

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Дека́н факультета  
/ Д.В.Панфилов /  
«17» января 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Специальные металлические строительные конструкции»**

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**

**Профиль** Проектирование, расчет и изготовление строительных сооружений и их элементов

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2025

**Автор программы** \_\_\_\_\_ А.А.Свентиков

**Заведующий кафедрой  
Металлических и  
деревянных конструкций** \_\_\_\_\_ Д.И.Емельянов

**Руководитель ОПОП** \_\_\_\_\_ В.А.Козлов

Воронеж 2025

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалиста, владеющего методами проектирования специальных строительных металлических конструкций, расчета и конструирования их узлов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- освоение методики расчета элементов специальных металлических сооружений по предельным состояниям, включая расчет соединений элементов металлоконструкций;
- овладение знаниями об анализе работы под нагрузками тонкостенных листовых металлоконструкций и о методах расчета напряженно-деформированного состояния оболочных конструкций;
- овладение знаниями и практическими приемами конструирования металлических емкостных сооружений;
- овладение принципами проектирования, компоновки и технико-экономического анализа принятых конструктивных решений

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Специальные металлические строительные конструкции» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Специальные металлические строительные конструкции» направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-1** - Способен вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

**ПК-4** - Способен проводить мониторинг зданий и сооружений, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
<b>ПК-1</b>	<b>Знает</b> требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из металлических конструкций, методику проектирования строительных металлических конструкций
	<b>Умеет</b> проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям

	нормативных документов
	<b>Владеет</b> средствами автоматизированного проектирования металлических конструкций
<b>ПК-4</b>	<b>Знает</b> основополагающие нормативные документы и методы проектирования, мониторинга и обследования строительных конструкций зданий и сооружений
	<b>Умеет</b> применять знания и навыки по проведению обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций; выполнять расчеты строительных конструкций с учетом имеющихся дефектов; анализировать и оценивать результаты обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций зданий и сооружений
	<b>Владеет</b> современными методами контроля технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений; методами подготовки выходных документов по результатам выполнения обследования, мониторинга и испытаний строительных конструкций зданий и сооружений

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Специальные металлические строительные конструкции» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

## очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о специальных металлических строительных конструкциях. Листовые металлические конструкции	Классификация специальных металлических строительных конструкциях. Типы специальных металлических конструкций. Классификация листовых металлических конструкций	2	-	2	4
2	Резервуары и газгольдеры	Характеристика и виды резервуаров и газгольдеров. Конструирование вертикальных и горизонтальных резервуаров. Расчет тонких оболочек вращения на действие осесимметричных нагрузок. Краевой эффект в месте сопряжения стенки с днищем. Сухие и мокрые газгольдеры	8	14	40	62
3	Бункеры и силосы	Классификация бункеров и силосов. Проектирование пирамидальных бункеров. Расчет и конструирование силосов	4	2	18	24
4	Трубопроводы большого диаметра	Общая характеристика трубопроводов, их номенклатура, основы конструирования и расчета.	2	-	6	8
5	Стальные эстакады	Конструктивные решения и особенности расчета эстакад	2	2	6	8
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование вертикального резервуара»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- определение основных компоновочных размеров резервуара
- конструирование элементов стенки резервуара
- конструирование элементов крыши резервуара
- разработка графической части проекта резервуара по стадии «КМ»

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	<b>Знает</b> требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из металлических конструкций, методику проектирования строительных металлических конструкций	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Умеет</b> проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеет</b> средствами автоматизированного проектирования металлических конструкций	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	<b>Знает</b> основополагающие нормативные документы и методы проектирования, мониторинга и обследования строительных конструкций зданий и сооружений	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Умеет</b> применять знания	знание учебного	Выполнение работ в	Невыполнение

