

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:  
Зав. кафедрой «Металлических и деревянных  
конструкций»

  
\_\_\_\_\_ Д.И.Емельянов  
« 17 » января 2025 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ  
И СООРУЖЕНИЙ»**

**Направление подготовки:** 08.04.01 Строительство

**Направленность (профиль):**

Проектирование, расчет и изготовление строительных сооружений  
и их элементов

**Квалификация выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения образовательной программы:** 2 года

**Год начала подготовки:** 2025

Разработчик

  
\_\_\_\_\_

А.А.Свентиков

Воронеж – 2025

## ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Расчет и проектирование высотных зданий и сооружений» направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

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

**ПК-3** - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты

### Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Тип ОМ	Показатели оценивания
1	<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	Вопросы (тест)	Полнота знаний
		<b>Умеет</b> проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации требованиям нормативных документов	Стандартные и прикладные задания	Наличие умений
		<b>Владеет</b> средствами автоматизированного проектирования металлических конструкций	Стандартные и прикладные задания	Наличие навыков
2	<b>ПК-3</b>	<b>Знает</b> правила и способы организации работ подразделения по проведению исследований и проектированию металлических конструкций	Вопросы (тест)	Полнота знаний
		<b>Умеет</b> осуществлять координацию работ между исполнителями внутри подразделения и между подразделениями по выполнению исследований и разработке проектной документации на металлические конструкции	Стандартные и прикладные задания	Наличие умений
		<b>Владеет</b> методами координации работ между исполнителями внутри подразделения и между подразделениями по выполнению	Стандартные и прикладные задания	Наличие навыков

		исследований и разработке проектной документации на металлические конструкции		
--	--	---	--	--

## ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции			
	Неудовлетворительный	Минимально допустимый (пороговый)	Средний	Высокий
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки <sup>1</sup>	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки
<b>Наличие умений</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
<b>Характеристики сформированности компетенции</b>	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач.

## ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ПК-1 - Способен вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	
Вопросы для подготовки к зачету	
1	Классификация высотных сооружений. Материалы, используемые для сооружений подобного типа.
2	Особенности нагрузок на высотные сооружения. Ветровая, гололедная и снеговая нагрузка.
3	Многоэтажные стальные каркасы. Классификация
4	Расчет конструктивных схем стальных многоэтажных каркасов
5	Подбор и проверка поперечных сечений элементов многоэтажных каркасов
6	Проектирование узлов сопряжения элементов многоэтажных каркасов.
7	Основные типы конструктивных схем сооружений башенного типа
8	Основные принципы расчета конструктивных систем башен.
9	Особенности подбора сечений элементов башен. Конструирование узлов сопряжения их элементов
10	Основные типы мачт. Используемые материалы.
11	Особенности напряженно-деформированного состояния мачт. основные принципы расчета.
12	Особенности конструктивных решений сооружений мачтового типа.
Тестовые задания	
1	<i>Рамный каркас это:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие пространственные рамы</li><li>- <b>жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие плоские рамы</b></li><li>- соединенные между собой колонны и ригели, а также система связей</li></ul>
2	<i>Связевой каркас это:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие пространственные рамы</b></li><li>- жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие плоские рамы</li><li>- соединенные между собой колонны и ригели, а также система связей</li></ul>
3	<i>В многоэтажном каркасе определяющими для оценки НДС являются:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- горизонтальные перемещения от ветровой нагрузки;</li><li>- <b>вертикальные перемещения от собственного веса;</b></li><li>- вертикальные перемещения от временной нагрузки на перекрытия и покрытие</li></ul>
4	<i>Горизонтальные перемещения в многоэтажных каркасах это:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>консольные перемещения</b></li><li>- сдвиговые перемещения</li><li>- сумма сдвиговых и консольных перемещений</li></ul>
5	<i>В горизонтальных перемещениях основная доля приходится на:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- консольные перемещения</li><li>- сдвиговые перемещения</li><li>- <b>перемещения от собственного веса</b></li></ul>
6	<i>Колонны в многоэтажных каркасах следует проектировать поперечного сечения:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>круглого типа</b></li><li>- равноустойчивое близкое к квадратному</li></ul>

