

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства
Кафедра промышленного, гражданского строительства и архитектуры

УТВЕРЖДАЮ

Директор института строительства, архитектуры
и жилищно-коммунального хозяйства

 Андрийчук Н.Д.

2025 года



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине (практике)

Металлические конструкции

(наименование учебной дисциплины, практики)

07.03.04 Градостроительство

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«Градостроительство»

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик (разработчики):

канд. техн. наук, доцент



Хвортова М.Ю.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» от «24» февраля 2025 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой



Хвортова М.Ю.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Металлические конструкции»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Сталь — это:

- А) полимер
- Б) железоуглеродистый сплав
- В) комплексный материал

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

2. Свойства, предъявляемые к материалам МК:

- А) пластичность
- Б) твердость
- В) устойчивость

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

3. При содержании углерода более 0.6% стали являются:

- А) малоуглеродистые
- Б) среднеуглеродистые
- В) высокоуглеродистыми

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

4. С235 – это обозначение:

- А) класса прочности стали
- Б) марки стали
- В) категории стали

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие между областями применения строительных конструкций:

- 1) Металлические конструкции А) Применяют для промышленных зданий
- 2) Конструкции из алюминиевых сплавов Б) Перекрытия гражданских зданий
- 3) Железобетонные конструкции В) Применяют для изготовления ограждающих конструкций

Правильный ответ:

1	2	3
А	В	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

2. Установите соответствие между определениями в классификации строительных сталей:

- 1) По степени раскисления А) Кипящие
- 2) По содержанию углерода Б) Малоуглеродистые
- 3) По состоянию по-ставка В) Термообработанные

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

3. Установите соответствие между назначениями зданий и их уровнем надежности:

- 1) Склады, одноэтажные жилые постройки, временные здания и сооружения со сроком службы до 5 лет) А) Относятся к зданиям второго уровня надежности
- 2) Гражданские здания Б) Относятся к зданиям первого уровня надежности
- 3) Стадионы В) Относятся к зданиям третьего уровня надежности

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

4. Установите соответствие между левым и правым столбцами:

- | | |
|--|---|
| 1) Численные значения коэффициента надежности по материалу принимаются в зависимости | А) Статистических данных (результатов испытаний) при их обработке методами теории вероятностей и теории надёжности |
| 2) Конкретные значения нормативных характеристик определяются на основе | Б) От свойств материала, их статистической изменчивости, а также от нестатистических факторов, например, от уровня прочности материала. |

Правильный ответ:

1	2
Б	А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Указать последовательность подбора сечения прокатной балки:

- А) выполняют проверку прочности балки
- Б) определяется требуемый момент сопротивления сечения
- В) по сортаменту подбирают ближайший больший номер балки
- Г) выполняют проверку жесткости балки

Правильный ответ: Б, В, А, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

2. Указать последовательность подбора сечения составных балок:

- А) определяются усилия в балке
- Б) определяют требуемый момент сопротивления балки
- В) определяется нагрузка на балку
- Г) определяют высоту балки
- Д) компонуют сечение

Правильный ответ: В, А, Б, Г, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

3. Указать последовательность подбора сечения сплошной колонны:

- А) компонуют сечение
- Б) определяют расчетную длину
- В) задавшись гибкостью, определяют требуемую площадь, радиус инерции, ширину сечения

Г) проверяют подобранное сечение по требованиям общей устойчивости

Правильный ответ: Б, В, А, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

4. Указать последовательность проектирования базы сплошной колонны:

А) по максимальному моменту определяют толщину плиты

Б) вычисляют изгибающие моменты на разных участках плиты

В) рассчитывают напряжение под плитой базы

Г) определяют требуемую площадь плиты базы

Правильный ответ: Г, В, Б, А

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово

1. Расчеты по 1-ой группе предельных состояний выполняются на действие расчетных нагрузок, а по 2-ому на действие _____.

Правильный ответ: нормативных

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

2. Главные балки опираются непосредственно на стены и колонны, второстепенные - на _____.

Правильный ответ: главные балки

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

3. Ручная сварка выполняется при помощи _____, тип и марка которых зависит от марки стали свариваемых элементов, рода сварочного тока и пространственного положения шва.

