

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович  
Должность: Первый проректор  
Дата подписания: 27.08.2025 15:11:51  
Уникальный программный ключ:  
5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a6b4422

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»**

«Утверждаю»

Декан факультета землеустройства и  
кадастров

Нестерец О.Н. \_\_\_\_\_

«05» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Строительная механика»

для направления (специальности) 08.05.01 «Строительство уникальных  
зданий и сооружений»

профиль (направленность, специализация) «Строительство высотных и большепролетных  
зданий и сооружений»

квалификация выпускника инженер - строитель

Рабочая программа составлена с учетом требований:

· порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245;

· федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.05.01 «Строительство», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.05.2017 № 483.

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

канд. техн. наук, доцент \_\_\_\_\_ **А.А. Давиденко**

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры проектирования сельскохозяйственных объектов (протокол № 10 от «12» мая 2024 г.).

**Заведующий кафедрой  
проектирования сельскохозяйственных объектов** \_\_\_\_\_ **В.П. Матвеев**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета землеустройства и кадастров (протокол № 12 от «02» июня 2024 г.).

**Председатель методической комиссии** \_\_\_\_\_ **Е.В. Богданов**

**Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы** \_\_\_\_\_ **А.И. Давиденко**

## **1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы**

**Целью** освоения дисциплины «Строительная механика» является формирование компетенций обучающегося в области анализа работы и расчета конструкций и их отдельных элементов, выполненных из различных материалов, на прочность, жесткость, устойчивость при различных воздействиях с использованием современного вычислительного аппарата.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- овладение методами определения внутренних усилий в статически определимых и статически неопределимых стержневых системах
- овладение методами определения перемещений (деформаций) в статически определимых и статически неопределимых стержневых системах
- формирование навыков создания расчетных схем инженерных сооружений.

### **Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Строительная механика» (Б1.О.25) относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее - ОПОП ВО). Базируется на знаниях и умениях полученных по курсам «Математика», «Физика», «Строительные материалы». Предшествует дисциплинам: «Реконструкция зданий и сооружений», «Железобетонные и каменные конструкции», «Металлические конструкции», «Конструкции из дерева и пластмасс».

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p><b>ОПК-1.</b> Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук</p>	<p><b>ОПК-1.4.</b> Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы определения внутренних усилий, напряжений, деформаций, перемещений в практических задачах, используя соответствующий математический аппарат, для расчета стержневых систем, пластин и оболочек на действие статических и динамических нагрузок;</li> <li>- основные положения методик проведения численного (конечно-элементного) моделирования работы несущих конструкций зданий и сооружений при различных расчетных схемах: стержневых систем, пластин, оболочек, задания граничных и начальных условий;</li> <li>- основные математические модели (Эйлера-Бернулли, Тимошенко, Кирхгофа-Лява, Рейсснера-Миндлина) линейного деформирования несущих конструкций зданий и сооружений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составления уравнений равновесия, частотных уравнений, уравнений устойчивости, используя классические методы расчета: метод сил, метод перемещений, смешанный метод и комбинированный способ;</li> <li>- представления характера изменения внутренних усилий, напряжений, деформаций, перемещений для оценки прочности, жесткости рассчитываемых сооружений на основе полученных при расчетах эпюр внутренних усилий, перемещений;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализом исходных данных для выполнения расчётного обоснования проектных решений сооружения при расчете на статические и динамические нагрузки, при оценке устойчивости сооружений.</li> </ul>

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения		
	всего зач.ед./ часов	объём часов	
		5 сем :стр	6 сем :стр
Общая трудоёмкость дисциплины	6/216	3/108	3/108
Контактная обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятия) всего, в т.ч.	74	36	38
Аудиторная работа:	74	36	38
Лекции	28	12	16
Практические занятия	46	26	20
Лабораторные работы	-	-	-
Другие виды аудиторных занятий	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся, час	124	52	72
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)		зачет	экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
Очная форма обучения					
1.	<b>Тема 1.</b> Кинематический анализ сооружений. Основные теоремы об упругих системах	2	4		12
2.	<b>Тема 2.</b> Расчет статически определимых стержневых систем	2	4		12
3.	<b>Тема 3.</b> Расчет статически неопределимых систем методом сил и методом перемещений	2	4		12
4.	<b>Тема 4.</b> Общая теория линий влияния.	2	4		12
5.	<b>Тема 5.</b> Смешанный метод. Комбинированный способ	2	4		12
6.	<b>Тема 6.</b> Матричная форма метода перемещений расчета стержневых систем (матричный метод)	2	4		12
7.	<b>Тема 7.</b> Динамика сооружений	4	4		12
8.	<b>Тема 8.</b> Приближенные расчеты балок переменного сечения	4	4		12
9.	<b>Тема 9.</b> Устойчивость сооружений	4	6		12
10	<b>Тема 10.</b> Теория пластин и оболочек	4	8		16
	<b>Всего</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	<b>-</b>	<b>124</b>

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины.