	- крестообразное
7	<i>В рамных узлах многоэтажных каркасов действуют:</i> - <b>поперечная сила</b> - поперечная сила и изгибающий момент - поперечная и продольная сила и изгибающий момент
8	<i>В рамных узлах многоэтажных каркасов изгибающий момент:</i> - воспринимается горизонтальными болтами - изгибающий момент передается в виде пары горизонтальных сил в уровне поясов ригелей - <b>воспринимается сварными швами крепления</b>
9	<i>Наиболее технологичное поперечное сечение решетчатой башни:</i> - трехгранное - четырехгранное - <b>пятигранное</b>
10	<i>Наиболее технологичное очертание решетчатой башни:</i> - призматическое - пирамидальное - <b>с изломом</b>
11	<i>Наиболее целесообразное поперечное сечение поясов решетчатой башни:</i> - круглое сечение - квадратное сечение - <b>сечение из одиночных уголков</b>
12	<i>Ветровую нагрузку относительно поперечного сечения решетчатой башни необходимо прикладывать:</i> - перпендикулярно грани - <b>перпендикулярно поясу</b> - перпендикулярно грани, а также случай перпендикулярно пояса
<b>ПК-3 - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты</b>	
<b>Вопросы для подготовки к зачету</b>	
1	Классификация высотных сооружений. Материалы, используемые для сооружений подобного типа.
2	Особенности нагрузок на высотные сооружения. Ветровая, гололедная и снеговая нагрузка.
3	Многоэтажные стальные каркасы. Классификация
4	Расчет конструктивных схем стальных многоэтажных каркасов
5	Подбор и проверка поперечных сечений элементов многоэтажных каркасов
6	Проектирование узлов сопряжения элементов многоэтажных каркасов.
7	Основные типы конструктивных схем сооружений башенного типа
8	Основные принципы расчета конструктивных систем башен.
9	Особенности подбора сечений элементов башен. Конструирование узлов сопряжения их элементов
10	Основные типы мачт. Используемые материалы.
11	Особенности напряженно-деформированного состояния мачт. основные принципы расчета.
12	Особенности конструктивных решений сооружений мачтового типа.
<b>Тестовые задания</b>	
1	<i>Рамный каркас это:</i> - жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие пространственные рамы - <b>жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие плоские рамы</b> - соединенные между собой колонны и ригели, а также система связей

2	<p><i>Связевой каркас это:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие пространственные рамы</b></li> <li>- жестко соединенные между собой колонны и ригели, образующие плоские рамы</li> <li>- соединенные между собой колонны и ригели, а также система связей</li> </ul>
3	<p><i>В многоэтажном каркасе определяющими для оценки НДС являются:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- горизонтальные перемещения от ветровой нагрузки;</li> <li>- <b>вертикальные перемещения от собственного веса;</b></li> <li>- вертикальные перемещения от временной нагрузки на перекрытия и покрытие</li> </ul>
4	<p><i>Горизонтальные перемещения в многоэтажных каркасах это:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>консольные перемещения</b></li> <li>- сдвиговые перемещения</li> <li>- сумма сдвиговых и консольных перемещений</li> </ul>
5	<p><i>В горизонтальных перемещениях основная доля приходится на:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- консольные перемещения</li> <li>- сдвиговые перемещения</li> <li>- <b>перемещения от собственного веса</b></li> </ul>
6	<p><i>Колонны в многоэтажных каркасах следует проектировать поперечного сечения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>круглого типа</b></li> <li>- равноустойчивое близкое к квадратному</li> <li>- крестообразное</li> </ul>
7	<p><i>В рамных узлах многоэтажных каркасов действуют:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>поперечная сила</b></li> <li>- поперечная сила и изгибающий момент</li> <li>- поперечная и продольная сила и изгибающий момент</li> </ul>
8	<p><i>В рамных узлах многоэтажных каркасов изгибающий момент:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспринимается горизонтальными болтами</li> <li>- изгибающий момент передается в виде пары горизонтальных сил в уровне поясов ригелей</li> <li>- <b>воспринимается сварными швами прикрепления</b></li> </ul>
9	<p><i>Наиболее технологичное поперечное сечение решетчатой башни:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- трехгранное</li> <li>- четырехгранное</li> <li>- <b>пятигранное</b></li> </ul>
10	<p><i>Наиболее технологичное очертание решетчатой башни:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- призматическое</li> <li>- пирамидальное</li> <li>- <b>с изломом</b></li> </ul>
11	<p><i>Наиболее целесообразное поперечное сечение поясов решетчатой башни:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- круглое сечение</li> <li>- квадратное сечение</li> <li>- <b>сечение из одиночных уголков</b></li> </ul>
12	<p><i>Ветровую нагрузку относительно поперечного сечения решетчатой башни необходимо прикладывать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перпендикулярно грани</li> <li>- <b>перпендикулярно поясу</b></li> <li>- перпендикулярно грани, а также случай перпендикулярно пояса</li> </ul>