Правильный ответ: электродов

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

4. Генеральными размерами фермы являются _____ и высота.

Правильный ответ: пролет

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Напишите пропущенное слово (словосочетание)

1. Минимальная высота балки h_{\min} определяется из условия обеспечения _____.

Правильный ответ: жесткости / прогиба

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

2. Прогоны воспринимают нагрузку от _____ и передают ее на стропильные фермы.

Правильный ответ: покрытия / кровли

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

3. Для уменьшения трудоемкости изготовления балочной клетки, балки настила и вспомогательные балки обычно принимают из _____.

Правильный ответ: прокатного профиля / прокатного двутавра

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

4. Жесткость _____ зависит от её высоты.

Правильный ответ: балки / изгибаемого элемента

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Проверить несущую способность стыковых сварных швов.

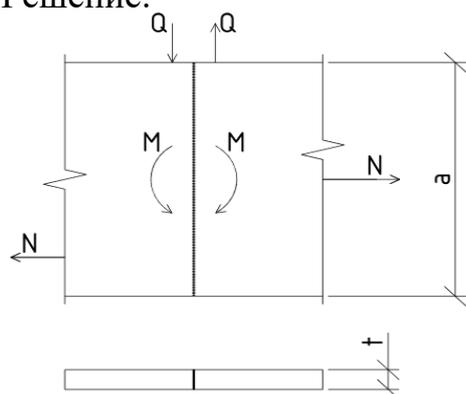
Исходные данные: сталь С390 ($R_y=380$ МПа= 38 кН/см²).

Размеры соединяемых листов: ширина - $a=30$ см, толщина - $t=1,60$ см. Усилия, действующие в стыке: $M=46$ кН·м, $N=200$ кН, $Q=280$ кН. Принять сварку ручной электродом типа Э50А. $\gamma_c = 0.9$.

Время выполнения - 30 минут.

Ожидаемый результат:

Решение:



Стыковой сварной шов находится под воздействием усилий N , M , Q в сложном напряженном состоянии. Несущая способность такого шва в общем случае определяется приведенными напряжениями:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{(\sigma_N + \sigma_M)^2 + 3 \cdot \tau_Q^2} \leq 1,15 R_{wy} \gamma_c$$

$$\sigma_N = \frac{N}{A_w} = \frac{N}{l_w \cdot t} \leq R_{wy} \gamma_c$$

$$l_w = a - 2t = 30 - 3,2 = 26,8 \text{ см}$$

Принимаем визуальный контроль качества шва, тогда $R_{wy}=0,85R_y=0,85\cdot 38=32,3$ кН/см²

$$\sigma_N = \frac{200}{26,8 \cdot 1,6} = 4,66 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 32,3 \cdot 0,9 = 29,07 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2};$$

$$\tau_Q = \frac{Q}{A_w} \leq R_{ws} \gamma_c;$$

$$R_{ws} = 0,58R_{wy} = 0,58 \cdot 32,3 = 18,73 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\tau_Q = \frac{280}{42,88} = 6,52 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 18,73 \cdot 0,9 = 16,85 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_M = \frac{M}{W_w} = \frac{6 \cdot M}{l_w^2 \cdot t} \leq R_{wy} \gamma_c$$

$$\sigma_M = \frac{6 \cdot 46 \cdot 10^2}{26,8^2 \cdot 1,6} = 24,01 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 29,07 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{(4,66 + 24,01)^2 + 3 \cdot 6,52^2} = 30,81 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 1,15 \cdot 29,07 = 33,43 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Ответ: несущую способность стыкового сварного шва обеспечена.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

2. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Рассчитать соединение листов из стали С235 на болтах нормальной точности, растянутой осевой силой N.

Исходные данные:

N=600 кН, диаметр болтов - d=18 мм, толщина соединяемых листов - t_л=20 мм, толщина накладок - t_н=12 мм. Класс прочности болтов 4,6, R_{bs}=150 мПа=15 кН/см², γ_b=0,9. R_{bp}=430 мПа=43 кН/см², в зависимости от R_y=360 мПа.

Время выполнения - 30 минут.