	и навыки по проведению обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций; выполнять расчеты строительных конструкций с учетом имеющихся дефектов; анализировать и оценивать результаты обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций зданий и сооружений	материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеет</b> современными методами контроля технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений; методами подготовки выходных документов по результатам выполнения обследования, мониторинга и испытаний строительных конструкций зданий и сооружений	знание учебного материала; умение использовать полученные знания в процессе выполнения учебных работ; применение полученных знаний и умений в рамках конкретных учебных заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	<b>Знает</b> требования законодательства РФ и нормативно-технической документации в строительстве, в том числе ведомственной по проектированию зданий и сооружений из металлических конструкций, методику проектирования строительных металлических конструкций	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>Умеет</b> проверять соответственно разрабатываемых проектов и технической документации	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	требованиям нормативных документов			
	<b>Владеет</b> средствами автоматизированного проектирования металлических конструкций	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
<b>ПК-4</b>	<b>Знает</b> основополагающие нормативные документы и методы проектирования, мониторинга и обследования строительных конструкций зданий и сооружений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>Умеет</b> применять знания и навыки по проведению обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций; выполнять расчеты строительных конструкций с учетом имеющихся дефектов; анализировать и оценивать результаты обследования, мониторинга и испытания строительных конструкций зданий и сооружений	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>Владеет</b> современными методами контроля технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений; методами подготовки выходных документов по результатам выполнения обследования, мониторинга и испытаний строительных конструкций зданий и сооружений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какие строительные конструкции называются листовыми?

- сплошные тонкостенные пространственные конструкции в виде различной формы оболочек;
- сплошные тонкостенные конструкции, изготовленные из стальных листов;

- тонкостенные конструкции, изготовленные из стальных листов;
- строительные конструкции сплошного сечения.

*2. Какие конструкции относятся к резервуарам?*

- листовые конструкции, предназначенные для хранения и технологической обработки жидкостей;
- листовые конструкции, предназначенные для хранения нефтепродуктов;
- листовые конструкции, выполненные в форме вертикального цилиндра;
- листовые конструкции, выполненные в форме сферы.

*3. Какие конструкции относятся к газгольдерам?*

- листовые конструкции, предназначенные для хранения, смешивания и выравнивания состава газов;
- листовые конструкции, предназначенные для хранения жидкостей и газов;
- листовые конструкции, выполненные в форме вертикального цилиндра;
- листовые конструкции, выполненные в форме сферы;

*4. Для листовых конструкций характерно напряженное состояние:*

- безмоментное двухосное напряженное состояние;
- двухосное напряженное состояние с моментами;
- изгибное состояние;
- сжато изгибное состояние.

*5. Какие оболочки являются «длинными» ?*

- $l/r \geq 20$  ;
- $l/r \geq 10$  ;
- $l/r \geq 5$  ;
- $l/r \geq 2$  .

*6. Что такое «малые дыхания резервуаров» ?*

- потери нефтепродуктов из-за колебаний температуры нефтепродуктов и газовой смеси над их поверхностью;
- потери нефтепродуктов из-за колебаний температуры в «газовой подушке»;
- потери нефтепродуктов при опорожнении и наполнении резервуара;
- потери нефтепродуктов из-за колебаний температуры в окружающей среде.

*7. Что такое «большие дыхания резервуаров» ?*

- потери нефтепродуктов из-за колебаний температуры нефтепродуктов и газовой смеси над их поверхностью;
- потери нефтепродуктов из-за колебаний температуры в «газовой подушке»;
- потери нефтепродуктов при опорожнении и наполнении резервуара;
- потери нефтепродуктов из-за колебаний температуры в окружающей среде.

*8. Какие конструкции относятся к вертикальным цилиндрическим*

резервуарам (ВЦР) низкого давления?

- ВЦР с избыточным давлением до 2 кПа;
- ВЦР с избыточным давлением до 10 кПа;
- ВЦР с избыточным давлением до 0,2 кПа;
- ВЦР, предназначенные для хранения «черных» нефтепродуктов.