**Практические задания для оценки результатов обучения,  
характеризующих сформированность компетенций**

<b>ПК-1 - Способен вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования</b>	
<b>Стандартные задания</b>	
1	<p>Назначьте материал фундаментного болта для опоры решетчатой башни при расчетной температуре <math>t = -50^{\circ}\text{C}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- СтЗпс2</li> <li>- <b>СтЗпс4</b></li> <li>- СтЗсп4</li> <li>- 09Г2С</li> </ul>
2	<p>Примите расчетное сопротивление растяжению фундаментного болта из стали марки СтЗпс2 М42</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ 180 Н/мм<sup>2</sup></li> <li>_ 190 Н/мм<sup>2</sup></li> <li>_ 220 Н/мм<sup>2</sup></li> <li>_ 230 Н/мм<sup>2</sup></li> </ul>
3	<p>Выполнить компоновку пирамидальной трехгранной башни диагональной и полудиагональной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72\text{ м}; b_0=3,0\text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60\text{ м}; b_0=3,6\text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60\text{ м}; b_0=3,0\text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72\text{ м}; b_0=3,6\text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
4	<p>Выполнить компоновку пирамидальной четырехгранной башни диагональной и полудиагональной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72\text{ м}; b_0=3,3\text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60\text{ м}; b_0=3,0\text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60\text{ м}; b_0=3,3\text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72\text{ м}; b_0=3,0\text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
5	<p>Выполнить компоновку пирамидальной трехгранной башни диагональной и ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72\text{ м}; b_0=3,0\text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60\text{ м}; b_0=3,6\text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60\text{ м}; b_0=3,0\text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72\text{ м}; b_0=3,6\text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>

6	<p>Выполнить компоновку пирамидальной четырехгранной башни диагональной и ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
7	<p>Выполнить компоновку трехгранной башни с изломом диагональной и полудиagonalной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=24; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=20; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
8	<p>Выполнить компоновку четырехгранной башни с изломом диагональной и полудиagonalной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; h=20; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; h=24; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=20; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
9	<p>Выполнить компоновку пирамидальной трехгранной башни с изломом диагональной и ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=20 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
10	<p>Выполнить компоновку четырехгранной башни с изломом диагональной и ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=20 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=20 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
<b>Прикладные задания</b>	
1	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=10 \text{ кН}.</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>N_1=126 \text{ кН}; N_2=126 \text{ кН}; N_3=-212 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>N_1=134 \text{ кН}; N_2=134 \text{ кН}; N_3=-226 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>N_1=148 \text{ кН}; N_2=148 \text{ кН}; N_3=-263 \text{ кН}</math></li> </ul>

	<p><math>N_1 = 162 \text{ кН}; N_2 = 162 \text{ кН}; N_3 = - 284 \text{ кН}</math></p>
2	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a = 4 \text{ м}; M = 35 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 12 \text{ кН}</math> .</p> <p><math>N_1 = 126 \text{ кН}; N_2 = 126 \text{ кН}; N_3 = - 212 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 134 \text{ кН}; N_2 = 134 \text{ кН}; N_3 = - 226 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 148 \text{ кН}; N_2 = 148 \text{ кН}; N_3 = - 263 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 162 \text{ кН}; N_2 = 162 \text{ кН}; N_3 = - 284 \text{ кН}</math></p>
3	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a = 5 \text{ м}; M = 35 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 15 \text{ кН}</math> .</p> <p><math>N_1 = 126 \text{ кН}; N_2 = 126 \text{ кН}; N_3 = - 212 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 134 \text{ кН}; N_2 = 134 \text{ кН}; N_3 = - 226 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 148 \text{ кН}; N_2 = 148 \text{ кН}; N_3 = - 263 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 162 \text{ кН}; N_2 = 162 \text{ кН}; N_3 = - 284 \text{ кН}</math></p>
4	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a = 5 \text{ м}; M = 40 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 15 \text{ кН}</math> .</p> <p><math>N_1 = 126 \text{ кН}; N_2 = 126 \text{ кН}; N_3 = - 212 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 134 \text{ кН}; N_2 = 134 \text{ кН}; N_3 = - 226 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 148 \text{ кН}; N_2 = 148 \text{ кН}; N_3 = - 263 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 162 \text{ кН}; N_2 = 162 \text{ кН}; N_3 = - 284 \text{ кН}</math></p>
5	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a = 4 \text{ м}; M = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 10 \text{ кН}</math> .</p> <p><math>N_1 = 244 \text{ кН}; N_2 = - 153 \text{ кН}; N_3 = - 153 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 255 \text{ кН}; N_2 = - 171 \text{ кН}; N_3 = - 171 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 263 \text{ кН}; N_2 = - 174 \text{ кН}; N_3 = - 174 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 278 \text{ кН}; N_2 = - 181 \text{ кН}; N_3 = - 181 \text{ кН}</math></p>
6	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a = 4 \text{ м}; M = 35 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 12 \text{ кН}</math> .</p> <p><math>N_1 = 244 \text{ кН}; N_2 = - 153 \text{ кН}; N_3 = - 153 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 255 \text{ кН}; N_2 = - 171 \text{ кН}; N_3 = - 171 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 263 \text{ кН}; N_2 = - 174 \text{ кН}; N_3 = - 174 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 278 \text{ кН}; N_2 = - 181 \text{ кН}; N_3 = - 181 \text{ кН}</math></p>
7	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:</p>

