

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	5
ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	11
1.1. Железобетонные конструкции .....	11
1.2. Стальные конструкции .....	12
1.3. Конструкции из дерева и пластмасс .....	13
Практическое занятие 1 ОСНОВЫ ПОИСКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗАХ .....	15
2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЗДАНИЯХ. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О НАГРУЗКАХ И ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ .....	16
Практическое занятие 2 СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И ИХ РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ. ПОНЯТИЕ О СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ. ПРЕДЕЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ И ПРЕДЕЛЬНОЕ РАВНОВЕСИЕ КОНСТРУКЦИЙ .....	16
2.1. Краткие теоретические сведения. Общие положения .....	16
2.2. Основы расчетов строительных конструкций по предельным состояниям .....	18
2.3. Основные положения метода предельного равновесия .....	20
2.4. Основные понятия об ударных динамических нагрузках .....	21
2.5. Анализ динамического поведения строительных конструкций при разрушениях отдельных элементов .....	25
2.6. Методика расчета стержневых конструкций на воздействие температуры .....	26
2.7. Алгоритм проектирования конструкции .....	27
Практическое занятие 3 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОК НА ПРИМЕРАХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ .....	35
2.8. Краткие теоретические сведения .....	35
Примеры расчетов по сбору нагрузок .....	37
Пример 1. Необходимо определить нагрузку на $1 \text{ м}^2$ от собственного веса перекрытия .....	37
Практическое занятие 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В БАЛКАХ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ ПОДХОДОВ И ТИПОВЫХ СХЕМ РАСЧЕТА БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	44
2.9. Краткие теоретические сведения. Определение внутренних усилий в простых балках. Методика построения эпюр .....	45
2.10. Использование справочных данных для определения усилий .....	51
Библиографический список .....	57

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие содержит краткие теоретические сведения и справочные материалы, необходимые обучающимся для освоения дисциплины «Строительные конструкции» (уровень образования — бакалавриат).

Материалы пособия способствуют получению и развитию у обучающихся основных навыков применения в своей профессиональной деятельности требований действующих нормативных документов к учету нагрузок и воздействий, проектированию балочных и рамных конструкций из различных материалов. В пособии изложены практические приемы перехода от реальной конструкции к ее расчетной схеме, сбора нагрузок на конструкции. Дано решение практических задач распределения нагрузок на конструкции, определения расчетных усилий, расчетов на динамические и температурные воздействия.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочей программой дисциплины «Строительные конструкции» предусмотрены 32 часа практических занятий, темы которых представлены ниже.

### Тематика практических занятий

Раздел дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Количество часов
Определение дисциплины, основные понятия о зданиях, сооружениях. История развития строительных конструкций	Основы поиска научно-технической информации по строительным конструкциям в информационных системах и наукометрических базах. Примерные темы и требования к составу научно-технического обзора (реферата)	2
Функциональные процессы в зданиях. Основные сведения о нагрузках и воздействиях на конструктивные системы зданий и их элементы	Строительные конструкции зданий и их расчетные схемы. Понятие о статических и динамических нагрузках. Температурные воздействия. Предельные состояния и предельное равновесие конструкций	4
	Основные принципы распределения нагрузок на примерах конструкций общественного здания	2
	Определение усилий в балках. Использование традиционных подходов и типовых схем расчета балочных конструкций	2
Конструкции зданий и сооружений. Общие подходы к проектированию в нормальных условиях эксплуатации. Оценка удовлетворения нормативным требованиям	Конструкции фундаментов. Упрощенная методика проектирования	2
	Кирпичные стены. Основы проектирования столбов, простенков и проемов	2
	Железобетонные балки. Выбор типовых конструкций заводского изготовления	2
	Стальные балки из стандартных профилей. Проектирование и проверка эксплуатационных требований	2
	Основы проектирования элементов стропильной системы	2
Основные понятия о пожарной опасности и огнестойкости строительных конструкций и противопожарных преград. Пожарно-техническая классификация	Проектирование деревянных конструкций с учетом нормативных пожарно-технических требований	4
	Проектирование стальных конструкций с учетом нормативных пожарно-технических требований	4
	Проектирование бетонных и железобетонных конструкций с учетом нормативных пожарно-технических требований	4
<i>Всего</i>		32

Перечень результатов образования и направлений для самостоятельной работы обучающихся представлен далее.