9. Оптимальная высота вертикального цилиндрического резервуара вычисляется по формуле:

$$H = \sqrt{\frac{R_{wy} \cdot \gamma_c \cdot \Delta}{\gamma_{fl} \cdot \gamma_l}} ;$$

$$H = \sqrt{\frac{R_{wy} \cdot \gamma_c \cdot \Delta}{\gamma_l \cdot \gamma_l}} ;$$

$$H = \sqrt{\frac{R_{wy} \cdot \gamma_c \cdot \Delta}{\gamma_{fl}}} ;$$

$$H = \sqrt{\frac{R_{wy} \cdot \Delta}{\gamma_{fl} \cdot \gamma_l}} .$$

10. Днище вертикального цилиндрического резервуара:

- принимается конструктивно;
- рассчитывается на вертикальное гидростатическое давление от хранимой жидкости;
- рассчитывается на гидростатическое давление от хранимой жидкости с учетом избыточного давления и вакуума;
- рассчитывается на гидростатическое давление от хранимой жидкости с учетом избыточного давления и вакуума, а также ветровой нагрузки.

11. Фундаментом вертикального цилиндрического резервуара объемом 10 000 м<sup>3</sup> и более является:

- железобетонное кольцо по периметру основания под вертикальной стенкой;
- песчаная подушка по основанию;
- песчано-щебенчатая подушка по основанию;
- железобетонная плита по основанию.

12. Окрайки вертикального цилиндрического резервуара объемом 2 000 м<sup>3</sup> выполняют:

- на 2-3 мм толщены листов средней части днища;
- равной толщины листов средней части днища;
- толщиной 10-15 мм;
- толщиной  $(0,35 \div 0,5) \cdot t_w$  .

13. Расчетное гидростатическое давление на вертикальную стенку резервуара вычисляется по зависимости:

$$p_x = \gamma_l \cdot (h - x) \cdot \gamma_{fl} + p_0 \cdot \gamma_{fp} ;$$

$$p_x = \gamma_l \cdot x \cdot \gamma_{fl} + p_0 \cdot \gamma_{fp} ;$$

$$p_x = \gamma_l \cdot (h - x) \cdot \gamma_{fl} ;$$

$$p_x = \gamma_l \cdot (h - x) \cdot \gamma_{fl} + (p_0 + p_u) \cdot \gamma_{fp} .$$

14. Условие прочности вертикальной стенки резервуара записывается следующим образом:

$$\begin{aligned} & - \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - \sigma_1 \cdot \sigma_2 \leq R_y \cdot \gamma_c ; \\ & - \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - 3 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \leq 1,15 \cdot R_y \cdot \gamma_c ; \\ & - \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - 3 \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \leq R_y \cdot \gamma_c ; \\ & - \sigma_1 \leq R_y \cdot \gamma_c . \end{aligned}$$

15. За интенсивность условного вакуума при проверке устойчивости вертикальной стенки принимают:

$$\begin{aligned} & - 0,5 \cdot w_0 \cdot k \cdot c ; \\ & - -0,5 \cdot w_0 \cdot k \cdot c ; \\ & - 0,7 \cdot w_0 \cdot k \cdot c ; \\ & - -0,7 \cdot w_0 \cdot k \cdot c . \end{aligned}$$

16. Вертикальную стенку резервуара укрепляют кольцевым ребром жесткости, располагая его на расстоянии от днища резервуара:

$$\begin{aligned} & - s \geq 0,5 \cdot r ; \\ & - s \geq 0,6 \cdot r ; \\ & - s \geq 0,7 \cdot r ; \\ & - s \geq 0,75 \cdot r . \end{aligned}$$

17. Расчет стационарных крыш резервуаров выполняется на комбинации нагрузок;

- действующих вверх и действующих вниз;
- действующих вниз;
- от веса крыши и снеговая нагрузка;
- от веса крыши, снеговая нагрузка, избыточное давление и вакуум.

18. Резервуары повышенного давления применяют для хранения:

- нефтепродуктов с высоким потенциалом бензина;
- «черных» нефтепродуктов;
- воды;
- при невозможности предотвратить потери нефтепродуктов.