	<p><math>a=5 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН} :</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\_ N_1 =244\text{кН}; N_2 =- 153\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =255\text{кН}; N_2 =- 171\text{кН}; N_3 =- 171\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =263\text{кН}; N_2 =- 174\text{кН}; N_3 =- 174\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =278\text{кН}; N_2 =- 181\text{кН}; N_3 =- 181\text{кН}</math></li> </ul>
8	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:</p> <p><math>a=5 \text{ м}; M=40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН} :</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\_ N_1 =244\text{кН}; N_2 =- 153\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =255\text{кН}; N_2 =- 171\text{кН}; N_3 =- 171\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =263\text{кН}; N_2 =- 174\text{кН}; N_3 =- 174\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =278\text{кН}; N_2 =- 181\text{кН}; N_3 =- 181\text{кН}</math></li> </ul>
9	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:</p> <p><math>a=4 \text{ м}; M=30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=10 \text{ кН} :</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\_ N_1 =112\text{кН}; N_2 =112\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}; N_4 =- 153\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =124\text{кН}; N_2 =124\text{кН}; N_3 =- 174\text{кН}; N_4 =- 174\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =136\text{кН}; N_2 =136\text{кН}; N_3 =- 191\text{кН}; N_4 =- 191\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =149\text{кН}; N_2 =149\text{кН}; N_3 =- 221\text{кН}; N_4 =- 221\text{кН}</math></li> </ul>
10	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:</p> <p><math>a=4 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=12 \text{ кН}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\_ N_1 =112\text{кН}; N_2 =112\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}; N_4 =- 153\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =124\text{кН}; N_2 =124\text{кН}; N_3 =- 174\text{кН}; N_4 =- 174\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =136\text{кН}; N_2 =136\text{кН}; N_3 =- 191\text{кН}; N_4 =- 191\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =149\text{кН}; N_2 =149\text{кН}; N_3 =- 221\text{кН}; N_4 =- 221\text{кН}</math></li> </ul>
11	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:</p> <p><math>a=5 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\_ N_1 =112\text{кН}; N_2 =112\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}; N_4 =- 153\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =124\text{кН}; N_2 =124\text{кН}; N_3 =- 174\text{кН}; N_4 =- 174\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =136\text{кН}; N_2 =136\text{кН}; N_3 =- 191\text{кН}; N_4 =- 191\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =149\text{кН}; N_2 =149\text{кН}; N_3 =- 221\text{кН}; N_4 =- 221\text{кН}</math></li> </ul>
12	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:</p> <p><math>a=5 \text{ м}; M=40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\_ N_1 =112\text{кН}; N_2 =112\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}; N_4 =- 153\text{кН}</math></li> <li><math>\_ N_1 =124\text{кН}; N_2 =124\text{кН}; N_3 =- 174\text{кН}; N_4 =- 174\text{кН}</math></li> </ul>

	<p><math>N_1 = 136 \text{ кН}; N_2 = 136 \text{ кН}; N_3 = -191 \text{ кН}; N_4 = -191 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 149 \text{ кН}; N_2 = 149 \text{ кН}; N_3 = -221 \text{ кН}; N_4 = -221 \text{ кН}</math></p>
13	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:</p> <p><math>a = 4 \text{ м}; M = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 10 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 123 \text{ кН}; N_2 = -82 \text{ кН}; N_3 = -82 \text{ кН}; N_4 = -164 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 141 \text{ кН}; N_2 = -97 \text{ кН}; N_3 = -97 \text{ кН}; N_4 = -192 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 156 \text{ кН}; N_2 = -123 \text{ кН}; N_3 = -123 \text{ кН}; N_4 = -224 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 172 \text{ кН}; N_2 = -141 \text{ кН}; N_3 = -141 \text{ кН}; N_4 = -244 \text{ кН}</math></p>
14	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:</p> <p><math>a = 4 \text{ м}; M = 35 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 12 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 123 \text{ кН}; N_2 = -82 \text{ кН}; N_3 = -82 \text{ кН}; N_4 = -164 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 141 \text{ кН}; N_2 = -97 \text{ кН}; N_3 = -97 \text{ кН}; N_4 = -192 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 156 \text{ кН}; N_2 = -123 \text{ кН}; N_3 = -123 \text{ кН}; N_4 = -224 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 172 \text{ кН}; N_2 = -141 \text{ кН}; N_3 = -141 \text{ кН}; N_4 = -244 \text{ кН}</math></p>
15	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:</p> <p><math>a = 5 \text{ м}; M = 35 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 15 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 123 \text{ кН}; N_2 = -82 \text{ кН}; N_3 = -82 \text{ кН}; N_4 = -164 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 141 \text{ кН}; N_2 = -97 \text{ кН}; N_3 = -97 \text{ кН}; N_4 = -192 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 156 \text{ кН}; N_2 = -123 \text{ кН}; N_3 = -123 \text{ кН}; N_4 = -224 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 172 \text{ кН}; N_2 = -141 \text{ кН}; N_3 = -141 \text{ кН}; N_4 = -244 \text{ кН}</math></p>
16	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:</p> <p><math>a = 5 \text{ м}; M = 40 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 15 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 123 \text{ кН}; N_2 = -82 \text{ кН}; N_3 = -82 \text{ кН}; N_4 = -164 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 141 \text{ кН}; N_2 = -97 \text{ кН}; N_3 = -97 \text{ кН}; N_4 = -192 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 156 \text{ кН}; N_2 = -123 \text{ кН}; N_3 = -123 \text{ кН}; N_4 = -224 \text{ кН}</math></p> <p><math>N_1 = 172 \text{ кН}; N_2 = -141 \text{ кН}; N_3 = -141 \text{ кН}; N_4 = -244 \text{ кН}</math></p>
17	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:</p> <p><math>N = 20 \text{ кН}; A_d/A_i = 0,1; b = 2 \text{ м}; l_b = 2,8 \text{ м}</math></p> <p><math>N = 23,1 \text{ кН}</math></p> <p><math>N = 27,4 \text{ кН}</math></p> <p><math>N = 34,4 \text{ кН}</math></p> <p><math>N = 38,7 \text{ кН}</math></p>
18	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:</p>