Таблица 1.2

## Результаты образования

Компетенция по ФГОС	Код	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)
Способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива	ПК-21	<p><b>Обучающийся:</b>  <i>Знает:</i>  – профессиональную терминологию, смысл, содержание методики архитектурной деятельности, а также лучшие произведения отечественной и мировой архитектуры;  – основы проектирования строительных конструкций, их основные виды и элементы; действующие нормы архитектурно-строительного проектирования;  <i>Умеет:</i>  – решать задачи выбора проектных параметров для строительных конструкций. Проводить обоснование проектных решений с использованием нормативной документации;  <i>Имеет навыки:</i>  – оценки соответствия строительных конструкций предъявляемым к ним нормативным эксплуатационным требованиям;</p>
Способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	ПК-23	<p><b>Обучающийся:</b>  <i>Знает:</i>  – базовые особенности применения положений нормативной базы для проектирования строительных конструкций различных типов;  <i>Умеет:</i>  – воспринимать проектные конструктивные решения зданий, описывать, анализировать и обобщать результаты исследований, проводимых по заданным методикам;  <i>Имеет навыки:</i>  – обработки, систематизации и корректного использования проектных данных в области строительных конструкций</p>

Таблица 1.3

## Структура самостоятельной работы обучающихся

Раздел дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Количество академических часов	
		в период теоретического обучения	в сессию
Определение дисциплины, основные понятия о зданиях, сооружениях. История развития строительных конструкций	Изучение тем дисциплины, написание реферата. Подготовка к контрольному мероприятию (экзамен)	30	4
Функциональные процессы в зданиях. Основные сведения о нагрузках и воздействиях на конструктивные системы зданий и их элементы	Изучение тем дисциплины, подготовка к устному опросу 1. Подготовка к контрольному мероприятию (экзамен)	20	6
Конструкции зданий и сооружений. Общие подходы к проектированию в нормальных условиях эксплуатации. Оценка удовлетворения нормативным требованиям	Изучение тем дисциплины, подготовка к контрольной работе 1. Подготовка к контрольному мероприятию (экзамен)	55	12
Основные понятия о пожарной опасности и огнестойкости строительных конструкций и противопожарных преград. Пожарно-техническая классификация	Изучение тем дисциплины, подготовка к устному опросу 2 Подготовка к контрольному мероприятию (экзамен)	20	5
<i>Всего</i>		125	27

Основными формами самостоятельной работы обучающегося могут быть:

- чтение и изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания, конспект лекций;
- изучение нормативной базы дисциплины;
- ознакомление с терминами и понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников;
- изучение методической литературы по дисциплине;
- составление перечня неусвоенных вопросов с последующей консультацией у преподавателя.

### ***Типовые задания для контрольной работы 1***

1. Выполнить сбор нагрузок на междуэтажное перекрытие.
2. Выполнить сбор нагрузок на покрытие.
3. Построить расчетную схему конструкции.
4. Вычислить значение сосредоточенной силы, действующей на фундамент.
5. Вычислить погонную нагрузку на балку перекрытия.
6. Выполнить сбор погонной нагрузки на стену.
7. Выполнить подбор стандартного профиля стальной балки.
8. Выполнить подбор железобетонной балки (прогона, перемычки) заводского изготовления.
9. Выполнить назначение размеров сечения деревянной балки.
10. Выполнить назначение размеров сечения деревянной стойки.
11. Вычислить размеры подошвы столбчатого фундамента.
12. Вычислить ширину подошвы ленточного фундамента.
13. Вычислить погонную нагрузку на балку перекрытия.
14. Выполнить сбор погонной нагрузки на стену.