**Тема 1.** Кинематический анализ сооружений. Основные теоремы об упругих системах

**Тема 2.** Расчет статически определимых стержневых систем

**Тема 3.** Расчет статически неопределимых систем методом сил и методом перемещений

**Тема 4.** Общая теория линий влияния.

**Тема 5.** Смешанный метод. Комбинированный способ

**Тема 6.** Матричная форма метода перемещений расчета стержневых систем (матричный метод)

**Тема 7.** Динамика сооружений

**Тема 8.** Приближенные расчеты балок переменного сечения.

**Тема 9.** Устойчивость сооружений

**Тема 10.** Теория пластин и оболочек

### 3. Перечень тем лекций.

№ п/п	Тема лекции	Объем, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
1.	Тема 1. Кинематический анализ сооружений. Основные теоремы об упругих системах	2	
2.	Тема 2. Расчет статически определимых стержневых систем	2	
3.	Тема 3. Расчет статически неопределимых систем методом сил и методом перемещений	2	
4.	Тема 4. Общая теория линий влияния	2	
5.	Тема 5. Смешанный метод. Комбинированный способ	2	
6.	Тема 6. Матричная форма метода перемещений расчета стержневых систем (матричный метод)	2	
7.	Тема 7. Динамика сооружений	4	
8.	Тема 8. Приближенные расчеты балок переменного сечения	4	
9	Тема 9. Устойчивость сооружений	4	
10	Тема 10. Теория пластин и оболочек	4	
Всего		28	

#### 4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ п/п	Тема практического занятия (семинара)	Объём, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
1.	Тема 1. Кинематический анализ сооружений. Основные теоремы об упругих системах	4	
2.	Тема 2. Расчет статически определимых стержневых систем.	4	
3.	Тема 3. Расчет статически неопределимых систем методом сил и методом перемещений	4	
4.	Тема 4. Общая теория линий влияния	4	
5.	Тема 5. Смешанный метод. Комбинированный способ	4	
6.	Тема 6. Матричная форма метода перемещений расчета стержневых систем (матричный метод)	4	
7.	Тема 7. Динамика сооружений	4	
8	Тема 8. Приближенные расчеты балок переменного сечения	4	
9	Тема 9. Устойчивость сооружений	6	
10	Тема 10. Теория пластин и оболочек	8	
Всего		46	

#### 4.5. Перечень тем лабораторных работ.

Не предусмотрено

#### 4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

##### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Основными видами самостоятельной работы при изучении дисциплины являются:

- подготовка к практическим занятиям через проработку лекционного материала по соответствующей теме;
- изучение тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно рабочей программе дисциплины;
- систематизация знаний путем проработки пройденных лекционных материалов по конспекту лекций и учебному пособию на основании перечня вопросов, выносимых на зачет; тестовых вопросов по материалам лекционного курса.
- подготовка к текущему и итоговому контролю;
- самостоятельное решение поставленных задач по заранее освоенным алгоритмам.

Аудиторные занятия проводятся с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине. В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студента к практическим занятиям. Практические занятия проводятся в форме выполнения инженерных расчетов с параллельным ответом на вопросы. Проведение таких форм практических занятий позволяет увязать теоретические положения с практическим проектированием строительных конструкций.

При подготовке к практическим занятиям студент должен:

- изучить рекомендуемую литературу;
- просмотреть самостоятельно дополнительную литературу по изучаемой теме;
- знать вопросы, предусмотренные планом практического занятия и принимать активное участие в их обсуждении;
- без затруднения отвечать по тестам, предлагаемым к каждой теме.

Основной целью практических занятий является контроль за степенью усвоения пройденного материала, ходом выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы практического занятия.

#### 4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов).

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ.

РГР не предусмотрены учебным планом

Рефераты учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			форма обучения	
			очная	
1.	Тема 1. Кинематический анализ сооружений. Основные теоремы об упругих системах	Ганджунцев М.И., Петраков А.А. Расчет статически определимых систем. Учебное издание.- М. Изд-во МИСИ-МГСУ, 2015 -64 с.	12	
2.	Тема 2. Расчет статически определимых стержневых систем	Ганджунцев М.И., Петраков А.А. Расчет статически определимых систем. Учебное издание.- М. Изд-во МИСИ-МГСУ, 2015 -64 с.	12	
3.	Тема 3. Расчет статически неопределимых систем методом сил и методом перемещений	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. II. Статически неопределимые системы. Учеб. пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010.	12	
4.	Тема 4. Общая теория линий влияния	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. I. Статически определимые системы. Учеб. Пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 333 с.	12	
5.	Тема 5. Смешанный метод. Комбинированный способ	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. I. Статически определимые системы. Учеб. Пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 333 с.	12	

6.	Тема 6. Матричная форма метода перемещений расчета стержневых систем (матричный метод).	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. I. Статически определимые системы. Учеб. Пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 333 с.	12	
7.	Тема 7. Динамика сооружений	Ганджунцев М.М., Петраков А.А. Основы динамики и устойчивости стержневых систем. Учеб.пос. – М.: МГСУ, 2012.	12	
8	Тема 8. Приближенные расчеты балок переменного сечения	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. I. Статически определимые системы. Учеб. Пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 333 с.	12	
9	Тема 9. Устойчивость сооружений	Ганджунцев М.М., Петраков А.А. Основы динамики и устойчивости стержневых систем. Учеб.пос. – М.: МГСУ, 2012.	12	
10	Тема 10. Теория пластин и оболочек	Амосов А.А., Аль Малюль Р.М. Теория упругой устойчивости стержневых систем, пластин и оболочек, М.: МГСУ, 2010	16	
<b>Всего</b>			<b>124</b>	

**4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов.**

Не предусмотрено.

