



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Издательство МИСИ – МГСУ

Е.В. Сысоева, А.П. Константинов, Е.Л. Безбородов

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

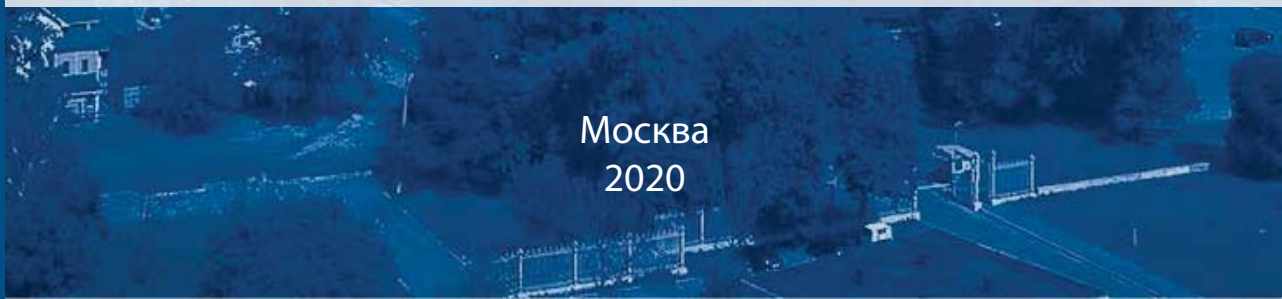
Учебно-методическое пособие



ISBN 978-5-7264-2200-8

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2020

Москва
2020



Рецензенты:

член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор, *В.Л. Мондрус*,
заведующий кафедрой строительной и теоретической механики НИУ МГСУ;
почетный строитель России, кандидат технических наук *Б.С. Соколов*,
заведующий лабораторией тонкостенных и пространственных конструкций
НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство»

Сысоева Е.В.

- С95 Конструирование общественных зданий [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.В. Сысоева, А.П. Константинов, Е.Л. Безбородов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра проектирования зданий и сооружений. — Электрон. дан. и прогр. (17,6 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. — Режим доступа: <http://lib.mgsu.ru/> — Загл. с титул экрана.
ISBN 978-5-7264-2200-8 (сетевое)
ISBN 978-5-7264-2199-5 (локальное)

Учебно-методическое пособие включает теоретический материал, помогающий осмыслить и повторить лекции, подготовиться к практическим занятиям, а также материалы по созданию конструктивных решений зданий общественного назначения с учетом современных требований и нормативных документов. Представлена методика разработки и возможных изменений во время реконструкции конструктивных решений общественных зданий. Для глубокого понимания приведены некоторые исторические данные.

Пособие полезно для выполнения выпускной квалификационной работы и курсовых работ по соответствующим дисциплинам.

Для обучающихся по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.

Учебное электронное издание

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ...	5
1.1. Общие сведения и определения. Нагрузки и воздействия	5
1.2. Конструктивные системы зданий общественного назначения	6
1.3. Особенности применения различных типов покрытий в зданиях общественного назначения	7
ГЛАВА 2. ПЛОСКОСТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ	8
2.1. Арки	8
2.2. Фермы	10
2.3. Рамы	13
ГЛАВА 3. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	14
3.1.2. Купола	17
3.1.3. Купола ребристой конструкции из древесины	20
3.1.4. Металлические купольные конструкции	21
3.2. Сетчатые конструкции	23
3.2.1. Историческая справка и общие понятия	23
3.2.2. Геодезический купол Фуллера	24
3.2.3. Ограждающие конструкции общественных зданий с применением сетчатых конструкций покрытий. Узловые соединения сетчатых конструкций	25
3.2.4. Пример сетчатой конструкции	29
3.3. Висячие вантовые и мембранные конструкции	29
3.3.1. Краткие исторические сведения и определения	29
3.3.2. Классификация вантовых конструкций	31
3.3.3. Примеры	36
3.4. Тентовые конструкции	37
3.4.1. Исторические сведения	37
3.4.2. Классификация тентовых конструкций	38
3.4.3. Тентовые материалы, применяемые в конструкциях:	39
3.4.4. Примеры тентовых конструкций	39
3.5. Пневматические конструкции	42
3.5.1. Некоторые исторические сведения о пневматических конструкциях	42
3.5.2. Классификация, определения, понятия	43
3.5.3. Технология возведения пневматических конструкций	46
3.5.4. Примеры применения пневматических и тентовых покрытий в современном строительстве	46
ГЛАВА 4. МЕТОДИКА РАБОТЫ НАД КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЕМ ПОКРЫТИЯ ЗДАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	49
4.1. Методика назначения конструктивной схемы общественного здания в рамках выполнения курсового или дипломного проектирования	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	55

ВВЕДЕНИЕ

Отличительной особенностью большинства общественных зданий является то, что в ходе их эксплуатации в них находится большое количество людей (обучающихся, зрителей, посетителей и т.п.). Это определяет основное отличие общественных зданий от других видов гражданских зданий в части объемно-планировочных решений — обязательное наличие больших общественных пространств (залов, атриумов и пр.). Данное обстоятельство, в свою очередь, определяет необходимость применения для общественных зданий специальных конструктивных систем и конструкций, позволяющих перекрывать большие пространства.