### ***Вопросы для подготовки к устному опросу 1***

1. Экологические аспекты производства железобетонных конструкций.
2. Экологические аспекты производства металлических конструкций.
3. Экологические аспекты производства конструкций из дерева и пластмасс.
4. Роль предварительного напряжения для строительных конструкций.
5. Строительные конструкции с управляемым напряженно-деформируемым состоянием.
6. Строительные конструкции с адаптационной приспособляемостью к авариям.
7. Строительные конструкции на объектах культурного наследия. Принципы реставрации и реконструкции.
8. Основные способы усиления и восстановления несущей способности железобетонных конструкций.
9. Основные способы усиления и восстановления несущей способности металлических конструкций.
10. Основные способы усиления и восстановления несущей способности конструкций из дерева и пластмасс.

### ***Вопросы для подготовки к устному опросу 2***

1. Методы повышения огнестойкости металлических конструкций.
2. Методы повышения огнестойкости конструкций из дерева и пластмасс.
3. Повышение огнестойкости железобетонных конструкций.
4. Повышение огнестойкости конструкций из различных материалов (комбинированных).
5. Безмоментные конструкции. Область применения и теория расчета.
6. Метод конечных элементов для расчета металлических конструкций.
7. Метод конечных элементов для расчета железобетонных конструкций.
8. Метод конечных элементов для расчета конструкций из дерева и пластмасс.
9. Пространственные конструкции. Классификация, расчетные схемы.
10. Нормативная база для проектирования строительных конструкций.
11. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. Запроектные воздействия.

### ***Темы рефератов***

1. История развития теории проектирования металлических конструкций.
2. История развития теории проектирования железобетонных конструкций.
3. История развития теории проектирования конструкций из дерева и пластмасс.
4. Теория оптимального проектирования железобетонных конструкций.
5. Теория оптимального проектирования стальных конструкций.
6. Теория оптимального проектирования конструкций из дерева и пластмасс.
7. Современные научные исследования в области расчета железобетонных конструкций.
8. Современные научные исследования в области расчета металлических конструкций.
9. Современные научные исследования в области расчета конструкций из дерева и пластмасс.
10. Методы повышения огнестойкости металлических конструкций.
11. Методы повышения огнестойкости конструкций из дерева и пластмасс.
12. Поиск рациональных форм большепролетных конструкций.
13. Балки и балочные системы. Виды, история, эволюция.
14. Безмоментные конструкции. Область применения и теория расчета.
15. Метод конечных элементов для расчета металлических конструкций.
16. Метод конечных элементов для расчета железобетонных конструкций.
17. Метод конечных элементов для расчета конструкций из дерева и пластмасс.
18. Пространственные конструкции. Классификация, расчетные схемы.
19. Современная нормативная база для проектирования строительных конструкций.
20. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. Запроектные воздействия.
21. Экологические аспекты производства железобетонных конструкций.
22. Экологические аспекты производства металлических конструкций.
23. Экологические аспекты производства конструкций из дерева и пластмасс.
24. Роль предварительного напряжения для строительных конструкций.
25. Строительные конструкции с управляемым напряженно-деформируемым состоянием.
26. Строительные конструкции с адаптационной приспособляемостью к авариям.
27. Строительные конструкции на объектах культурного наследия. Принципы реставрации и реконструкции.
28. Основные способы усиления и восстановления несущей способности железобетонных конструкций.
29. Основные способы усиления и восстановления несущей способности металлических конструкций.
30. Основные способы усиления и восстановления несущей способности конструкций из дерева и пластмасс.

### ***Структура реферативных обзоров по строительным конструкциям***

Реферативный обзор может содержать следующие основные структурные элементы:

- оглавление. Приводится структура информации в реферате в виде параграфов, подпараграфов, приложений;
- введение. Указывается актуальность исследований и основной смысл проведенной реферативной работы. Можно отметить выявленные научно-технические проблемы по результатам обзора (если таковые имеются);
- основная обзорно-аналитическая часть. Приводится материал из научных источников информации (статей в журналах, монографий, тезисов в сборниках трудов и т.п.) со ссылкой на источник заимствования. Описываемая информация может быть обобщена и критически оценена;

– выводы. Даются общие выводы по проведенному обзору, выявляются возможные направления для дальнейших исследований, в том числе предложенные авторами работ. В качестве выводов может быть приведена классификация по проблеме исследований;

– список использованных литературных источников. Оформляется в соответствии с требованиями стандартов к списку литературы;

– глоссарий. Содержит перечень профессиональных терминов на английском языке, встречавшихся при переводе статей и аннотаций зарубежных литературных источников;

– приложения. В приложения помещают рисунки, формулы, графики, таблицы и текст, имеющие второстепенное значение, но необходимые для полного понимания сути излагаемого материала.