#### 4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1.	Лекция	Общие сведения о компьютерной строительной механике.	Дискуссия	2
2.	Практические занятия	Использование информационных технологий при изучении курса строительной механики	Дискуссия	2

#### 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине в соответствующем разделе УМК.

#### 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

##### 6.1. Рекомендуемая литература.

##### 6.1.1. Основная литература

№	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц	Кол-во экз. в библ.
1	Ганджунцев М.И., Петраков А.А. Расчет статически определимых систем. Учебное издание.- М. Изд-во МИСИ-МГСУ, 2015 -64 с.	10
2	Ганджунцев М.М., Петраков А.А. Основы динамики и устойчивости стержневых систем. Учеб.пос. – М.: МГСУ, 2012.	10
3	Ступишин Л.Ю., Трушин С.И. Строительная механика плоских стержневых систем. /Под ред. С.И.Трушина. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 278 с.	10
4	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. II. Статически неопределимые системы. Учеб. пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010.	10
5	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. I. Статически определимые системы. Учеб. Пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 333 с.	10
6	Амосов А.А., Аль Малюль Р.М. Теория упругой устойчивости стержневых систем, пластин и оболочек, М.: МГСУ, 2010	10
7	Полещук Н. Н. Путь к nanoCAD. — СПб.: БХВ-Петербург, 2017. — 365 с.: ил URL: <a href="https://www.nanodev.ru/support/books/book-3/">https://www.nanodev.ru/support/books/book-3/;</a>	10

##### 6.1.2. Дополнительная литература

1	Руководство пользователя СПДС GraphiCS 2021 в формате PDF. URL: <a href="https://help.spds.ru/_content/help.spds.ru/ru-RU/2021/spds_acad_pdf/SPDS_UserGuide_21.pdf">https://help.spds.ru/_content/help.spds.ru/ru-RU/2021/spds_acad_pdf/SPDS_UserGuide_21.pdf</a>
---	---

##### 6.1.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№ п/п	Автор	Название указаний (материалов)	Издательс тво	Год издания
1	Шакирзянов Р.А., Шакирзянов Ф.Р.	Учебно-методическое пособие для студентов заочной формы обучения по курсу «Строительная механика» /Сост. Шакирзянов Р.А., Шакирзянов Ф.Р. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архит.-строит. ун-та, 2019. – 46 с.	Казанск	2019

### Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ЛНАУ

Наименование ресурса	Сведения о правообладателе	Адрес в сети Интернет

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

#### 6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Лекции	Лира 10.12	+	+	+
2	Практические	Лира 10.12	+	+	+

#### 6.3.2. Аудио- и видеопособия

Не предусмотрены

#### 6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов.

Не предусмотрены

**7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1	Лекционные аудитории	<ul style="list-style-type: none"><li>- видеопроекторное оборудование для презентаций;</li><li>- средства звуковоспроизведения;</li><li>- экран;</li><li>- выход в локальную сеть и Интернет.</li></ul>
2	Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий	<ul style="list-style-type: none"><li>- видеопроекторное оборудование для презентаций;</li><li>- средства звуковоспроизведения;</li><li>- экран;</li><li>- выход в локальную сеть и Интернет.</li><li>- доступ к ПО Лира 10.12</li><li>- электронные учебно-методические материалы.</li></ul>
3.	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций (2с-404)	<ul style="list-style-type: none"><li>- 10 компьютеров, 1 принтер;</li></ul>
4.		<ul style="list-style-type: none"><li>- 10 компьютеров, 1 принтер:</li></ul>

## 8. Междисциплинарные связи

### Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об из- менениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования	Подпись зав. кафедрой
Железобетонные конструкции	Кафедра проектирования сельскохозяйственных объектов	согласовано	





**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»**

**Кафедра Проектирования сельскохозяйственных объектов**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
По дисциплине «Строительная механика»**

Направление подготовки: 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»;

Профиль: «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»,  
Уровень профессионального образования: «специалитет»

Год начала подготовки: 2024

Луганск, 2024

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	<b>ОПК-1.4.</b> Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(ий)	Первый этап (пороговый уровень)	<b>Знать:</b> - основные проблемы своей предметной области;	Тема 1. Кинематический анализ сооружений. Основные теоремы об упругих системах Тема 2. Расчет статически определимых стержневых систем Тема 3. Расчет статически неопределимых систем методом сил и методом перемещений Тема 4. Общая теория линий влияния Тема 5. Смешанный метод. Комбинированный способ	Тесты закрытого типа	Зачет
			Второй этап (продвинутый уровень)	<b>Уметь:</b> определить методы и средства решения основных проблем строительной механики		Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Зачет
			Третий этап (высокий уровень)	<b>Владеть:</b> - навыками решения научных и проектных задач с использованием современных технологий научных исследований		Практические задания	Зачет

## ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1.	<b>Тест</b>	Система стандартизированных заданий, позволяющая измерить уровень знаний.	Тестовые задания	В тесте выполнено 90-100% заданий	Оценка «Отлично» (5)
				В тесте выполнено более 75-89% заданий	Оценка «Хорошо» (4)
				В тесте выполнено 60-74% заданий	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				В тесте выполнено менее 60% заданий	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
				Большая часть определений не представлена, либо представлена с грубыми ошибками.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
2.	<b>Опрос</b>	Форма работы, которая позволяет оценить кругозор, умение логически построить ответ, умение продемонстрировать монологическую речь и иные коммуникативные навыки. Устный опрос обладает большими возможностями воспитательного воздействия, создавая условия для неформального общения.	Вопросы к опросу	Продемонстрированы предполагаемые ответы; правильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; есть логика рассуждений.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы; есть логика рассуждений, но неточно использован алгоритм обоснований во время рассуждений и не все ответы полные.	Оценка «Хорошо» (4)
				Продемонстрированы предполагаемые ответы, но неправильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; отсутствует логика рассуждений; ответы не полные.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Ответы не представлены.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
3.	<b>Практические (лабораторные работы) задания</b>	Направлено на овладение методами и методиками изучаемой дисциплины. Для решения предлагается решить конкретное задание (ситуацию) без применения математических расчетов.	Практическое (лабораторные работы) задания	Продемонстрировано свободное владение профессионально-понятийным аппаратом, владение методами и методиками дисциплины. Показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме.	Оценка «Отлично» (5)
				Продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, при применении методов и методик дисциплины незначительные неточности, показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме, но с некоторыми неточностями.	Оценка «Хорошо» (4)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				Продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом на низком уровне; допускаются ошибки при применении методов и методик дисциплины. Задание выполнено не полностью.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Не продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, методами и методиками дисциплины. Задание не выполнено.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
4.1	<b>Зачет</b>	Зачет выставляется в результате подведения итогов текущего контроля. Зачет в форме итогового контроля проводится для обучающихся, которые не справились с частью заданий текущего контроля.	Вопросы к зачету	Показано знание теории вопроса, понятийного аппарата; умение содержательно излагать суть вопроса; владение навыками аргументации и анализа фактов, явлений, процессов в их взаимосвязи. Выставляется обучающемуся, который освоил не менее 60% программного материала дисциплины.	«Зачтено»
				Знание понятийного аппарата, теории вопроса, не продемонстрировано; умение анализировать учебный материал не продемонстрировано; владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся освоил менее 60% программного материала дисциплины.	«Не зачтено»
4.2	<b>Зачет</b>	Зачет выставляется в результате подведения итогов текущего контроля. Зачет в форме итогового контроля проводится для обучающихся, которые не справились с частью заданий текущего контроля.	Тестовые задания к зачету	В тесте выполнено 60-100% заданий	«Зачтено»
				В тесте выполнено менее 60% заданий	«Не зачтено»

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **Оценочные средства для проведения текущего контроля**

Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме тестовых заданий, устного опроса и практических заданий (лабораторных работ).

**ОПК-1. Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук**

**ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов (явлений) в виде математического(их) уравнения(й), обоснование граничных и начальных условий**

**Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»:**

#### **Вопросы:**

1. Понятие геометрической неизменяемости.
2. Понятие мгновенной изменяемости.
3. Приемы формирования геометрически неизменяемых сооружений.
4. Теорема Клайперона.
5. Теорема о взаимности работ.
6. Действительная и возможная работа.
7. Взаимность единичных перемещений.
8. Принципы расчета трёхшарнирных рам и рам с затяжкой.
9. Последовательность определения в них опорных реакций.
10. Принципы расчета многопролетных балок и рам.
11. Что такое «поэтажная схема»?
12. Универсальная формула Мора.
13. Что такое «единичное состояние»?
14. Определение перемещений от нагрузки, виды перемещений.
15. Правило Верещагина.
16. Определение перемещений от теплового воздействия.
17. Определение перемещений от осадки опор.
18. Для заданной трехшарнирной рамы определить горизонтальное перемещение точки К от заданного теплового воздействия.
19. Для заданной трехшарнирной рамы определить вертикальное перемещение точки К от заданного теплового воздействия.
20. Для заданной трехшарнирной рамы определить угол поворота точки К от заданного теплового воздействия.
21. Для заданной многопролетной балки определить вертикальное перемещение точки К от заданного кинематического смещения опор.
22. Для заданной многопролетной балки определить угол поворота точки К от заданного кинематического смещения опор.
23. Какие системы называются статически неопределимыми?
24. Свойства статически неопределимых систем.
25. Формула для определения степени статической неопределимости
26. Алгоритм расчета статически неопределимых систем методом сил.
27. Основная система метода сил, требования, предъявляемые к ней.

28. Способы отбрасывания лишних связей.
29. Канонические уравнения метода сил, их физический смысл.
30. Свойства матрицы коэффициентов канонических уравнений.
31. Вычисление коэффициентов канонических уравнений метода сил.
32. Построение окончательной эпюры моментов и её проверка.
33. Построение окончательных эпюр поперечных и продольных сил и их проверка.
34. Алгоритм расчета статически неопределимых систем методом перемещений.
35. Неизвестные метода перемещений.
36. Формула для определения степени кинематической неопределимости.
37. Основная система метода перемещений.
38. Канонические уравнения метода перемещений и их физический смысл.
39. Свойства матрицы коэффициентов канонических уравнений.
40. Вычисление коэффициентов канонических уравнений метода перемещений.
41. Построение окончательных эпюр внутренних усилий и их проверка.
42. Вычисление перемещений от нагрузки в статически неопределимых системах.
43. Для заданной рамы построить эпюры внутренних усилий от внешней нагрузки, используя метод сил.
44. Для заданной симметричной рамы построить эпюры внутренних усилий от внешней нагрузки используя метод сил.
45. Для заданной симметричной рамы построить эпюры внутренних усилий от теплового воздействия, используя метод сил.
46. Для заданной симметричной рамы построить эпюры внутренних усилий от кинематического смещения, используя метод сил.
47. Для заданной рамы построить эпюры внутренних усилий от внешней нагрузки, используя метод перемещений.
48. Для заданной симметричной рамы построить эпюры внутренних усилий от внешней нагрузки используя перемещений.
49. Для заданной симметричной рамы построить эпюры внутренних усилий от теплового воздействия, используя метод перемещений.
50. Для заданной симметричной рамы построить эпюры внутренних усилий от кинематического смещения опор, используя метод перемещений.
51. Построение л.в. в однопролетной балке;
52. Построение л.в. в многопролетной балке;
53. Построение л.в. в стержнях простых ферм.

**Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»:** использовать основные положения методик проведения численного (конечно-элементного) моделирования работы несущих конструкций зданий и сооружений при различных расчетных схемах: стержневых систем, пластин, оболочек, задания граничных и начальных условий

Вопросы:

1. Область применимости смешанного метода.
2. Взаимность единичных перемещений и реакций.
3. Вид системы канонических уравнений смешанного метода.
4. Применение комбинированного способа для расчета многоэтажных симметричных сооружений.
5. Матрица внешних сил.
6. Формирование статической матрицы.
7. Геометрическая сторона задачи ММП.
8. Физическая сторона задачи. Закон Гука.
9. Рассчитать заданную раму на внешнюю нагрузку, используя ММП.
10. Рассчитать заданную раму на тепловое воздействие, используя ММП.
11. Рассчитать заданную раму на кинематическое смещение опор, используя ММП.

12. Основные понятия динамики сооружений:
13. Виды динамических нагрузок, виды колебаний, степень свободы.
14. Методы решения задач динамики сооружений.
15. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.
16. Вынужденные колебания систем в одной степени свободы при действии различных вынуждающих нагрузок.
17. Динамический коэффициент.
18. Свободные колебания системы с  $n$  степенями свободы.
19. Уравнение движения и его решение.
20. Собственные колебания системы с  $n$  степенями свободы, определение форм собственных колебаний и их ортогональность.
21. Вынужденные колебания систем с  $n$  степенями свободы при действии вибрационной нагрузки.
22. Построение динамической эпюры моментов.
23. Колебания систем с бесконечным числом степеней свободы, основные понятия и допущения.
24. Метод перемещений для решения подобных задач.
25. Таблицы для расчета систем с бесконечным числом степеней свободы.
26. Алгоритм решения задачи для систем с бесконечным числом степеней свободы.
27. Для заданной рамы определить спектр частот собственных колебаний, определить главные формы, проверить их ортогональность.
28. Рассчитать заданную раму на действие вибрационной нагрузки, построить эпюры внутренних усилий.
29. Приближенные расчеты балок переменного сечения.
30. Точный расчет балок переменного сечения.
31. Метод Бубнова-Галеркина.
32. Метод Лагранж-Ритца.
33. Метод Релея

**Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «владеть»:** анализ исходных данных для выполнения расчётного обоснования проектных решений сооружения при расчете на статические и динамические нагрузки, при оценке устойчивости сооружений 1 рода.

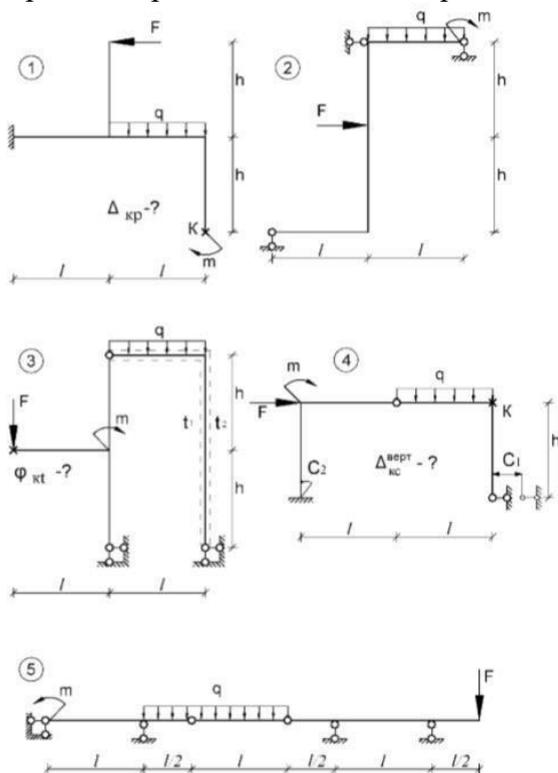
Вопросы:

1. Основные понятия потери устойчивости.
2. Потеря устойчивости первого и второго рода.
3. Степень свободы в устойчивости сооружений.
4. Методы решения задач устойчивости.
5. Устойчивость систем с конечным числом степеней свободы.
6. Статический метод определения критических сил и форм потери устойчивости.
7. Энергетический критерий устойчивости.
8. Методы Ритца и Тимошенко
9. Дифференциальное уравнение сжато-изогнутого стержня и его решение в форме метода начальных параметров.
10. Определение критических сил для стержней с разными граничными условиями, получение таблиц специальных функций для расчёта стержневых систем на устойчивость. Расчёт рам на устойчивость методом перемещений.
11. Область применения деформационного расчета плоских рам. Алгоритм деформационного расчета рам. Таблицы, используемые при построении эпюр от внешней нагрузки. Определить величину критической силы для заданной рамы, используя метод перемещений. оболочек
12. Классификация расчетных схем.
13. Плоские и пространственные сооружения.
14. Коэффициенты первой и второй квадратичных форм.

