l/B = 4,8/6 = 0,8$ ,  $l_n/B = 12/6 = 2$ ,  $\rho_{cp} = 0,5$  [7] величина  $r_0 = 2,4$ .

а)

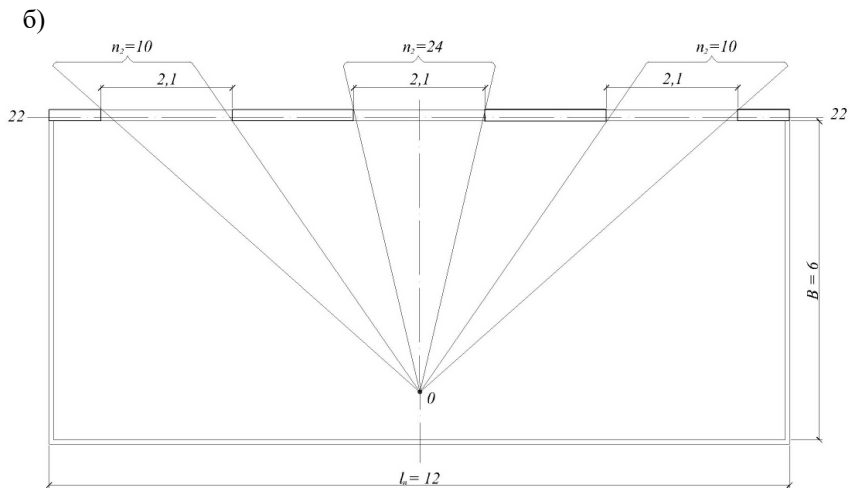
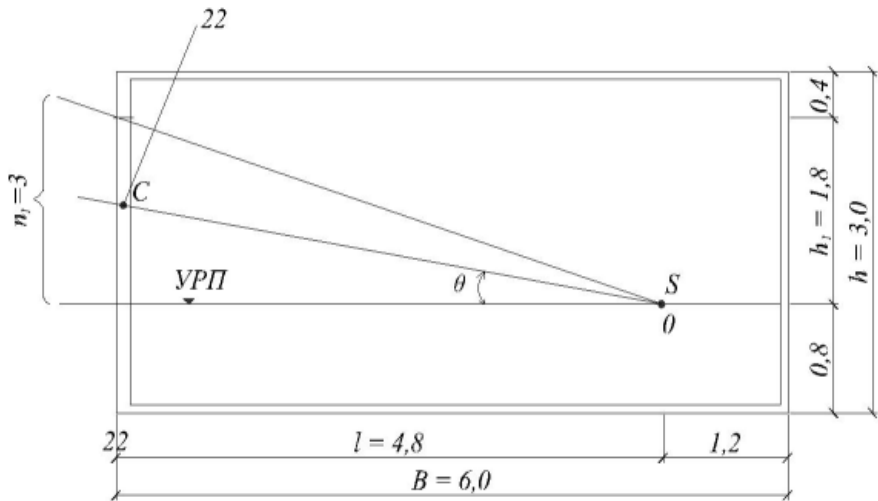


Рисунок Г.1 – Определение количества лучей  $n_1$  и  $n_2$ , проходящих через светопроемы в расчетную точку  $S$  помещения, по графикам I и II:  
 $a$  – на поперечном характерном разрезе помещения;  $b$  – на плане помещения

Значение  $\tau_0$  при боковом освещении помещения через светопроемы без

солнцезащитных устройств с их заполнением стеклопакетами в деревянных одинарных переплетах в соответствии с таблицей 28 [8] составит

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64. \quad (\text{Г.8})$$

По таблице 3 [7]  $k_3 = 1,2$ .

Значение КЕО в расчетной точке

$$\xi_p^{\bar{6}} = 1,32 \cdot 0,58 \cdot 2,4 \cdot 0,64 / 1,2 = 0,98 \%. \quad (\text{Г.9})$$

Естественное освещение помещения соответствует нормативным требованиям, поскольку отклонение расчетного значения КЕО от нормативного менее допустимого, равного 10 %.



