

24/8/5

Одобрено кафедрой  
«Здания и сооружения  
на транспорте»

Утверждено  
деканом факультета  
«Транспортные сооружения  
и здания»

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ

Рабочая программа  
для студентов IV, V курсов  
по специальности

290300 ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО (ПГС)



Москва – 2005

Программа составлена на основании примерной учебной программы данной дисциплины в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство» (ПГС).

Составитель — д-р техн. наук, проф. Ю.А. Павлов

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ

Рабочая программа

Компьютерная верстка Ю.А. Павлов

Тип. зак.	Изд. зак. 302	Тираж 500 экз.
Подписано в печать 30.03.05	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 0,75		Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

Издательский центр РГОТУПС,а,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПС,а, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2005

## 1. ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В учебном плане подготовки специалистов промышленного и гражданского строительства дисциплина «*Металлические конструкции*» является специальной, профилирующей. Изучаются основы расчета, конструирования и формообразования конструкций из стали и алюминия, несущих систем транспортных и иных промышленных зданий и сооружений.

Целью преподавания дисциплины «*Металлические конструкции*» является подготовка квалифицированного специалиста, имеющего достаточные и прочные знания в области расчета и конструирования металлических конструкций зданий и сооружений, применяемых на железнодорожном транспорте в промышленном строительстве и других отраслях народного хозяйства, умеющего применять свои знания при проектировании и возведении этих сооружений и учитывать требования экономичности и индустриализации.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину студент должен:

2.1. *Знать и уметь использовать:*

- свойства сталей и алюминиевых сплавов, используемых для изготовления элементов конструкций;
- методы расчета металлических конструкций;
- основы проектирования конструкций промышленных и транспортных сооружений с учетом технологических, эксплуатационных и экономических требований;
- основные виды несущих и ограждающих конструктивных элементов и соединений, характер и особенности их работы;
- положения, методы и приемы разработки эффективных проектных решений, в том числе с использованием ПЭВМ.

2.2. *Владеть навыками:*

- разработки расчетных схем несущих конструкций;
- расчетов и конструирования элементов металлических несущих конструкций, их соединений и узлов;
- разработки и чтения строительных чертежей;

- использования вычислительной техники при проектировании металлических конструкций;
- пользоваться нормативной, справочной и технической литературой.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс – IV, V
Общая трудоемкость работы	210	
Аудиторные занятия:		
Лекции	12	
Практические занятия	-	
Лабораторный практикум	20	
Самостоятельная работа	88	
Курсовой проект	45	2
Вид итогового контроля		Экзамен

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Практические занятия, ч	Лабораторный практикум, ч
1	Общие сведения о металлических конструкциях	4	—	—
2	Расчет и конструирование элементов металлических конструкций	4	—	10
3	Проектирование металлических конструкций промышленных зданий	4	—	10

### 4.2 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.2.1. Введение [3, стр.3]

Определение предмета. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами учебного плана. Строительные конструкции и их значение в народном хозяйстве.

Классификация строительных конструкций зданий и сооружений по назначению, материалу, расчетным схемам и т.д.

Элементы зданий и сооружений. Конструкции типовые и индивидуального проектирования.

Понятие об организации и порядке проектирования. Нормативные документы (ГОСТы, СНиПы, ТУ и др.). Вариантное и оптимальное проектирование. Стадии проектирования. Применение типовых конструктивных решений.

Роль и место металлических конструкций в промышленном и гражданском строительстве.

#### 4.3.2. Особенности металлических конструкций и материалов для них [3, гл1., стр.4-11]

Достоинства и недостатки металлических конструкций. Области применения.

Основные свойства строительных сталей. Основные характеристики строительных сталей. Стадии работы малоуглеродистой стали и ее механические характеристики.

Зависимость механических характеристик сталей от их химического состава. Полезные и вредные примеси. Влияние технологии выплавки на свойства стали. Термическое и механическое упрочнение сталей.

Марки строительных сталей. Маркировка сталей обычной, повышенной и высокой прочности.