Обучающиеся обязаны ознакомиться с научными разработками по теме реферата, выполненными учеными НИУ МГСУ, других вузов и научно-исследовательских центров; изучить публикации в центральных научно-технических журналах, авторефераты и диссертации на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, а также научные труды зарубежных ученых. Рекомендуются ознакомиться с патентами на изобретения и полезные модели.

Для поиска информации рекомендуется к использованию краткий перечень журналов: «Промышленное и гражданское строительство», «Строительство и реконструкция», «Инженерно-строительный журнал», «Жилищное строительство», «Тепловые процессы в технике», «Вестник гражданских инженеров», «Инженерные изыскания», «Инженерная экология», «Справочник. Инженерный журнал», «Вестник МГСУ», «Строительство: наука и образование» и др. Многие статьи доступны через сайт [elibrary.ru](http://elibrary.ru).

Литературный обзор должен представлять собой критическое осмысление известных решений по тематике реферата. Обзор должен быть написан кратко, ясно и легко читаться. Простое упоминание статей, относящихся к теме, без краткого описания и критического их анализа не допускается. Ссылки на диссертации или монографии должны сопровождаться указанием на конкретную задачу, подлежащую изменению или более углубленному дополнительному исследованию.

Объем работы составляет не более 30 страниц (без учета иллюстраций и приложений). Текст реферата печатают на листах формата А4 (210×297 мм).

Рамки и надписи на листах не выполняют. Текст рекомендуется набирать в редакторе Word, шрифтом Times New Roman, кегль 14, интервал полуторный. Поля страниц: левое 25 мм, правое 15 мм, верхнее и нижнее по 20 мм. Текст выравнивают по ширине. Каждый абзац начинают с красной строки, с отступом 1,25 см. В тексте реферата и на чертежах запрещаются сокращения, кроме общепринятых.

Реферат должен быть подготовлен исходя из анализа не менее чем 10 отечественных научных источников не старше 10 лет, двух-трех патентов на изобретения, 5–10 иностранных источников. По результатам чтения иностранных источников должен быть составлен терминологический словарь, содержащий не менее 30 специальных терминов.

В презентации реферата рекомендуется отразить следующие графические материалы:

- формулировки целей и задач;
- структурную и функциональную схему объекта;
- математические модели объекта;
- краткие формулировки и основные этапы доказательства справедливости ранее известных утверждений, касающихся предмета исследования;
- графики, диаграммы, чертежи, фотографии, характеризующие теоретические и экспериментальные исследования;
- методики, алгоритмы, способы решения научных задач;
- модель экспериментальных исследований;
- результаты сравнения теоретических и экспериментальных данных;
- результаты обработки данных на ЭВМ.

# 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## 1.1. Железобетонные конструкции

### *Краткий исторический очерк [1]*

Впервые железобетон появился (почти одновременно) в Европе и Америке. История его создания насчитывает более 200 лет. К настоящему времени самое широкое распространение он получил в строительстве. Железобетонные конструкции — несущие элементы зданий и сооружений, изготавливаемые из железобетона. Появление железобетонных конструкций связано с развитием промышленности, транспорта и торговли во второй половине XIX в. К этому времени уже были достаточно развиты цементная промышленность и черная металлургия, которым предшествовали многовековой опыт строительства из камня, неармированного бетона, дерева и двухсотлетний опыт строительства из металла. Исследования покрытий Царскосельского дворца показали, что русские мастера еще в 1802 г. применяли армированный бетон, не считая при этом, что получили новый строительный материал и не патентуя его.

Первым изделием из железобетона была лодка, построенная Ламбо во Франции в 1850 г. Первые патенты на изготовление изделий из железобетона были получены Монье в 1867–1870 гг. В 1892 г. французский инженер Ф. Геннебик предложил монолитные железобетонные ребристые перекрытия и ряд других рациональных строительных конструкций.