ПРИЛОЖЕНИЕ Д  
(справочное)

**РАСЧЕТ ИНСОЛЯЦИОННОГО РЕЖИМА  
ЗДАНИЙ И ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ**

В практике градостроительного проектирования расчет инсоляционного режима помещений зданий и территории застройки обычно выполняется с помощью контрольно-инсоляционной линейки, составленной для дней равноденствия соответственно масштабом застройки 1:500, 1:1000, 1:2000. Для территории Республики Беларусь используется линейка, составленная для  $55^\circ$  северной широты [9], которая применима в пределах географического пояса, ограниченного 53-й и 57-й параллелями, либо с использованием линейки, составленной для определенной широты.

Определение продолжительности инсоляции помещения здания, расположенного на первом этаже, в соответствии с рисунком Д.1 производится в такой последовательности:

– на генплане участка застройки определяют положение расчетной точки *B* помещения;

– на плане помещения определяют горизонтальный угол  $\alpha$  затенения светопроема, величина которого зависит от размера окна, толщина наружной стены, поперечного размера лоджии и балкона, либо других затеняющих элементов;

– центральную точку инсоляционной линейки совмещают с расчетной точкой *B* помещения;

– инсоляционную линейку ориентируют по сторонам горизонта с совмещением 12-часовой линии графика с направлением «Север» подосновы;

– отмечают расчетную высоту противостоящего здания по условному масштабу высот здания на инсоляционной линейке с учетом разности отметок расположения помещения и противостоящего здания;

– по инсоляционной линейке определяют продолжительность инсоляции помещения в пределах инсоляционного угла светопроема. При этом продолжительность инсоляции равна сумме часов по линейке в пределах углов *ABF* и *EBD*;

Продолжительность суммарной инсоляции помещения (точке *B*) равна 5 часам 30 минутам.

Затенение противостоящим зданием принято для высоты 35 м с учетом расположения светопроема помещения *B* на 2 м выше планировочной отметки территории со спокойным рельефом.

Для определения условий затенения помещения на территории,

имеющей значительный уклон, следует вычислить разность отметок верха затеняющего здания и затеняемого помещения. Эту величину следует принимать для установления границы тени.

Аналогичным образом определяется время инсоляции точки  $B$  на территории застройки. С учетом высоты противостоящего здания, равной 37 м, при спокойном рельефе территории в пределах угла  $ABF$  оно составит 3 часа 15 минут, а суммарное (с учетом угла  $EBD$ ) время инсоляции – 5 часов 15 минут.

Оптимальное решение застройки по её инсоляционному режиму достигается при применении проектов зданий, имеющих данные по нормативной инсоляции помещений для различных условий их ориентации по сторонам горизонта. Наглядной интерпретацией таких данных являются гарантийно-инсоляционные зоны (ГИЗ) при зданиях, позволяющие определить условия обеспечения нормативной инсоляцией помещения с учетом прилегающей застройки.

Построение ГИЗ здания производится с помощью контрольно-инсоляционной линейки, сомасштабной плану здания. Центральная точка линейки совмещается с крайней нижней точкой  $B$  линии продольной плоскости фасада (рисунок Д.2) с совмещением полуденной линии с линией меридиана. От линии угла  $\alpha$  затенением окна по линейке отсчитывается нормативное время инсоляции. Треугольник  $ABD$  с вершиной в центральной точке  $B$  и основанием  $AD$  определяемым высотой противостоящего здания, представляет локальную ГИЗ для помещения в точке  $B$ . Для составления ГИЗ для всех помещений здания достаточно нанести линию  $DF$ , параллельную линии фасада  $BC$  и равную ее длине, а также линию  $DC$ , параллельную линии  $BD$ . Площадь, заключенная в пределах фигуры  $ABCFDA$ , является ГИЗ здания с учетом противостоящей застройки 10 м (без учета разности отметок помещения первого этажа и основания противостоящего здания). Аналогично определяются ГИЗ для прилегающей застройки различной этажности, как с восточной, так и с западной стороны фасада.