19. Какие конструкции газгольдеров называются «мокрыми»?

- у которых в нижней части расположена вода, образующая затвор;
- к которым газ хранится в сжиженном виде;
- имеющих водяное охлаждение;
- конструкции с высокой коррозионной стойкостью.

20. Какие конструкции называются бункерами?

- конструкции, предназначенные для хранения и перегрузки сыпучих материалов;
- конструкции, расположенные вертикально;
- конструкции, предназначенные для хранения сухих материалов;

- конструкции, предназначенные для временного размещения сухих материалов.

*21. Плоские стенки бункеров рассчитывают как:*

- пластинки под воздействием равномерно распределенного давления от сыпучего материала на цилиндрический изгиб;

- пластинки под воздействием неравномерно распределенного давления от сыпучего материала в плоском напряженном состоянии;

- пластинки под воздействием равномерно распределенного давления от сыпучего материала в плоском напряженном состоянии;

- пластинки под воздействием неравномерно распределенного давления от сыпучего материала на цилиндрический изгиб.

*22. Ребра бункера с плоскими стенками рассчитываются как:*

- растянуто-изогнутый стержень;

- сжато-изогнутый стержень;

- растянутый стержень;

- стержень с поперечным изгибом.

*23. Какая конструкция называется гибким бункером?*

- открытая цилиндрическая оболочка, подвешенная к двум продольным балкам;

- открытая цилиндрическая оболочка отрицательной гауссовой кривизны, подвешенная к двум продольным балкам;

- открытая цилиндрическая оболочка положительной гауссовой кривизны, подвешенная к двум продольным балкам;

- открытая цилиндрическая оболочка отрицательной гауссовой кривизны, подвешенная к двум продольным балкам и имеющая жесткие вертикальные стенки-диафрагмы.

*24. Стенки гибких бункеров рассчитывают как:*

- гибкие нити;

- жесткие нити;

- провисающие балки на растяжение;

- провисающие балки на растяжение и изгиб.

## **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

*1. Назначьте коэффициент условия работы при расчете вертикального цилиндрического резервуара для избыточного давления и вакуума:*

- 1,2 ;

- 1,1 ;

- 1,05 ;

- 1,4 .

*2. Назначьте коэффициент условия работы при расчете вертикального цилиндрического резервуара для гидростатического давления жидкости:*

- 1,1 ;
- 1,2 ;
- 1,05 ;
- 1,4 .

3. Назначьте коэффициент условия работы при расчете сферической крыши вертикального цилиндрического резервуара для снеговой нагрузки:

- 0,5 ;
- 1,1 ;
- 1,2 ;
- 1,4 .

4. Назначьте коэффициент условия работы при расчете толщины нижнего пояса вертикальной стенки:

- 0,7 ;
- 1,1 ;
- 1,2 ;
- 1,4 .

5. Назначьте коэффициент надежности веса кровли при проверке устойчивости вертикальной стенки:

- 1,1 ;
- 1,2 ;
- 1,05 ;
- 1,4 .

6. Назначьте предельно допустимый прогиб настила щитовой крыши:

- $f/l = 1/150$  ;
- $f/l = 1/250$  ;
- $f/l = 1/300$  ;
- $f/l = 1/400$  .

7. Назначьте расчетное сопротивление стыкового расчетного шва при следующих исходных данных: листовой прокат, сталь С255, толщина 8 мм, электрод Э46:

- 240 Н/мм<sup>2</sup> ;
- 200 Н/мм<sup>2</sup> ;
- 180 Н/мм<sup>2</sup> ;
- 160 Н/мм<sup>2</sup> .

8. Назначьте расчетное сопротивление углового шва по металлу шва при следующих исходных данных: листовой прокат, сталь С255, толщина 8 мм, электрод Э46:

- 200 Н/мм<sup>2</sup> ;
- 240 Н/мм<sup>2</sup> ;
- 180 Н/мм<sup>2</sup> ;
- 160 Н/мм<sup>2</sup> .