15. Метод конечных разностей.
16. Вариационно-разностный метод. последовательных аппроксимаций.
17. Геометрические соотношения, напряжения и усилия, физические соотношения теории пластин.
18. Дифференциальное уравнение Софи Жермен - Лагранжа.
19. Формулировка граничных условий.
20. Полная потенциальная энергия изгибаемой пластинки.
21. Решение задачи изгиба пластины методом Навье в двойных тригонометрических рядах и методом М.Леви в одинарных тригонометрических рядах.
22. Расчет пластин, лежащих на упругом основании.
23. Основные уравнения безмоментной теории оболочек произвольного вида.
24. Осесимметричная задача оболочек вращения.
25. Безмоментная теория цилиндрических и конических оболочек.
26. Пологие оболочки на прямоугольном плане.
27. Модели КирхгофаЛява и Тимошенко.
28. Уравнения теории пологих оболочек в смешанной форме.
29. Расчет пологих оболочек на прямоугольном плане методом двойных тригонометрических рядов (метод Навье).
30. Расчет пологих оболочек вариационными методами (методы РитцаТимошенко, Бубнова-Галеркина, Власова-Канторовича) и методом конечных разностей.
31. Осесимметричная задача моментной теории круговых цилиндрических оболочек.
32. Расчет цилиндрического резервуара на гидростатическое давление.
33. Свободные колебания прямоугольных пластин.
34. Вынужденные колебания прямоугольных пластин.
35. Построение эпюр внутренних усилий при колебаниях пологих оболочек.

### Типовые контрольные задания форм текущего контроля

Тема: Расчет трёхшарнирных рам и рам с затяжкой. Многопролетные системы: балки и рамы. Перечень типовых контрольных задач:

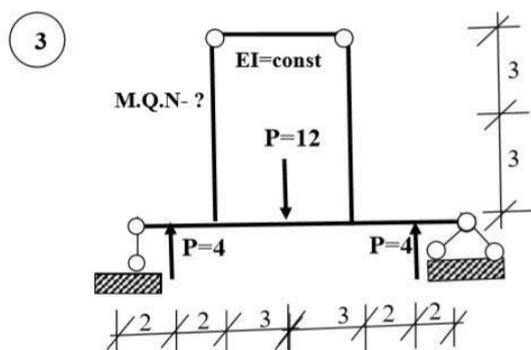


Построить эпюры внутренних усилий в вышеприведенных задачах.

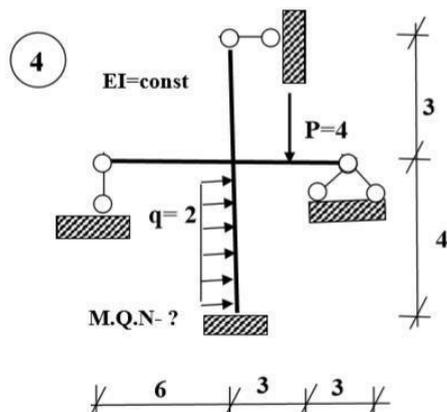
Перечень типовых контрольных вопросов:

1. Принципы расчета трёхшарнирных рам и рам с затяжкой.
2. Последовательность определения в них опорных реакций.
3. Принципы расчета многопролетных балок и рам.
4. Что такое «позэтажная схема»?
5. Универсальная формула Мора.
6. Что такое «единичное состояние»?
7. Определение перемещений от нагрузки, виды перемещений.
8. Правило Верещагина.
9. Определение перемещений от теплового воздействия.
10. Определение перемещений от осадки опор.

Тема: Расчет статически неопределимых систем. Пример и состав типового задания:  
 Построить эпюры внутренних усилий для заданной рамы методом сил.



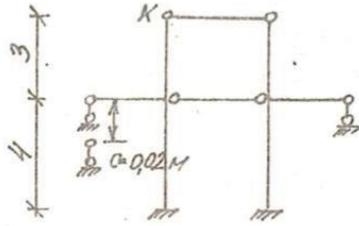
Построить эпюры внутренних усилий для заданной рамы методом перемещений



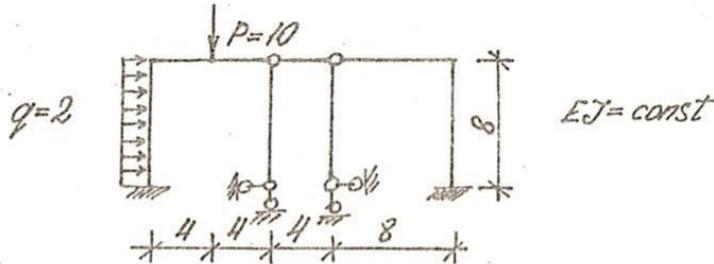
Перечень типовых контрольных вопросов:

1. Какие системы называются статически неопределимыми? Свойства статически неопределимых систем. Формула для определения степени статической неопределимости
2. Алгоритм расчета статически неопределимых систем методом сил.
3. Основная система метода сил, требования, предъявляемые к ней. Способы отбрасывания лишних связей.
4. Канонические уравнения метода сил, их физический смысл. Свойства матрицы коэффициентов канонических уравнений. Вычисление коэффициентов канонических уравнений метода сил.
5. Построение окончательной эпюры моментов и её проверка.
6. Построение окончательных эпюр поперечных и продольных сил и их проверка.