Ориентация здания по сторонам горизонта существенно влияет на разницы ГИЗ. При отклонении продольной оси здания от линии меридиана площадь ГИЗ, которая примыкает к стороне, разворачиваемой к югу, будет сокращаться, а с противоположной стороны фасада – увеличиваться.

Корректировка застройки, принятой по градостроительным соображениям, может быть выполнена с помощью построенных ГИЗ на прозрачной бумаге для зданий определенной ориентации.

На рисунке Д.3 приведены схемы-фрагменты застройки зданиями в 5 и 9 этажей с указанием границ ГИЗ, определяющих их взаимное расположение. На схеме А видно, что при равных расстояниях  $l_1$  между зданиями,

девятиэтажный дом частично располагается ГИЗ, принадлежащий пятиэтажному дому. Из этого следует, что часть помещений пятиэтажного здания будет иметь время инсоляции меньше нормативного значения. Расстояния между пятиэтажными домами допустимы для обеспечения их нормативной инсоляции. Схема Б показывает, что нормативная инсоляция пятиэтажного здания может быть обеспечена при увеличении расстояния  $l_1$  до  $l_2$ , определяющего минимально допустимый разрыв между пяти- и девятиэтажными зданиями.

Для расчета инсоляционного режима территории застройки может быть использована методика построения конверта теней, либо другие упрощенные методики.

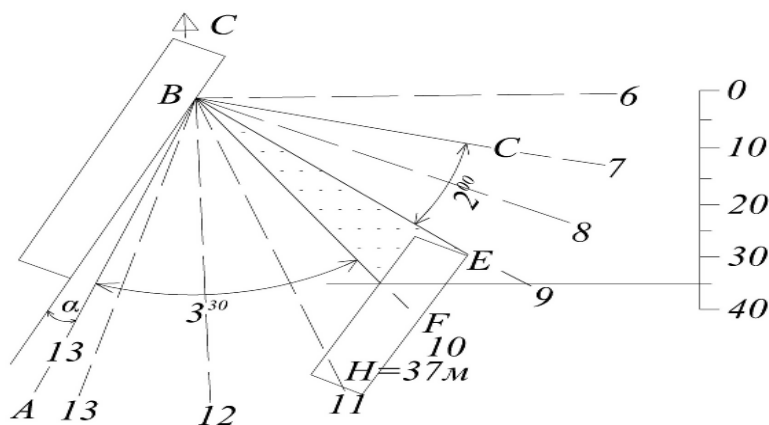


Рисунок Д.1 – Схема для определения времени инсоляции помещения в точке B

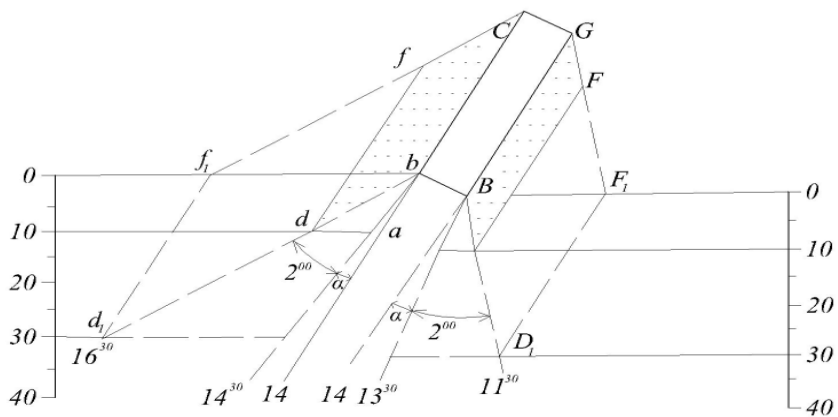
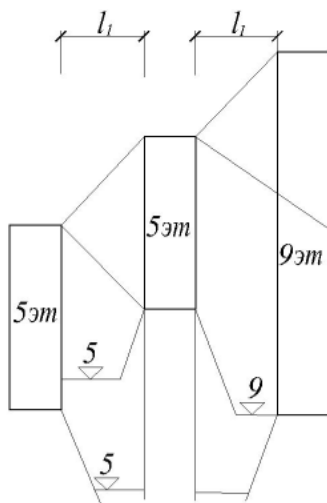