	<p><math>N = 20 \text{ кН}; A_d/A_i = 0,15; b = 2 \text{ м}; l_b = 2,6 \text{ м}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 23,1 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 27,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 34,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 38,7 \text{ кН}</math></li> </ul>
19	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:</p> <p><math>N = 20 \text{ кН}; A_d/A_i = 0,14; b = 2 \text{ м}; l_b = 2,4 \text{ м}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 23,1 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 27,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 34,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 38,7 \text{ кН}</math></li> </ul>
20	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:</p> <p><math>N = 20 \text{ кН}; A_d/A_i = 0,12; b = 2 \text{ м}; l_b = 2,2 \text{ м}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 23,1 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 27,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 34,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 38,7 \text{ кН}</math></li> </ul>
21	<p>Запроектировать монтажный фланцевый стык пояса башни из трубы 530x10 по ГОСТ 10705 и стали марки ВСтЗпс при</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 80 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 100 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 120 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 140 \text{ кН}</math></li> </ul>
22	<p>Запроектировать монтажный фланцевый стык пояса башни из трубы 250x12 по ГОСТ 30245 и стали С2345 при</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 80 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 100 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 120 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 140 \text{ кН}</math></li> </ul>
23	<p>Запроектировать монтажный фланцевый стык пояса башни из уголка 250x20 по ГОСТ 8509 и стали С345 при</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 80 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 100 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 120 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 140 \text{ кН}</math></li> </ul>
24	<p>Запроектировать анкерные болты в опорном сечении трехгранной башни при следующих исходных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>a = 4 \text{ м}; M = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = 10 \text{ кН}</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>a=4</math> м; <math>M=35</math> кН·м; <math>N=12</math> кН</li> <li>_ <math>a=5</math> м; <math>M=35</math> кН·м; <math>N=15</math> кН</li> <li>_ <math>a=5</math> м; <math>M=40</math> кН·м; <math>N=15</math> кН</li> </ul>
25	<p>Запроектировать анкерные болты в опорном сечении четырехгранной башни при следующих исходных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>a=4</math> м; <math>M=30</math> кН·м; <math>N=10</math> кН</li> <li>_ <math>a=4</math> м; <math>M=35</math> кН·м; <math>N=12</math> кН</li> <li>_ <math>a=5</math> м; <math>M=35</math> кН·м; <math>N=15</math> кН</li> <li>_ <math>a=5</math> м; <math>M=40</math> кН·м; <math>N=15</math> кН</li> </ul>
<b>ПК-3 - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты</b>	
<b>Стандартные задания</b>	
1	<p>Назначьте материал фундаментного болта для опоры решетчатой башни при расчетной температуре <math>t=-50^{\circ}\text{C}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- СтЗпс2</li> <li>- <b>СтЗпс4</b></li> <li>- СтЗсп4</li> <li>- 09Г2С</li> </ul>
2	<p>Примите расчетное сопротивление растяжению фундаментного болта из стали марки СтЗпс2 М42</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>180</math> Н/мм<sup>2</sup></li> <li>_ <math>190</math> Н/мм<sup>2</sup></li> <li>_ <math>220</math> Н/мм<sup>2</sup></li> <li>_ <math>230</math> Н/мм<sup>2</sup></li> </ul>
3	<p>Выполнить компоновку пирамидальной трехгранной башни диагональной и полудиагональной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72</math> м; <math>b_0=3,0</math> м; <math>i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60</math> м; <math>b_0=3,6</math> м; <math>i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60</math> м; <math>b_0=3,0</math> м; <math>i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72</math> м; <math>b_0=3,6</math> м; <math>i=1/14</math></li> </ul>
4	<p>Выполнить компоновку пирамидальной четырехгранной башни диагональной и полудиагональной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72</math> м; <math>b_0=3,3</math> м; <math>i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60</math> м; <math>b_0=3,0</math> м; <math>i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60</math> м; <math>b_0=3,3</math> м; <math>i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72</math> м; <math>b_0=3,0</math> м; <math>i=1/14</math></li> </ul>
5	<p>Выполнить компоновку пирамидальной трехгранной башни диагональной и</p>