Ожидаемый результат:

Решение:

Определяем несущую способность одного болта из условия среза

$$N_b = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} = 2,54 \text{ см}^2$$

$$n_s = 2$$

$$N_b = 15 \cdot 0,9 \cdot 2,54 \cdot 2 = 68,58 \text{ кН}$$

Определяем несущую способность одного болта из условия смятия листов.

$$N_b = R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t$$

$$N_b = 43 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 1,2 = 83,59 \text{ кН}$$

$$N_b^{\min} = 68,58 \text{ кН}$$

Определяем требуемое число болтов на полунакладке по минимальной несущей способности:

$$n_b \geq \frac{N}{N_b^{\min}} = \frac{600}{68,58} \approx 9 \text{ шт}$$

Проверяем прочность листов (или накладок), ослабленных отверстиями под болты:

$$\sigma = \frac{N}{2A_n} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

где A_n – площадь листов нетто.

$$A_{\text{отв}} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ см}^2$$

$$l_n^{\text{нетто}} = l_n - A_{\text{отв}} = 26 - 10 = 16 \text{ см}$$

$$A_n^{\text{нетто}} = l_n^{\text{нетто}} \cdot t_n = 16 \cdot 1,2 = 19,2 \text{ см}^2$$

$$\sigma = \frac{600}{2 \cdot 19,2} = 15,62 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Ответ: в соединении принято 9 болтов на одной полунакладке.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

3. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Рассчитать соединение листов на высокопрочных болтах, растянутое осевым усилием N .

Исходные данные:

$N=6000$ кН, диаметр болтов - $d=18$ мм ($A_{bh}=1,92$ см², $\gamma_b=0,9$), толщина соединяемых листов - $t_l=20$ мм, толщина листов накладок - $t_n=12$ мм. Принять болты, изготовленные из низколегированной стали 30Х2НМФА, тогда $R_{bun}=1350$ кН/см². Коэффициент трения $\mu = 0,58$ (принимается способ обработки дробеструйный, способ регулирования натяжения болтов по моменту); $\gamma_h=1,35$, при статической нагрузке.

Время выполнения - 30 минут.

Ожидаемый результат:

Решение:

Диаметры отверстий принимаются на 1-6 мм больше диаметров болтов.

Соединения на высокопрочных болтах работают с использованием сил трения между листами, создаваемых натяжением болтов при закручивании гаек.

Расчетное усилие, которое может быть воспринято одной поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых одним высокопрочным болтом, находится по формуле:

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \cdot \gamma_b \cdot A_{bh} \cdot \mu}{\gamma_h}$$

$$R_{bh} = 0,7 R_{bun}$$

$$R_{bh} = 0,7 \cdot 1350 = 945 \text{ кН/см}^2$$

$$Q_{bh} = \frac{945 \cdot 0,9 \cdot 1,92 \cdot 0,58}{1,35} = 701,57 \text{ кН}$$

Количество высокопрочных болтов на половине стыка:

$$n_b = \frac{N}{k\gamma_c Q_{bh}} = \frac{6000}{2 \cdot 1 \cdot 701,57} = 4,27, \text{ принимаем } n_b = 5 \text{ шт}$$

Ответ: в соединении принято 5 болтов на одной полунакладке.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

4. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Подобрать толщину настила и его пролет при заданной равномерно распределенной временной нагрузке на настил $p_x = 23.5$ кПа.

Время выполнения - 20 минут.

Ожидаемый результат:

Решение:

$$E_1 = \frac{2.06 \times 10^5}{1 - 0.3^2} = 2.26 \times 10^5 \text{ МПа.}$$

$$\frac{l_n}{t_n} = \frac{4 \times 120}{15} \left(1 + \frac{72 \times 2.26 \times 10^5}{150^4 \times 23.5} \times 10^3 \right) \approx 140 .$$

Ответ: назначаем: $t_n = 6$ мм; $l_n = 0.8$ м.

Компетенции (индикаторы): ПК-1, ПК-3, ПК-7

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Металлические конструкции» соответствует ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 07.03.04 Градостроительство.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института строительства, архитектуры и
жилищно-коммунального хозяйства



Ремень В.И.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)