Рисунок Д.2 – Схема построения ГИЗ для противостоящих зданий высотой 10 и 30 м

а)



б)

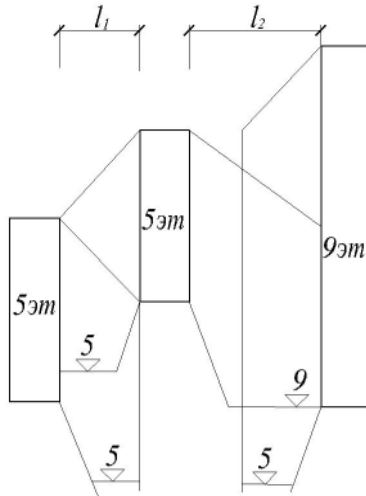


Рисунок Д.3 – Схемы расположения зданий:

*a* – не соответствующие требованиям инсоляции; *б* – соответствующие требованиям

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **ТКП 45-2.04-43-2006 (02250)**. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2007. – 32 с.
- 2 Изменение № 1 ТКП 45-2.04-43-2006(02250). МКС 91.040. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования : [утв. и введено в действие с 1.07.2009 г. приказом М-ва архитектуры и строительства Респ. Беларусь № 484 от 29.12.2008 г.]. – Минск, 2009. – 5 с.
- 3 Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «Термошуба». П 1-99 к СНиП 3.03.01-87 : [справочное приложение]. – Минск : ГП «Белэнергоэконом» СКТБ «Сормат», 1999. – 29 с.
- 4 **ТКП 45-2.04-127-2009 (02250)**. Конструкции зданий и сооружений. Правила проектирования звукоизоляции и звукопоглощения. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 78 с.
- 5 **ТКП 45-2.04-154-2009 (02250)**. Защита от шума. Строительные нормы проектирования. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 38 с.
- 6 Руководство по акустическому проектированию залов многоцелевого назначения средней вместимости. – М. : Стройиздат, 1981. – 46 с.
- 7 **ТКП 45-2.04-153-2009 (02250)**. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 1980. – 48 с.

8 СНиП П-4-79. Естественное и искусственное освещение / Госстрой СССР. – Минск : Стройиздат, 1980. – 48 с.

9 Дятков С. В. Архитектура промышленных зданий : учеб. пособие / С. В. Дятков. – М. : Высш. шк., 1984. – 342 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Тематика дипломных проектов.....	3
2 Задание на дипломный проект.....	4
3 Стадии выполнения дипломного проекта.....	5
4 Состав дипломного проекта.....	6
5 Руководство и консультирование дипломного проекта.....	10
Приложение А Определение сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий.....	12
Приложение Б Определение сопротивления паропрооницанию наружных ограждений зданий.....	16
Приложение В Определение индекса изоляции воздушного шума ограждающих конструкций зданий.....	20
Приложение Г Расчет естественного освещения помещений.....	31
Приложение Д Расчет инсоляционного режима зданий и территории застройки..	35
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	

Учебное издание

*САВЕЛЬЕВ Владимир Евгеньевич*  
*МАЛКОВ Игорь Георгиевич*

**Разработка и оформление дипломных проектов**  
Учебно-методическое пособие

Редактор А. А. П а в л ю ч е н к о в а  
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а

Подписано в печать 27.06.2013 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 2,09. Уч-изд. л. 1,73. Тираж 100 экз.  
Зак № . Изд. № 47.

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный университет транспорта:  
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.  
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.  
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34