	<p>ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
6	<p>Выполнить компоновку пирамидальной четырехгранной башни диагональной и ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
7	<p>Выполнить компоновку трехгранной башни с изломом диагональной и полудиagonalной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=24; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=20; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
8	<p>Выполнить компоновку четырехгранной башни с изломом диагональной и полудиagonalной решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; h=20; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; h=24; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=20; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
9	<p>Выполнить компоновку пирамидальной трехгранной башни с изломом диагональной и ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=10 \text{ м}; h=20 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,6 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
10	<p>Выполнить компоновку четырехгранной башни с изломом диагональной и ромбической решеткой при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=20 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/12</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> <li>_ <math>H=60 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=20 \text{ м}; b_0=3,0 \text{ м}; i=1/16</math></li> <li>_ <math>H=72 \text{ м}; H_1=12 \text{ м}; h=24 \text{ м}; b_0=3,3 \text{ м}; i=1/14</math></li> </ul>
<b>Прикладные задания</b>	
1	Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки

	<p>к грани при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=10 \text{ кН}.</math>  <math>N_1 =126\text{кН}; N_2 =126\text{кН}; N_3 =- 212\text{кН}</math>  <math>N_1 =134\text{кН}; N_2 =134\text{кН}; N_3 =- 226\text{кН}</math>  <math>N_1 =148\text{кН}; N_2 =148\text{кН}; N_3 =- 263\text{кН}</math>  <math>N_1 =162\text{кН}; N_2 =162\text{кН}; N_3 =- 284\text{кН}</math></p>
2	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=12 \text{ кН}.</math>  <math>N_1 =126\text{кН}; N_2 =126\text{кН}; N_3 =- 212\text{кН}</math>  <math>N_1 =134\text{кН}; N_2 =134\text{кН}; N_3 =- 226\text{кН}</math>  <math>N_1 =148\text{кН}; N_2 =148\text{кН}; N_3 =- 263\text{кН}</math>  <math>N_1 =162\text{кН}; N_2 =162\text{кН}; N_3 =- 284\text{кН}</math></p>
3	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}.</math>  <math>N_1 =126\text{кН}; N_2 =126\text{кН}; N_3 =- 212\text{кН}</math>  <math>N_1 =134\text{кН}; N_2 =134\text{кН}; N_3 =- 226\text{кН}</math>  <math>N_1 =148\text{кН}; N_2 =148\text{кН}; N_3 =- 263\text{кН}</math>  <math>N_1 =162\text{кН}; N_2 =162\text{кН}; N_3 =- 284\text{кН}</math></p>
4	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}.</math>  <math>N_1 =126\text{кН}; N_2 =126\text{кН}; N_3 =- 212\text{кН}</math>  <math>N_1 =134\text{кН}; N_2 =134\text{кН}; N_3 =- 226\text{кН}</math>  <math>N_1 =148\text{кН}; N_2 =148\text{кН}; N_3 =- 263\text{кН}</math>  <math>N_1 =162\text{кН}; N_2 =162\text{кН}; N_3 =- 284\text{кН}</math></p>
5	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=10 \text{ кН}.</math>  <math>N_1 =244\text{кН}; N_2 =- 153\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}</math>  <math>N_1 =255\text{кН}; N_2 =- 171\text{кН}; N_3 =- 171\text{кН}</math>  <math>N_1 =263\text{кН}; N_2 =- 174\text{кН}; N_3 =- 174\text{кН}</math>  <math>N_1 =278\text{кН}; N_2 =- 181\text{кН}; N_3 =- 181\text{кН}</math></p>
6	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=12 \text{ кН}.</math>  <math>N_1 =244\text{кН}; N_2 =- 153\text{кН}; N_3 =- 153\text{кН}</math></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_1 = 255 \text{ кН}; N_2 = -171 \text{ кН}; N_3 = -171 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 263 \text{ кН}; N_2 = -174 \text{ кН}; N_3 = -174 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 278 \text{ кН}; N_2 = -181 \text{ кН}; N_3 = -181 \text{ кН}</math></li> </ul>
7	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math> .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_1 = 244 \text{ кН}; N_2 = -153 \text{ кН}; N_3 = -153 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 255 \text{ кН}; N_2 = -171 \text{ кН}; N_3 = -171 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 263 \text{ кН}; N_2 = -174 \text{ кН}; N_3 = -174 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 278 \text{ кН}; N_2 = -181 \text{ кН}; N_3 = -181 \text{ кН}</math></li> </ul>
8	<p>Определить усилия в поясах трехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math> .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_1 = 244 \text{ кН}; N_2 = -153 \text{ кН}; N_3 = -153 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 255 \text{ кН}; N_2 = -171 \text{ кН}; N_3 = -171 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 263 \text{ кН}; N_2 = -174 \text{ кН}; N_3 = -174 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 278 \text{ кН}; N_2 = -181 \text{ кН}; N_3 = -181 \text{ кН}</math></li> </ul>
9	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=10 \text{ кН}</math> .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_1 = 112 \text{ кН}; N_2 = 112 \text{ кН}; N_3 = -153 \text{ кН}; N_4 = -153 \text{ кН}</math> _</li> <li>- <math>N_1 = 124 \text{ кН}; N_2 = 124 \text{ кН}; N_3 = -174 \text{ кН}; N_4 = -174 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 136 \text{ кН}; N_2 = 136 \text{ кН}; N_3 = -191 \text{ кН}; N_4 = -191 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 149 \text{ кН}; N_2 = 149 \text{ кН}; N_3 = -221 \text{ кН}; N_4 = -221 \text{ кН}</math></li> </ul>
10	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=12 \text{ кН}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_1 = 112 \text{ кН}; N_2 = 112 \text{ кН}; N_3 = -153 \text{ кН}; N_4 = -153 \text{ кН}</math> _</li> <li>- <math>N_1 = 124 \text{ кН}; N_2 = 124 \text{ кН}; N_3 = -174 \text{ кН}; N_4 = -174 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 136 \text{ кН}; N_2 = 136 \text{ кН}; N_3 = -191 \text{ кН}; N_4 = -191 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 149 \text{ кН}; N_2 = 149 \text{ кН}; N_3 = -221 \text{ кН}; N_4 = -221 \text{ кН}</math></li> </ul>
11	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N_1 = 112 \text{ кН}; N_2 = 112 \text{ кН}; N_3 = -153 \text{ кН}; N_4 = -153 \text{ кН}</math> _</li> <li>- <math>N_1 = 124 \text{ кН}; N_2 = 124 \text{ кН}; N_3 = -174 \text{ кН}; N_4 = -174 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 136 \text{ кН}; N_2 = 136 \text{ кН}; N_3 = -191 \text{ кН}; N_4 = -191 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N_1 = 149 \text{ кН}; N_2 = 149 \text{ кН}; N_3 = -221 \text{ кН}; N_4 = -221 \text{ кН}</math></li> </ul>