9. Назначьте расчетное сопротивление углового шва по границе сплавления: листовой прокат, сталь С255, толщина 8 мм, электрод Э46:

- 171 Н/мм<sup>2</sup> ;

- 200 Н/мм<sup>2</sup>;
- 240 Н/мм<sup>2</sup>;
- 165 Н/мм<sup>2</sup>.

10. Назначьте минимальный катет сварного шва таврового типа с двусторонними швами при следующих исходных данных: автоматическая сварка, предел текучести стали 320 Н/мм<sup>2</sup>, толщина наиболее толстого из свариваемых элементов 12 мм:

- 5 мм;
- 4 мм;
- 6 мм;
- 8 мм.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Вычислите оптимальную высоту вертикального цилиндрического резервуара при следующих исходных данных:

$$\Delta = 17 \text{ мм}; R_{wy} = 240 \text{ Н / мм}^2; \gamma_c = 0,8; \gamma_f = 1,0; \rho_{жс} = 8,5 \text{ кН / м}^3 :$$

- 19,6 м;
- 24,7 м;
- 21,8 м;
- 20,1 м.

2. Вычислите оптимальную высоту вертикального цилиндрического резервуара при следующих исходных данных:

$$\Delta = 24 \text{ мм}; R_{wy} = 250 \text{ Н / мм}^2; \gamma_c = 0,8; \gamma_f = 1,0; \rho_{жс} = 8,5 \text{ кН / м}^3 :$$

- 23,8 м;
- 20,1 м;
- 24,7 м;
- 26,4 м.

3. Вычислите оптимальную высоту вертикального цилиндрического резервуара при следующих исходных данных:

$$\Delta = 21 \text{ мм}; R_{wy} = 250 \text{ Н / мм}^2; \gamma_c = 0,8; \gamma_f = 1,0; \rho_{жс} = 9,5 \text{ кН / м}^3 :$$

- 21,0 м;
- 20,1 м;
- 24,7 м;
- 26,4 м.

4. Вычислите оптимальную высоту вертикального цилиндрического резервуара при следующих исходных данных:

$$\Delta = 24 \text{ мм}; R_{wy} = 320 \text{ Н / мм}^2; \gamma_c = 0,8; \gamma_f = 1,0; \rho_{жс} = 8,5 \text{ кН / м}^3 :$$

- 26,9 м;
- 25,1 м;
- 24,8 м;
- 27,3 м.

5. Вычислите оптимальную высоту вертикального цилиндрического

резервуара при следующих исходных данных:

$$\Delta = 26 \text{ мм}; R_{\text{вы}} = 340 \text{ Н / мм}^2; \gamma_c = 0,8; \gamma_f = 1,0; \rho_{\text{жс}} = 8,5 \text{ кН / м}^3 :$$

- 28,8 м;
- 29,1 м;
- 27,4 м;
- 26,5 м.

5. Вычислите расчетное гидростатическое давление на вертикальную стенку резервуара при следующих исходных данных:

$$h = 18 \text{ м}; x = 4,5 \text{ м}; \gamma_{\text{пл}} = 1,0; \gamma_{\text{гр}} = 1,0; \rho_{\text{жс}} = 8,5 \text{ кН / м}^3; p_0 = 2,4 \text{ кПа}$$

- 2,51 кПа;
- 2,38 кПа;
- 2,46 кПа;
- 2,74 кПа.

6. Вычислите расчетное гидростатическое давление на вертикальную стенку резервуара при следующих исходных данных:

$$h = 20 \text{ м}; x = 6 \text{ м}; \gamma_{\text{пл}} = 1,0; \gamma_{\text{гр}} = 1,0; \rho_{\text{жс}} = 8,5 \text{ кН / м}^3; p_0 = 2,3 \text{ кПа}$$

- 2,42 кПа;
- 2,36 кПа;
- 2,49 кПа;
- 2,64 кПа.