Выбор марки стали при проектировании. Учет требований экономичности, условий работы и эксплуатации конструкций.

Исходные изделия для проектирования, изготовления монтажа конструкций. Прокатные, гнутые и литые изделия. Сортаменты.

Основные типы алюминиевых сплавов, их особенности, области применения.

Работа строительных сталей под нагрузками. Пластическое, хрупкое и квазихрупкое разрушения. Факторы, способствующие хрупкому разрушению.

Сложное напряженно-деформированное состояние. Концентрация напряжений.

Неравномерность распределения напряжений, их выравнивание при упруго-пластической работе материала. Многократное действие нагрузок.

Особенности воздействия динамических нагрузок. Ударная вязкость металла.

#### **4.3.3. Основные положения расчета строительных конструкций. Метод расчета по предельным состояниям [3, гл.2, стр.12-20]**

Расчеты конструкций по допускаемым напряжениям и разрушающим нагрузкам. Принятые в этих методах коэффициенты запаса. Недостатки методов.

Необходимость учета случайной природы нагрузок, воздействий характеристик материалов. Понятие о надежности строительных конструкций. Основы вероятностного и полувероятностного методов расчета.

Метод расчета по предельным состояниям. Понятие предельного состояния. Группы предельных состояний. Критерии предельных состояний по потере несущей способности и затруднительности нормальной эксплуатации.

Расчетные нагрузки, воздействия и усилия. Их случайный характер. Классификация нагрузок и воздействий по длительности и происхождению. Их статистические характеристики. Изменчивость.

Нормативные и расчетные нагрузки. Коэффициенты надежности по нагрузке.

Сочетания нагрузок. Коэффициент сочетания нагрузок. Сопротивления конструкционных материалов. Их случайный характер. Виды характеристики распределений. Нормативные и расчетные сопротивления, методы их определения. Коэффициент надежности по материалу. Другие коэффициенты надежности, принятые в методе расчета по определенным состояниям — условиям работы, по назначению.

Общая структура уравнения неразрушимости по второму предельному состоянию. [3, глава 2].

#### **4.3.4. Соединения в металлоконструкциях [3, гл.3, стр.21-42]**

Общая характеристика соединений, используемых в металлических конструкциях.

Сварные соединения. Виды сварных соединений и швов. Работа и расчет сварных соединений. Конструирование и контроль качества сварных швов.

Болтовые соединения и их классификация. Работа и расчет болтовых соединений. Конструктивные требования к размещению болтов, контроль качества соединений. Новые виды соединений и пути их совершенствования. [3, глава 3].

#### **4.3.5. Расчет и проектирование балочных конструкций [3, гл.4, 5, стр.43-103]**

Виды балочных покрытий и перекрытий. Области применения. Схема балочных клеток, их компоновка. Гармонизация условий первой и второй группы предельных состояний.

Работа и расчет изгибаемых элементов в упругой и упруго-пластической стадиях. Условия, допускающие расчет в упруго-пластической стадии.

Учет влияния поперечной силы. Работа и расчет разрезных и неразрезных балок.

Составные балки, области применения. Типы сечений. Назначение основных размеров.

Местная устойчивость элементов. Проверка и обеспечение местной устойчивости.

Порядок подбора сечения составной балки.

Изменение сечения.

Стыки, сопряжения и примыкания. [3, глава 4,5].

#### **4.3.6. Расчет и проектирование центрально нагруженных элементов. Центрально сжатые колонны [3, гл. 6, стр.104-130]**

Работа и расчет центрально сжатых элементов. Учет случайных эксцентриситетов.

Виды и области применения центрально сжатых колонн. Сплошные колонны. Типы сечений стержня колонны. Подбор сечения сплошностенчатой колонны и проверки. Местная устойчивость элементов колонны. Конструктивные элементы.

Сквозные центрально сжатые колонны. Типы сечений и решеток. Учет влияния податливости решеток на устойчивость стержня. Подбор и проверки сечения и колонны в целом.

Базы центрально сжатых колонн. Расчет и конструирование. [3, глава 6].