12	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к грани при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math>  <math>N_1=112 \text{ кН}; N_2=112 \text{ кН}; N_3=-153 \text{ кН}; N_4=-153 \text{ кН}</math>  <math>N_1=124 \text{ кН}; N_2=124 \text{ кН}; N_3=-174 \text{ кН}; N_4=-174 \text{ кН}</math>  <math>N_1=136 \text{ кН}; N_2=136 \text{ кН}; N_3=-191 \text{ кН}; N_4=-191 \text{ кН}</math>  <math>N_1=149 \text{ кН}; N_2=149 \text{ кН}; N_3=-221 \text{ кН}; N_4=-221 \text{ кН}</math></p>
13	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=10 \text{ кН}</math>  <math>N_1=123 \text{ кН}; N_2=-82 \text{ кН}; N_3=-82 \text{ кН}; N_4=-164 \text{ кН}</math>  <math>N_1=141 \text{ кН}; N_2=-97 \text{ кН}; N_3=-97 \text{ кН}; N_4=-192 \text{ кН}</math>  <math>N_1=156 \text{ кН}; N_2=-123 \text{ кН}; N_3=-123 \text{ кН}; N_4=-224 \text{ кН}</math>  <math>N_1=172 \text{ кН}; N_2=-141 \text{ кН}; N_3=-141 \text{ кН}; N_4=-244 \text{ кН}</math></p>
14	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=4 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=12 \text{ кН}</math>  <math>N_1=123 \text{ кН}; N_2=-82 \text{ кН}; N_3=-82 \text{ кН}; N_4=-164 \text{ кН}</math>  <math>N_1=141 \text{ кН}; N_2=-97 \text{ кН}; N_3=-97 \text{ кН}; N_4=-192 \text{ кН}</math>  <math>N_1=156 \text{ кН}; N_2=-123 \text{ кН}; N_3=-123 \text{ кН}; N_4=-224 \text{ кН}</math>  <math>N_1=172 \text{ кН}; N_2=-141 \text{ кН}; N_3=-141 \text{ кН}; N_4=-244 \text{ кН}</math></p>
15	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math>  <math>N_1=123 \text{ кН}; N_2=-82 \text{ кН}; N_3=-82 \text{ кН}; N_4=-164 \text{ кН}</math>  <math>N_1=141 \text{ кН}; N_2=-97 \text{ кН}; N_3=-97 \text{ кН}; N_4=-192 \text{ кН}</math>  <math>N_1=156 \text{ кН}; N_2=-123 \text{ кН}; N_3=-123 \text{ кН}; N_4=-224 \text{ кН}</math>  <math>N_1=172 \text{ кН}; N_2=-141 \text{ кН}; N_3=-141 \text{ кН}; N_4=-244 \text{ кН}</math></p>
16	<p>Определить усилия в поясах четырехгранной башни в случае приложения ветровой нагрузки к поясу при следующих исходных данных:  <math>a=5 \text{ м}; M=40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N=15 \text{ кН}</math>  <math>N_1=123 \text{ кН}; N_2=-82 \text{ кН}; N_3=-82 \text{ кН}; N_4=-164 \text{ кН}</math>  <math>N_1=141 \text{ кН}; N_2=-97 \text{ кН}; N_3=-97 \text{ кН}; N_4=-192 \text{ кН}</math>  <math>N_1=156 \text{ кН}; N_2=-123 \text{ кН}; N_3=-123 \text{ кН}; N_4=-224 \text{ кН}</math>  <math>N_1=172 \text{ кН}; N_2=-141 \text{ кН}; N_3=-141 \text{ кН}; N_4=-244 \text{ кН}</math></p>
17	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:  <math>N=20 \text{ кН}; A_d/A_i=0,1; b=2 \text{ м}; l_b=2,8 \text{ м}</math>  <math>N=23,1 \text{ кН}</math></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 27,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 34,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 38,7 \text{ кН}</math></li> </ul>
18	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:  <math>N = 20 \text{ кН}; A_d/A_i = 0,15; b = 2 \text{ м}; l_b = 2,6 \text{ м}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 23,1 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 27,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 34,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 38,7 \text{ кН}</math></li> </ul>
19	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:  <math>N = 20 \text{ кН}; A_d/A_i = 0,14; b = 2 \text{ м}; l_b = 2,4 \text{ м}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 23,1 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 27,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 34,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 38,7 \text{ кН}</math></li> </ul>
20	<p>Определить усилие от обжатия поясов при крестовой решетке при следующих исходных данных:  <math>N = 20 \text{ кН}; A_d/A_i = 0,12; b = 2 \text{ м}; l_b = 2,2 \text{ м}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 23,1 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 27,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 34,4 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 38,7 \text{ кН}</math></li> </ul>