7. Вычислите расчетное гидростатическое давление на вертикальную стенку резервуара при следующих исходных данных:

$$h = 24 \text{ м}; x = 4,5 \text{ м}; \gamma_{\text{пл}} = 1,0; \gamma_{\text{гр}} = 1,0; \rho_{\text{жс}} = 9,5 \text{ кН / м}^3; p_0 = 2,5 \text{ кПа}$$

- 2,69 кПа;
- 2,37 кПа;
- 2,56 кПа;
- 2,72 кПа.

8. Вычислите расчетное гидростатическое давление на вертикальную стенку резервуара при следующих исходных данных:

$$h = 24 \text{ м}; x = 12 \text{ м}; \gamma_{\text{пл}} = 1,0; \gamma_{\text{гр}} = 1,0; \rho_{\text{жс}} = 9,5 \text{ кН / м}^3; p_0 = 2,4 \text{ кПа}$$

- 2,51 кПа;
- 2,44 кПа;
- 2,56 кПа;
- 2,64 кПа.

9. Вычислите расчетное гидростатическое давление на вертикальную стенку резервуара при следующих исходных данных:

$$h = 26 \text{ м}; x = 9 \text{ м}; \gamma_{\text{пл}} = 1,0; \gamma_{\text{гр}} = 1,0; \rho_{\text{жс}} = 8,5 \text{ кН / м}^3; p_0 = 2,4 \text{ кПа}$$

- 2,54 кПа;
- 2,45 кПа;
- 2,59 кПа;
- 2,63 кПа.

10. Вычислите расчетное гидростатическое давление на вертикальную стенку резервуара при следующих исходных данных:

$h = 28 \text{ м}; x = 10,5 \text{ м}; \gamma_{fl} = 1,0; \gamma_{fp} = 1,0; \rho_{эс} = 8,5 \text{ кН / м}^3; p_0 = 2,5 \text{ кПа}$

- 2,65 кПа;
- 2,74 кПа;
- 2,59 кПа;
- 2,83 кПа.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Основные виды инженерных сооружений, выполняемых из листовых металлоконструкций. Области применения листовых металлических конструкций.
2. Классификация резервуаров. Основные конструктивные элементы резервуаров, их предназначение.
3. Резервуары низкого давления. Их предназначение. Особенность их в конструктивном решении.
4. Вертикальные цилиндрические резервуары, их основные конструктивные элементы.
5. В чем особенность метода рулонирования? Его достоинства.
6. В чем особенность сборного (поэлементного) метода?
7. Особенности конструктивного решения понтона. Типы, материалы. Нагрузки, действующие на понтон.
8. Особенности конструктивного решения плавающей крыши. Типы крыш, применяемые материалы.
9. Плавающие крыши понтонного типа. Конструктивные решения, особенности расчета. Как осуществляется водоотвод с плавающей крыши?
10. Стационарное покрытие. Щитовые покрытия без стоек. Конструктивные решения, особенности расчета.
11. Стационарное покрытие. Щитовые покрытия с центральной стойкой. Конструктивные решения, особенности расчета.
12. Определение основных геометрических параметров вертикального цилиндрического резервуара (ВЦР).
13. Особенности конструирования днища ВЦР.
14. Фундаменты под ВЦР. Типы фундаментов. Особенности конструктивного решения.
15. Корпус ВЦР. Особенность конструктивного решения. Распределение толщин по высоте корпуса.
16. Основы расчета стенки вертикального цилиндрического резервуара на прочность.
17. Основы расчета стенки вертикального цилиндрического резервуара на устойчивость.
18. Основы расчета узла соединения стенки с днищем.
19. Горизонтальный металлический резервуар. Особенности конструктивного решения.
20. Опирание горизонтальных резервуаров. Основные требования.
21. Особенности расчета горизонтальных резервуаров.
22. Газгольдеры. Виды газгольдеров. Общая характеристика.