#### **4.3.7. Фермы [4, гл.7, стр.3-52]**

Фермы, области их применения, классификация. Легкие (стропильные) фермы. Очертания. Шаг ферм. Подстропильные фермы. Системы решеток. Генеральные размеры. Унифицированные размеры и схемы стропильных ферм.

Кровли по стропильным фермам. Беспрогонные покрытия. Покрытия с прогонами. Сплошные и сквозные прогоны.

Связи между фермами. Назначение, принципиальное решение связей покрытия. Подбор сечений элементов связей.

Типы сечений элементов легких ферм. Фермы с фасовками и бесфасоночные.

Расчет ферм. Определение нагрузок и усилий в стержнях. Расчетные длины стержней.

Подбор сечений элементов легких ферм. Конструирование и расчет узлов. Отправочные элементы. Стыки ферм.

Понятие о тяжелых фермах.

Использование предварительного напряжения в фермах. [4, глава 7]

#### **4.3.8. Каркасы производственных зданий [4, гл.8, стр.53-87]**

Область применения стальных и смешанных каркасов производственных зданий. Элементы каркасов и их назначение. Компоновка каркасов. Сетка колонн. Температурные и осадочные швы. Назначение основных размеров поперечной рамы. Генеральные размеры унифицированной габаритной схемы. Конструктивные схемы поперечных рам. Каркасы из легких металлических конструкций.

Связи.

Особенности расчета поперечных рам. Особенности расчета ферм как ригелей рамы. Применение ЭВМ при расчете рам.

Колонны. Типы колонн. Поперечные сечения. Расчетные длины колонн.

Подкрановые конструкции.

Стеновые ограждения, фахверк. [4, глава 8]

#### **4.3.9. Работа и расчет сжато-изгибаемых элементов. Внецентренно сжатые колонны [4, гл., стр.88-131]**

Зависимость между продольной силой и изгибающим моментом в предельном состоянии.

Расчет на прочность сжато-изгибаемых элементов. Проверка устойчивости в плоскости и из плоскости действия момента.

Базы сплошностенчатых сжато-изогнутых колонн. Расчет плиты, траверс, анкерных болтов. [4, глава 9, п. 9.1-9.4]

Общая характеристика сплошностенчатых и сквозных сжато-изгибаемых колонн. Ступенчатые колонны, особенности определения расчетных длин их ветвей.

Сплошностенчатые сжато-изогнутые колонны. Типы сечений. Расчет колонн. Подбор сечения. Проверки общей и местной устойчивости.

Сквозные сжато-изогнутые колонны. Общая характеристика. Типы сечений ветвей. Назначение общих размеров сечения. Системы решеток. Подбор сечений ветвей. Расчет элементов решетки.

Проверки устойчивости.

Сопряжение верхней и нижней частей ступенчатой колонны.

Базы сквозных сжато-изогнутых колонн, расчет плиты, траверс, анкерных болтов. [4, глава 9 п. 9.5-9.7]

#### **4.3.10. Каркасы многоэтажных зданий [5, гл.20, стр.448-460]**

Общие сведения. Области применения. Схемы каркасов, связевые и рамные. Конструкции элементов каркаса. Понятие о расчете многоэтажных каркасов. [5, глава 20]

#### **4.3.11. Листовые конструкции [4, гл.11, стр.148-164]**

Общие сведения, виды листовых конструкций. Особенности работы листовых конструкций.

Резервуары. Общие сведения. Конструкция и оптимальные размеры вертикальных цилиндрических резервуаров. Основы расчета. Монтаж вертикальных цилиндрических резервуаров способом рулонирования, учет его особенностей при конструировании.

Горизонтальные цилиндрические резервуары. Расчет и конструирование. [4, глава 10]

#### **4.3.15. Башенные и мачтовые сооружения [4, гл.10., стр.132-147]**

Общие сведения. Конструктивные схемы башенных и мачтовых сооружений. Конфигурация башен и мачт. Системы решеток башен. Типы сечений элементов башен.