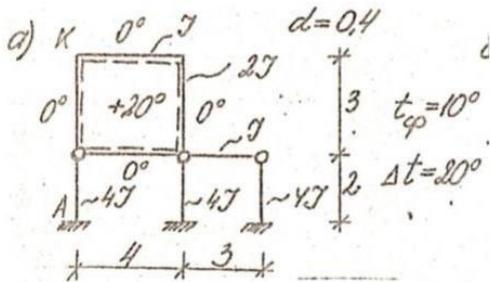
Тема: Смешанный метод и комбинированный способ расчета  
 Перечень типовых контрольных задач:



Построить эпюры M, Q и N от действия внешней нагрузки

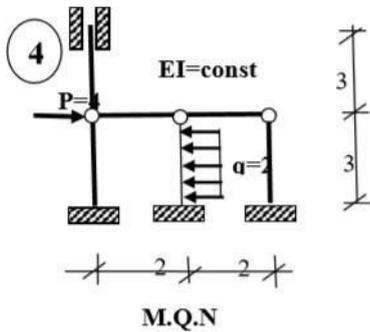


Определить угол поворота узла К от заданного теплового воздействия.



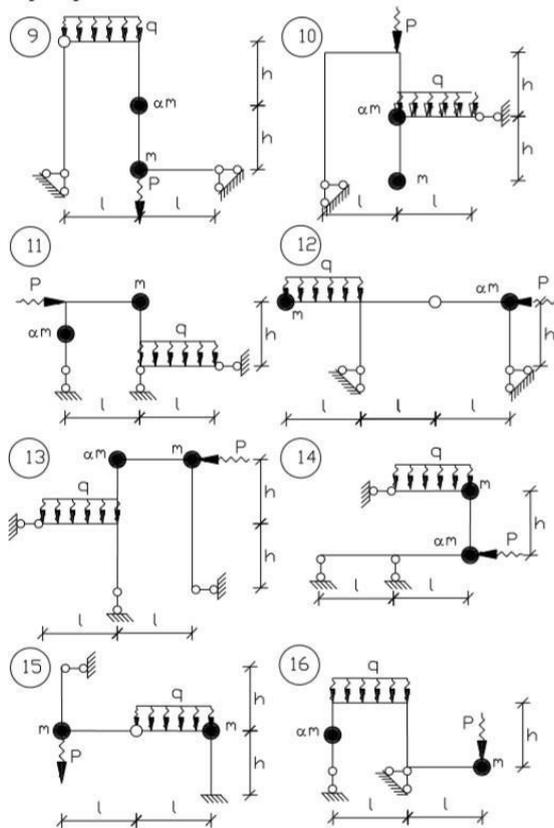
Тема: Расчет статически неопределимых систем ММП.  
 Пример и состав типового задания:

Построить эпюры внутренних усилий для заданной рамы ММП

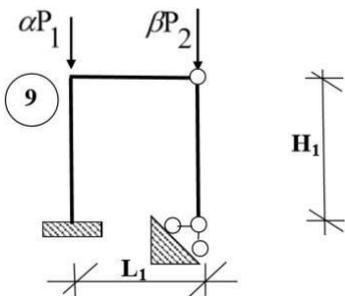


Тема: Динамический расчет рам с сосредоточенными массами. Пример и состав типового задания:

Пример и состав типового задания:



Тема: Расчет плоских рам на устойчивость. Пример и состав типового задания: Определить величину критической силы.



Тема: Изгиб прямоугольных пластин.

Перечень типовых контрольных вопросов:

1. Дифференциальное уравнение Софи Жермен - Лагранжа.
2. Формулировка граничных условий.
3. Полная потенциальная энергия изгибаемой пластинки.
4. Решение задачи изгиба пластины методом Навье в двойных тригонометрических рядах
5. Решение задачи изгиба пластины методом М.Леви в одинарных тригонометрических рядах.

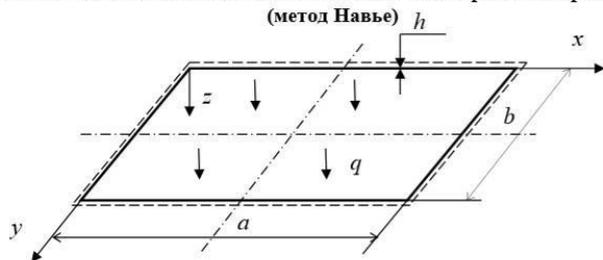
Тема: Расчет изгибаемой пластины с использованием двойных (метод Навье) и одинарных (метод М.Леви) тригонометрических рядов.