- 
23. Мокрые газгольдеры. Особенности работы газгольдеров. Основные конструктивные элементы.
24. Сухие газгольдеры. Особенности работы. Основные конструктивные элементы.
25. Сферические резервуары. Особенности конструктивного решения корпуса. Конструкция опирания корпуса.
26. Особенности расчета сферических резервуаров.
27. Резервуары повышенного давления. Особенности конструктивного решения.
28. В чем схожесть и различие расчетов резервуаров низкого и повышенного давления?
29. Сопряжение листовых элементов в оболочечных конструкциях. Виды сварки. Конструкция сварных швов.
30. Трубопроводы большого диаметра, особенности конструктивных решений, работы и расчета
31. Основные конструктивные решения силосов. Общие положения расчета на горизонтальные и вертикальные нагрузки.
32. Основные конструктивные решения бункеров с плоскими стенками. Основы расчета бункерной балки.
33. Проектирование эстакад. Особенности определения нагрузок и расчета эстакад.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 1 стандартную и 1 прикладную задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, стандартная задача оценивается в 5 баллов, прикладная - в 10 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 25.

1. Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набрал 13 и более баллов.

2. Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент набрал 12 и менее баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о специальных металлических строительных конструкциях. Листовые	ПК-4, ПК-1	Тест, курсовой проект, зачет

	металлические конструкции		
2	Резервуары и газгольдеры	ПК-4, ПК-1	Тест, курсовой проект, зачет
3	Бункеры и силосы	ПК-4, ПК-1	Тест, курсовой проект, зачет
4	Трубопроводы большого диаметра	ПК-4, ПК-1	Тест, курсовой проект, зачет
5	Стальные эстакады	ПК-4, ПК-1	Тест, курсовой проект, зачет

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Металлические конструкции: Учебник для вузов. Т.3 Специальные конструкции и сооружения / Под ред. В.В.Горева.- Высшая школа, издание 1999-2005 гг.

К-во экз. – 292 шт.

2. Металлические конструкции. Общий курс: Учеб.для вузов / Ю.И.Кудишин и др. – М.: Изд. центр. «Академия», 2006-2008. – 688 с

К-во экз. – 150 шт.

3. Нехаев Г.А. Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров низкого давления. – М.: Изд-во АСВ, 2005 – 216с

К-во экз. – 10 шт.

4. Еремеев П.Г. Пространственные тонколистовые металлические конструкции покрытий - М.: Изд-во АСВ, 2006 –560с

К-во экз. – 5 шт.

5. Лапшин А.А. Конструирование и расчёт вертикальных цилиндрических резервуаров низкого давления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лапшин А.А., Колесов А.И., Агеев М.А.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 122 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16006.html> .— ЭБС «IPRbooks»

6. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Т.3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений / под общ. Ред. В.В.Кузнецова.- М.: АСВ, 1998.- 504 с.

К-во экз. – 7 шт.

7. Панин А.В. Вертикальные цилиндрические резервуары: Учебное пособие / ВГАСА.- Воронеж, 1996.- 67 с.

К-во экз. – 120 шт.

8. Панин А.В. Вертикальные цилиндрические резервуары. Расчет и проектирование: Учебное пособие / ВГАСУ.- Воронеж, 2015.- 92 с.

К-во экз. – 148 шт.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;

- Microsoft SQL Server Managment Studio;

- Microsoft Access 2010;

- Mozilla Firefox;

- СПС Консультант Бюджетные организации: Версия Проф

Специальный\_выпуск;

- Microsoft Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB

<FQC-09118>;

- ЛИРА 10.8 Full для ВУЗов локальная обмен с ЛИРА 10.4 Full для

ВУЗов локальная

2. Internet-ресурсы

<https://old.education.cchgeu.ru/> - образовательный портал ВГТУ

<http://www.ipr.booshop.ru> – электронно-библиотечный ресурс

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека.

---

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для эффективного усвоения курса на лекциях и практических занятиях используются учебные кинофильмы, слайды, плакаты, учебные пособия (ауд.1.018).

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Специальные металлические строительные конструкции» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета специальных металлических конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Выполнять этапы курсового проекта обучающиеся должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой выполнения курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--