Нагрузки на высотные сооружения. Особенности определения ветровой нагрузки. Основы расчета башенных и мачтовых сооружений.

Опоры ЛЭП. Типы и схемы опор. Работа, расчет и конструирование опор ЛЭП. [4, глава 9]

#### **4.3.16. Экономика металлических конструкций [5, гл.28, стр.522-529]**

Методика технико-экономического анализа проектных решений.

Структура стоимости металлоконструкций. Трудоемкость и энергоемкость изготовления и монтажа. Оценка эффективности применения металлоконструкций. Пути снижения стоимости металлических конструкций. [5, глава 28]

### **4.3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Математическое моделирование и расчет на ЭВМ элементов металлических конструкций
2	3	Математическое моделирование и расчет на ЭВМ каркаса промышленного здания и его элементов

## **5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

### **5.1. КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ**

**Курсовой проект №1** «Рабочая площадка цеха».

Составление вариантов компоновки балочной клетки с определением металлоемкости и выбором основного.

Расчет настила.

Подбор и проверка прокатных балок.

Проектирование составной балки. Определение основных размеров. Расчеты прочности и устойчивости. Изменение сечения. Конструирование балки с разработкой опорных узлов, элементов жесткости и монтажного стыка на болтах.

Проектирование центрально сжатой колонны. Подбор сечения. Проверки устойчивости и жесткости. Расчет стержней

решетки. Конструирование колонны. Расчет и конструирование базы колонны.

Объем проекта — один-два листа чертежей (КМД) и пояснительная записка с расчетами и эскизами.

**Курсовой проект №2** «Каркас одноэтажного промышленного здания».

Компоновка каркаса. Проектирование связей. Определение нагрузок. Расчет поперечных рам на ЭВМ методом конечных элементов и определения расчетных комбинаций усилий.

Проектирование сжато-изогнутых одноступенчатых колонн с базами и примыканиями ригеля и связей.

Проектирование несущей конструкции покрытия здания (фермы, прогоны).

Объем проекта — два листа чертежей (КМ, КМД) и пояснительная записка с расчетами и эскизами (30–40 с.). Расчеты проектов производятся на ПЭВМ по программам кафедры и включаются в пояснительную записку.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### *Основная*

1. СНиП 2.01.07 Нагрузки и воздействия.
2. СНиП II - 25 - 81\* Стальные конструкции. Нормы проектирования. —М. ЦИТП.
3. Павлов Ю.А. Металлические конструкции: Ч. I. —М: РГОТУПС, 1998.
4. Павлов Ю.А. Металлические конструкции: Ч. II. —М: РГОТУПС, 2000.

#### *Дополнительная*

5. Металлические конструкции/ Под общ. редакцией Е.И. Беленя. —М.: Стройиздат, 1991.
6. Металлические конструкции/ Под ред. В.В. Горева. В 3-х томах. —М.: Высшая школа. Т. 1 — 1997, т. 2 и т. 3 — 1999.

7. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Под редакцией В.В. Кузнецова. В 3-х томах. —М.: АСВ. Т. 1 и т.2 — 1998, т. 3 — 1999.

8. Металлические конструкции. /Под ред. В.В. Горева, т. 1. —М.: Высшая школа, 2001.

## **6.2. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Комплекс интерактивных программ к курсовому проекту № 1:**

1. Balka-kr — расчет конструкций балочной клетки;
2. Balmaine — расчет составной балки;
3. Bolt — расчет болтовых стыков;
4. Prokat — расчет прокатных балок;
5. Column1 — расчет сплошных центрально сжатых колонн;
6. Column2 — расчет сквозных центрально сжатых колонн;
7. Base — расчет баз колонн;

### **Комплекс интерактивных программ к курсовому проекту № 2:**

8. Intab — расчет рам каркаса промздания (полный);
9. Rama — расчет рам каркаса промздания (сокращенный);
10. Excolumn — расчет одноступенчатой колонны;
11. Ferma — расчет ферм;
12. Base — расчет баз колонн.