Для общественных зданий характерно использование большепролетных плоскостных и пространственных конструкций. В рамках данного пособия авторы ставят перед собой задачу рассмотреть наиболее распространенные типы подобных конструкций, показать примеры их использования в общественных зданиях различного функционального назначения, дать типовые конструктивные решения большепролетных конструкций и показать порядок работы над курсовым проектом.

Материалы данного пособия могут быть использованы студентами специалитета для осмысления лекционного материала, выполнения заданий на практических занятиях и выполнения курсовой работы/курсового проекта в 5 семестре по дисциплинам «Архитектурно-строительное проектирование гражданских и промышленных зданий» (08.05.01) по направлению подготовки/специальности «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и «Архитектура промышленных и гражданских зданий» (08.05.01) по направлению подготовки/специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Студенту предлагается работа над курсовым проектом общественного здания, включающим работу по созданию объемно-планировочного и конструктивного решений. Для выбора конструктивного решения покрытия с безопорным пространством (кинозала, спортивного зала, театрального зала, холла, др.) необходимо знание теоретической части учебно-методического пособия и выбор одного варианта на основе изучения. Для удобства работы в главе 4 предлагается пошаговая методика выбора конструктивного решения, окончательный вариант которого принимается совместно с преподавателем. При этом студент должен обосновать предложенные варианты.

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

1.1. Общие сведения и определения. Нагрузки и воздействия

Основы проектирования общественных зданий в части их объемно-планировочного решения рассмотрены ранее в учебном пособии «Проектирование общественного здания» и в рамках данного издания не рассматриваются.

Конструирование общественного здания проводится на основе комплексного учета следующих данных:

- технических характеристик грунта;
- климатических параметров района строительства;
- базовых параметров конструктивной системы здания, назначенной исходя из принятого объемно-планировочного решения здания.

Требования к конструктивной системе здания заложены уже в самом ее определении.

Конструктивная система — это совокупность стержневых, плоскостных, объемных, горизонтальных, вертикальных и наклонных конструктивных элементов, обеспечивающих общую неизменяемость формы здания и отвечающих требованиям прочности, устойчивости и жесткости под влиянием нагрузок и воздействий, действующих на здание.

Нагрузки и воздействия различают в зависимости от реакции строительного объекта, по характеру или продолжительности (рис. 1.1, 1.2).

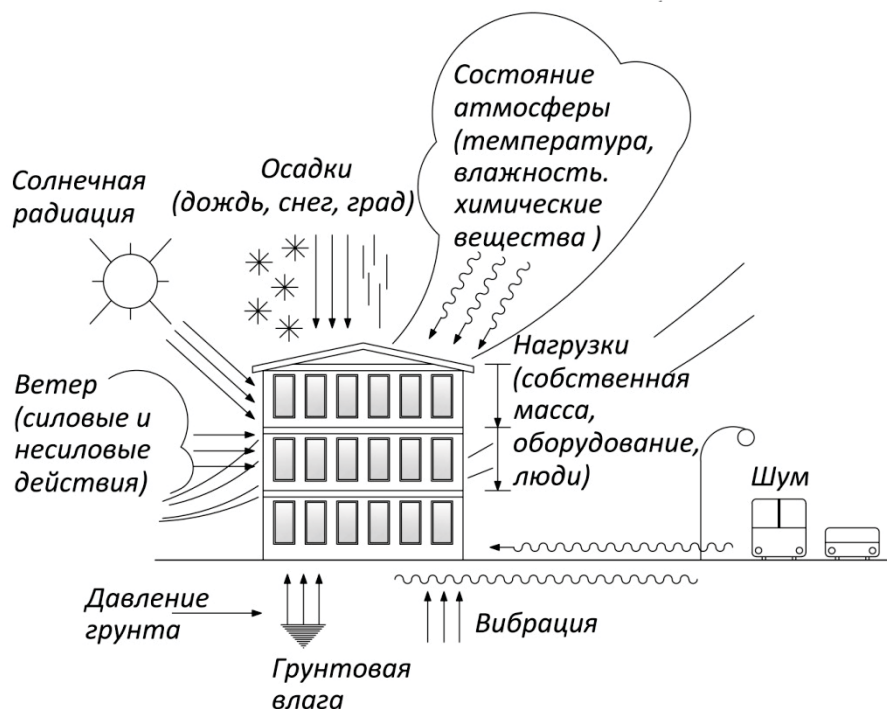


Рис. 1.1. Внешние нагрузки и воздействия на здание



Рис. 1.2. Схема нагрузок и воздействий на здание

1.2. Конструктивные системы зданий общественного назначения

Возможными конструктивными системами зданий общественного назначения являются каркасная (колонная), стеновая, каркасно-стеновая, оболочковая, ствольная (табл. 1.1).

Если в здании присутствует зальная часть (ядро), требующая создания свободного от опор пространства пролетом более 40 м (манеж, кинотеатр, театр, концертный зал и т.д.), то необходимо применение пространственных конструкций в покрытиях. В случае если по архитектурным соображениям возможно опирание на колонны, то используют плоскостные конструкции.