21	<p>Запроектировать монтажный фланцевый стык пояса башни из трубы 530x10 по ГОСТ 10705 и стали марки ВСтЗпс при</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 80 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 100 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 120 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 140 \text{ кН}</math></li> </ul>
22	<p>Запроектировать монтажный фланцевый стык пояса башни из трубы 250x12 по ГОСТ 30245 и стали С2345 при</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 80 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 100 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 120 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 140 \text{ кН}</math></li> </ul>
23	<p>Запроектировать монтажный фланцевый стык пояса башни из уголка 250x20 по ГОСТ 8509 и стали С345 при</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>N = 80 \text{ кН}</math></li> <li>- <math>N = 100 \text{ кН}</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>N = 120 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>N = 140 \text{ кН}</math></li> </ul>
24	<p><i>Запроектировать анкерные болты в опорном сечении трехгранной башни при следующих исходных данных:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>a = 4 \text{ м}; M = 30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 10 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>a = 4 \text{ м}; M = 35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 12 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>a = 5 \text{ м}; M = 35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 15 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>a = 5 \text{ м}; M = 40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 15 \text{ кН}</math></li> </ul>
25	<p><i>Запроектировать анкерные болты в опорном сечении четырехгранной башни при следующих исходных данных:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ <math>a = 4 \text{ м}; M = 30 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 10 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>a = 4 \text{ м}; M = 35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 12 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>a = 5 \text{ м}; M = 35 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 15 \text{ кН}</math></li> <li>_ <math>a = 5 \text{ м}; M = 40 \text{ кН}\cdot\text{м}; N = 15 \text{ кН}</math></li> </ul>

## Вопросы к защите курсовой работы

<b>ПК-1 - Способен вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования</b>	
1	Преимущества и недостатки башен призматической, пирамидальной и конфигурации с излом
2	Особенности назначения генеральных размеров трехгранных и четырехгранных башен
3	Особенности работы решетки башен диагонального, ромбического и крестового вида
4	Методика определения ветровой нагрузки на решетчатую башню
5	Методика определения усилий в элементах решетчатых башен
6	Что такое обжатие поясов
7	Методика подбора и проверки поперечного сечения элементов башен
8	Принципы проектирования монтажных стыков башен
9	Принципы проектирования опорных узлов башен
<b>ПК-3 - Способен разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, прогнозировать результаты</b>	
1	Преимущества и недостатки башен призматической, пирамидальной и конфигурации с излом
2	Особенности назначения генеральных размеров трехгранных и четырехгранных башен
3	Особенности работы решетки башен диагонального, ромбического и крестового вида
4	Методика определения ветровой нагрузки на решетчатую башню
5	Методика определения усилий в элементах решетчатых башен
6	Что такое обжатие поясов
7	Методика подбора и проверки поперечного сечения элементов башен
8	Принципы проектирования монтажных стыков башен
9	Принципы проектирования опорных узлов башен