В 1885 г. в Германии инженер Ф. Вайс и профессор И. Баушингер провели первые научные опыты по определению прочности и огнестойкости железобетонных конструкций, сохранности железа в бетоне, сил сцепления арматуры с бетоном и пр. Тогда же впервые инженер М. Кёнен высказал предположение, подтвержденное опытами, что арматура должна располагаться в тех частях конструкции, где можно ожидать растягивающие усилия. В 1886 г. М. Кёнен предложил первый метод расчета железобетонных плит, который способствовал развитию интереса к новому материалу и более широкому распространению железобетона в Германии и Австро-Венгрии. В 1891 г. талантливый русский строитель профессор Н.А. Белелюбский первым провел серию испытаний железобетонных конструкций (плит, балок, арок, резервуаров, силосов для зерна, моста пролетом 17 м), которые по методике испытаний и полученным результатам во многом превосходили работы зарубежных ученых и послужили базой для широкого распространения железобетона в строительстве.

В России железобетон стали применять с 1886 г. для перекрытий по металлическим балкам.

В 1911 г. в России были изданы первые технические условия и нормы для железобетонных сооружений. Время разработки предложений Ф. Геннебика, т.е. конец XIX в., можно считать началом *первого* этапа в развитии железобетона, характеризуемого появлением разного рода железобетонных стержневых систем. С этого момента повсеместно вошел в практику и метод расчета бетонных конструкций по допустимым напряжениям, основанный на законах сопротивления упругих материалов. В 1904 г. в г. Николаеве по проекту инженеров Н. Пятницкого и А. Барышникова был построен первый в мире морской маяк из монолитного железобетона высотой 36 м, со стенами толщиной 10 см вверху и до 20 см внизу. Примерно в то же время были применены безбалочные междуэтажные перекрытия склада молочных продуктов в Москве. Приоритет создания этих конструкций принадлежит русскому инженеру, впоследствии выдающемуся ученому А.Ф. Лолейту. Однако в дореволюционной России не было условий для подлинного прогресса в развитии железобетона. Впервые идея предварительного напряжения элементов, работающих на растяжение, была выдвинута и осуществлена в 1861 г. русским артиллерийским инженером А.В. Гадолиным применительно к изготовлению стальных стволов артиллерийских орудий. Вопрос о применении предварительно напряженной арматуры в железобетонных конструкциях был поднят в 1928 г. в работах Э. Фрейссипэ, а затем в работах немецких инженеров Ф. Дишингера, Е. Хойера, У. Финстервальдера и др., послуживших началом практического применения предварительно напря-



женных железобетонных конструкций. После революции 1917 г. железобетонное строительство в России получило невиданный в мире размах. Необходимость максимально экономить материал и снижать стоимость железобетонных конструкций вынуждала советскую школу учитывать все наиболее передовое в европейской и американской практике и широко развивать собственные теоретические и экспериментальные исследования в области железобетона. Вскоре в этих целях после революции был создан ряд научно-исследовательских институтов и лабораторий для теоретического и экспериментального изучения физико-механических свойств бетона и железобетона. В строительных и транспортных вузах были организованы кафедры, что позволило в короткий срок подготовить высококвалифицированных специалистов по железобетону. Это в свою очередь способствовало значительному расширению применения железобетона в гидротехническом и жилищно-гражданском строительстве. В 1925–1932 гг. советские ученые В.М. Келдыш, А.Ф. Лолейт, А.А. Гвоздев, П.Л. Пастернак и др. на базе широких экспериментальных работ разработали общие методы расчета статически неопределимых стержневых систем (арок и рам), которые позволили запроектировать и построить много уникальных для своего времени общественных и промышленных зданий из железобетона. Примерно в 1928 г. железобетон стал широко использоваться в строительстве тонкостенных пространственных конструкций: разнообразных оболочках, складах, шатрах, сводах и куполах. Советский ученый В.З. Власов первым разработал общий практический метод расчета оболочек, значительно опередив зарубежную науку в этой области. В 1937 г. вышла в свет первая в мире «Инструкция по расчету и проектированию тонкостенных покрытий и перекрытий», составленная на основе теоретических и экспериментальных работ, проведенных под руководством А.А. Гвоздева. Применение в строительстве рамных и тонкостенных пространственных систем с использованием их жесткости и монолитности следует считать *вторым* этапом в развитии железобетона. В 1936 г. в СССР впервые был применен предварительно напряженный железобетон для изготовления опор канатной сети на закавказских железных дорогах. Широкому внедрению предварительно напряженных железобетонных конструкций во многом способствовали работы ученых В.В. Михайлова, А.А. Гвоздева, С.А. Дмитриева и др. Огромную работу по изучению и созданию теории и практики железобетонных конструкций и по разработке наиболее прогрессивных решений проводят Научно-исследовательский институт бетона и железобетона (НИИЖБ) и многие другие научно-исследовательские и проектные институты.