Возможные конструктивные системы в зависимости от назначения общественного здания

Тип конструктивной системы	Функциональное назначение здания							
	учебные заведения	культурно-зрелищные	лечебные учреждения	религиозные	спортивные	предприятия общественного питания	предприятия торговли	здания государственных учреждений
Каркасная	+	+	+	–	+	+	+	+
Стеновая	–	+	+	+	–	–	–	–
Каркасно-стеновая	+	+	+	+	–	–	+	+
Оболочковая	–	+	–	–	+	+	–	–
Ствольная	–	–	–	–	–	–	–	+

1.3. Особенности применения различных типов покрытий в зданиях общественного назначения

Особенностью большинства зданий общественного назначения является наличие покрытий для выполнения безопорных пространств больших размеров (пролеты более 60–100 м). Поэтому конструкции, которые обычно используются для жилых зданий (балки и плоские плиты), во многих общественных зданиях использовать невозможно (спортивные сооружения, театры, кинотеатры, торговые комплексы и т.д.).

Рассматривая основные типы пролетов для различных типов зданий общественного назначения, можно составить общую номенклатуру всех используемых для них конструкций (табл. 1.2).

Соответствие типов зданий и типов конструкций

Пролет, м	Типы возможных конструкций для них	Материал	Тип конструкции
3–5	Балки	Древесина, ж/б	Балка деревянная 3000–5000 мм; плита ж/б
6–9	Плиты сплошные, плоские	Ж/б, металл	Плиты ж/б плоские сплошные размером 3000х4800 мм (длина-ширина) — 9000х1000 мм
9–12	Плиты сплошные и ребристые	Ж/б, металл	Плиты ж/б плоские сплошные размером 12000х1500 мм
12–18	Плиты ребристые	Ж/б, металл	Плиты ж/б ребристые 12000х3000х300–18000х3000х600 мм; складчатые пространственные тонкостенные ж/б конструкции
24–60	Фермы; пространственные конструкции	Ж/б, металл	Ферма металлическая 18000х2400–24000х3300 мм; пространственные конструкции: например, складчатые своды и оболочки; оболочки положительной гауссовой кривизны из панелей 3х6 м; сборные типовые оболочки до 40х40 м
60–100	Пространственные конструкции	Ж/б, металл	Пространственные конструкции: например, пространственные пологие оболочки с одинарной и двоякой формой кривизны
100–300	Пространственные конструкции	Ж/б, металл	Оболочки двоякой кривизны

Сравнивая все существующие типы конструкций, можно отметить, следующее (табл. 1.2):

- пролеты до 5–6 м возможно перекрыть любыми конструкциями из любого строительного материала;
- пролеты до 18 м рационально перекрывать плоскими и ребристыми плитами из железобетона;
- пролеты 18–45 м возможно перекрывать стальными фермами.
- пролеты более 40 м возможно перекрывать с использованием тонкостенных пространственных конструкций.

Примеры большепролетных конструкций приведены в табл. 1.2 и в каждом разделе рассмотрены подробно.

ГЛАВА 2. ПЛОСКОСТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

2.1. Арки

Термин «арка» произошел от французского слова *arc* или от латинского слова *arcus* — лук, искривление, свод. В словаре А. Д. Михельсона 1865 года этот термин обозначен, как отверстие в стене, имеющее полукруглый или другой формы верх или ворота с полукруглым верхом.

Арка — одна из древнейших конструкций, которая использовалась более 4000 лет. Акведуки (VII век до н.э.) (рис. 2.1, а), театр Помпея (II век до н.э., Италия, Рим), Колизей (80 г. н.э., Италия, Рим) (рис. 2.1, б), театральная арка Константина (312–315 гг., Италия, Рим), базилика Максенция (308–312 гг., Италия, Рим) (рис. 2.1, в) и другие сооружения, уцелевшие и по сей день, являются примерами арочной конструкции. Строительным материалом для арочных элементов был древний кирпич.



а — Акведуки: VII век до н.э., Испания, Таррагона



б — Колизей (80 г. н.э., Италия, Рим)



в — Базилика Максенция (308–312 гг., Италия, Рим)

Рис. 2.1. Древние арочные конструкции

В строительной терминологии аркой называют плоскостной криволинейный стержневой конструктивный элемент.

Арки бывают следующих типов:

- арки с затяжками, которые непосредственно воспринимают распор. При этом арки опираются на вертикальные конструкции здания (колонны, стены и пр.) и передают на них только вертикальные нагрузки.
- арки без затяжек. В этом случае конструктивные элементы здания (вертикальные конструкции (колонны, стены и т.д.) или фундаменты) воспринимают помимо вертикальных нагрузок еще и горизонтальные.

Арочные конструкции можно классифицировать по различным признакам.

По очертанию срединной оси арки бывают: параболические; круговые; эллиптические; коробовые (многоцентровые); «ползучие» (опоры расположены на разных уровнях); треугольные распорные системы (рис. 2.2, а, б, в, г, д, е).

Осью арки называют срединную линию, равнозначную отстоящую от верхнего и нижнего пояса арки по ее толщине.