## 1.2. Стальные конструкции

### *Краткий исторический очерк [2]*

Для изготовления металлических конструкций в России до XVII в. железо производилось в небольших количествах кустарным способом. В 1698 г. указом Петра I был основан первый государственный металлургический завод в г. Невьянске, положивший начало промышленной металлургии. Железные элементы строительных конструкций в виде скреп или затяжек для восприятия распора каменных сводов начали применять в XII – XIV вв. (Успенский собор в г. Владимире, XII в.).

В XVII в. появляются первые несущие железные конструкции в виде каркасов куполов (колокольня Ивана Великого в г. Москве, 1600 г.) и железных стропил (перекрытие Архангельского собора в г. Москве, перекрытие над трапезной Троице-Сергиевой лавры в г. Сергиевом-Посаде).

В XVIII в. был освоен процесс литья чугуна для строительных целей и стали внедряться чугунные несущие конструкции. Первый чугунный мост в России был построен в 1784 г. в парке Царского Села под Петербургом, через 5 лет после сооружения первого в мире чугунного моста через р. Северн в Англии.

В XIX в. мостовые конструкции становятся ведущими среди других металлических конструкций. Инженер С.В. Кербедз (1810–1899) построил первый в России железнодорожный мост через р. Лугу с пролетными строениями из сквозных ферм. Инженеру Д.И. Журавскому (1821–1891) принадлежат теория расчета раскосных ферм и теория скалывающих напряжений при изгибе. Профессор Ф.С. Ясинский (1856–1899) разработал методы расчета на устойчивость металлических стержней, что позволило расширить применение стальных конструкций. Профессор Н.А. Белелюбский (1845–1922) создал метрический сортамент стали, улучшил конструкцию мостовых ферм, применив в них раскосную решетку. По его проектам построено много мостов, наиболее крупными из которых являются Сызранский мост через р. Волгу, состоящий из 13 пролетов длиной по 107 м, и мосты Сибирской магистрали.

В начале XIX в. в металлических конструкциях начали применять сварочное железо, а в 40-х гг. появился прокат в виде фасонного железа, двутавровых балок и листа. Постепенно металлические конструкции начали приобретать современные формы. Для соединения элементов стали применять заклепки. В промышленном строительстве металлические конструкции широко применяют для перекрытий. В конце века появились мостовые грузоподъемные краны в цехах заводов.

В начале 30-х гг. XX в. для соединений металлических конструкций начали применять сварку, которая к 40-м гг. получила широкое распространение. Сварка резко продвинула развитие металлических конструкций — они стали легче, снизилась трудоемкость изготовления, упростились соединения и конструктивная форма.

Большой вклад в теорию металлических конструкций внесли академик В.Г. Шухов (1853–1939), руководивший первой организацией, специализировавшейся на проектировании металлических конструкций, а также академик Е.О. Патон. Особая роль принадлежит профессору Н.С. Стрелецкому (1885–1967), автору ряда фундаментальных идей и разработок по предельному состоянию конструкций, основам их расчета и проектирования, создателю и руководителю школы проектирования металлических конструкций. В XX в. изготовление различных металлических конструкций с помощью сварки стало практически массовым.

### **1.3. Конструкции из дерева и пластмасс**

#### *Краткий исторический очерк [3]*

Значительное развитие деревянные конструкции получили с начала XVIII в. Строились мосты, набережные, верфи и другие сооружения. Было введено лесопиление вместо тески досок топором. Совершенствовались каркасные конструкции. Однако техника выполнения несущих деревянных конструкций основывалась на плотничном искусстве. Во второй половине XVIII в. роль инженера в развитии деревянных конструкций усиливается в связи с общим развитием инженерных наук. Плотничное искусство уступает место инженерному творчеству.

В 70-х гг. XVIII в. И.П. Кулибин составил проект грандиозного по тем временам однопролетного арочного моста через р. Неву в г. Петербурге пролетом около 300 м с арками многорешетчатого типа и с соединениями на болтах. Была построена и испытана модель моста в  $\frac{1}{10}$  натуральной величины. Крупным сооружением из дерева является покрытие над московским манежем с треугольными фермами пролетом 50 м, построенное в 1817 г.

В середине XIX в. Д.И. Журавский запроектировал и построил несколько крупных деревянных железнодорожных мостов. Ему также принадлежит заслуга создания теории расчета решетчатых ферм и составных балок, работающих на сдвиг при изгибе. В гражданских и промышленных зданиях второй половины XIX в. преобладали треугольные фермы из бревен и брусьев со стальными растянутыми элементами. В конце XIX в. были применены первые пространственные покрытия и сооружения в металле и дереве, предложенные и выполненные В.Г. Шуховым.

В советский период небывалые темпы развития народного хозяйства поставили перед строителями новые задачи, в том числе необходимость разработки новых деревянных конструкций. Были применены дощато-гвоздевые конструкции в виде двутавровых балок и рам с перекрестной стенкой. Широкое распространение получили сегментные фермы и трехшарнирные арки из досок на гвоздях. При этом пролеты конструкций достигали 100 м. Впервые в Советском Союзе были применены пространственные дощато-гвоздевые конструкции типа оболочек. Большой вклад в развитие деревянных конструкций внесли такие ученые, как Г.Г. Карлсен, В.М. Коченов, В.В. Большаков, М.Е. Каган, а также создатели теории расчета оболочек В.З. Власов, А.А. Гвоздев и др.

Пространственные сетчатые системы В.Г. Шухова получили развитие в деревянных кружально-сетчатых конструкциях: в СССР — в виде безмоментных кружально-сетчатых сводов Песельника, за рубежом — в так называемых покрытиях Цолльбау с узлами на болтах, которые с 1929 г. широко применялись в строительстве и в нашей стране. В 30-х гг. XX в. инженер В.С. Деревягин разработал соединение на дубовых пластинчатых нагелях для сплачивания брусьев. Составные балки Деревягина с таким соединением нашли применение в верхних поясах металлодеревянных ферм.

Уже в 1937 г. были начаты научные разработки и опытное строительство первых клееных конструкций. Исследования продолжались и в условиях военного времени, причем в порядке опытного строительства были изготовлены почти все разновидности конструкций — балки, арки, фермы. В послевоенные годы работы А.Б. Губенко, Г.Г. Карлсена, М.Н. Плунгянской, А.С. Белозеровой и Н.П. Птицына способствовали дальнейшему развитию клееных деревянных конструкций.

Первые несущие клееные деревянные конструкции в порядке эксперимента были изготовлены в Швейцарии более 60 лет назад, а в Швеции, в США, Канаде, ФРГ, Финляндии до конца 50-х гг. прошлого века несущие клееные деревянные конструкции использовались в незначительных объемах и только с 60-х гг. начато их широкое применение. Промышленное производство клееных деревянных конструкций было организовано в 70-х гг. Из числа построенных можно отметить арки пролетом 45 м в покрытиях складов калийных комбинатов в городах Солигорске, Березниках и Соликамске на Урале, на химико-металлургическом комбинате в г. Калусе на Украине. Пролеты клееных деревянных конструкций для спортивных сооружений с покрытием из трехшарнирных арок кругового очертания равны 63 м в г. Архангельске и 57 м в г. Калинин. В Белоруссии построено несколько спортивных объектов с применением в покрытиях трехшарнирных клееных деревянных арок пролетом 49 м.

Параллельно с развитием конструктивных форм совершенствовались методы расчета деревянных конструкций. Неоднократно издавались нормативные документы на их проектирование. С 1955 г. расчеты всех строительных конструкций производят по методу расчетных предельных состояний, который заменил существовавший ранее метод допускаемых напряжений. Большой вклад в древесиноведение внесли исследования Ф.П. Белянкина, Ю.М. Иванова, Л.М. Перельгина и др., посвященные изучению структуры и физико-механических свойств древесины. Отечественную теорию расчета сжатых, сжато-изгибаемых стержней, в том числе стержней на податливых связях, разработали П.Ф. Плешков, А.Р. Ржаницын, В.Г. Писчиков, Г.В. Свендинский и др. В области антисептирования древесины начало научно обоснованной системе противогнилостных мероприятий заложено А.Н. Борщевским. А.И. Фоломин разработал новый способ сушки и одновременной пропитки древесины в неводных жидкостях. Дальнейшее развитие производства деревянных конструкций предусматривает внедрение конструкций, удовлетворяющих требованиям комплексной механизации их изготовления и монтажа. Получают широкое применение легкие клефанерные конструкции, внедряется бакелизированная фанера, являющаяся наиболее стабильным лесоматериалом по своим физико-механическим свойствам. Клееные

фанерные конструкции стали применять в конце 40-х гг. Клеефанерные балки пролетом 12 м были использованы для перекрытия цеха в г. Электростали. В 50-е гг. было предложено использование фанерных труб и профилей в фермах покрытий и пролетных строений мостов. В последние годы в строительстве внедряют балки и треугольные арки с двутавровым и коробчатым сечением элементов. Трехслойные клеёфанерные плоские и криволинейные панели применяют в куполах, сводах-оболочках и т.д.

История применения пластмасс насчитывает всего несколько десятилетий. В нашей стране изучение свойств конструкционных пластмасс и строительных конструкций на их основе интенсивно началось с развитием химической и нефтехимической промышленности. Изучение физико-механических свойств пластмасс и установление расчетных характеристик позволили обосновать расчеты и методы проектирования строительных конструкций с их применением. В 1958 г. профессором С.С. Давыдовым впервые сформулирована идея создания нового конструкционного материала — пластбетона. В последующие годы под руководством профессоров А.М. Иванова и С.С. Давыдова была разработана технология изготовления изделий из этого материала и проведены исследования по расчету и конструированию.

Дальнейшее развитие и совершенствование деревянных и пластмассовых конструкций основано на индустриализации их изготовления, разработке рациональных схем размещения предприятий, расширении номенклатуры конструкций и разработке новых эффективных форм, на определении областей рационального применения, накоплении, анализе и обобщении опыта эксплуатации, на повышении качества изготовления и на применении новых методов контроля, совершенствовании норм проектирования, обеспечении надежности и долговечности.

### Практическое занятие 1

#### ОСНОВЫ ПОИСКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗАХ

*Цели занятия:* ознакомление с методиками поиска научно-технической информации; получение навыков составления научно-технических обзоров; формирование общих представлений о номенклатуре и схемах работы строительных конструкций.

*Продолжительность занятия* 90 мин.

*Обеспечение занятия:*

- настоящее учебное пособие в печатном или электронном виде;
- персональные компьютеры НИУ МГСУ с выходом в Интернет;
- план занятия.

#### План занятия

Элемент занятия	Продолжительность, мин	Содержание занятия для:	
		обучающегося	преподавателя
Ознакомление с краткими историческими очерками по истории развития строительных конструкций	30	Чтение теоретических сведений, предшествующих выполнению практической части занятия	Ответы на вопросы обучающихся по теоретическому материалу
Раздача тем для рефератов	5	Ознакомление с заданием, вопросы по заданию	Ответы на вопросы обучающихся по заданию
Ознакомление с требованиями к структуре реферата, информационно-справочные системы научно-технической информации WoS и РИНЦ	20	Чтение теоретических сведений, предшествующих выполнению практической части занятия	Ответы на вопросы обучающихся по теоретическому материалу
Выполнение практического задания по поиску научно-технической информации по теме реферата	30	Выполнение практического задания, формирование отчета по практическим занятиям	Помощь обучающимся, консультирование

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)