Пример и состав типового задания: Для прямоугольной пластины при заданных геометрических характеристиках, физических свойствах материала, внешней нагрузке требуется:

1. Получить формулы для определения прогибов, изгибающих и крутящего моментов и поперечных сил;
2. Используя конечное число членов ряда построить эпюры прогибов и внутренних усилий в заданных сечениях пластины;

3. Оценить точность полученных решений.. «Расчет изгибаемой пластины методом двойных тригонометрических рядов» (метод Навье)

«Расчет изгибаемой пластины методом двойных тригонометрических рядов»



Исходные данные:

Таблица 1

$N$ п/п	Нагрузка $q$ , кН/м <sup>2</sup>
1	3
2	4

Таблица 2

$N$ п/п	Модуль упругости $E$ , МПа	Толщина оболочки $h$ , м	Коэффициент Пуассона $\nu$
1	$2 \cdot 10^5$	0,01	0,3
2	$3 \cdot 10^4$	0,1	0,16
3	$3 \cdot 10^4$	0,2	0,16

Таблица 3

$N$ п/п	$a$ , м	$b$ , м
1	1	1
2	1	2
3	2	1

Выполнить:

1. Получить формулы для определения прогибов  $w(x, y)$ , моментов  $M_x(x, y)$ ,  $M_y(x, y)$ ,  $M_{xy}(x, y)$  и поперечных сил  $Q_x(x, y)$ ,  $Q_y(x, y)$ .

2. Построить эпюры:

а) прогибов  $w$  и моментов  $M_y$  вдоль прямой  $x=a/2$ ;

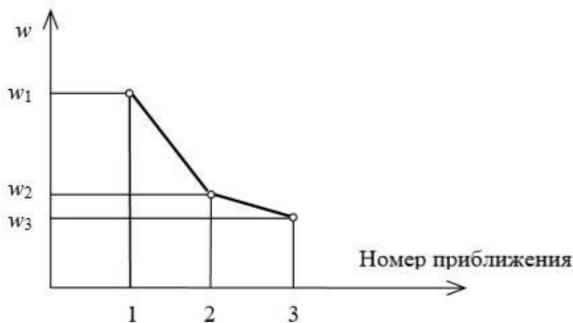
б) моментов  $M_{xy}$  и поперечных сил  $Q_y$  вдоль прямой  $y=0$ .

3. Исследовать практическую сходимость решений для  $w(x, y)$ ,  $M_x(x, y)$  и  $Q_x(x, y)$ .

Сходимость для  $w$  и  $M_x$  оценивается по значениям этих функций в центре пластины, то есть по значениям  $w(a/2; b/2)$ ,  $M_x(a/2; b/2)$ . Сходимость для  $Q_x$  оценивается в точке  $(0; 0)$ , то есть по значениям  $Q_x(0; 0)$ . Для каждого приближения выбираются члены ряда с нечетными значениями индексов  $m$  и  $n$ . Для оценки сходимости взять не менее трех приближений.

Приближение	Значения индексов	
	$m$	$n$
1-е приближение	1	1
	1	1
2-е приближение	1	3
	3	1
	1	1
3-е приближение	1	3
	3	1
	3	3
	3	3

Построить график, иллюстрирующий процесс сходимости решения:



Критерий сходимости решения  $\left| \frac{w'_{k+1} - w'_k}{w'_k} \right| \leq \epsilon$ ,

Тема: Расчет цилиндрической и конической оболочек по безмоментной теории. Пример и состав типового задания:

Для замкнутой круговой цилиндрической и конической оболочек при заданных геометрических характеристиках, физических свойствах материала, внешней нагрузке требуется:

1. Получить формулы для определения перемещений и усилий;
2. Построить эпюры перемещений и усилий.

Тема: Расчет полой оболочки с использованием двойных тригонометрических рядов (метод Навье).

Пример и состав типового задания:

Для полой оболочки при заданных геометрических характеристиках, физических свойствах материала, внешней нагрузке требуется:

1. Получить формулы для определения прогибов и внутренних усилий;
2. Используя конечное число членов ряда построить эпюры прогибов и внутренних усилий в заданных сечениях оболочки;
3. Оценить точность полученных решений.

**«Расчет полой оболочки методом двойных тригонометрических рядов»**

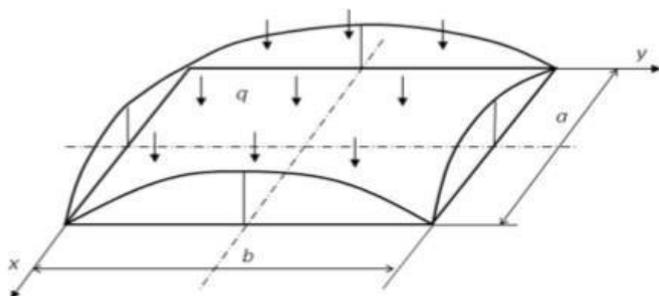
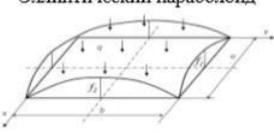


Таблица 1

N	Размер в плане a, м	Размер в плане b, м	Толщина оболочки h, м	Модуль упругости E, МПа	Коэффициент Пуассона	Интенсивность распределенной нагрузки q, кПа
1	1	2	0,005	$2 \cdot 10^5$	0,3	2
2	2	2	0,005	$2 \cdot 10^5$	0,3	2
3	3	4	0,05	$3 \cdot 10^4$	0,16	2
4	4	4	0,05	$3 \cdot 10^4$	0,16	2

Таблица 2

N	Вид оболочки	Кривизны , $M^{-1}$
1	Сферическая оболочка	$k_1=k_2=0,1$
2	Сферическая оболочка	$k_1=k_2=0,02$
3	Цилиндрическая оболочка	$k_1=0;$ $k_2=0,1$
4	Цилиндрическая оболочка	$k_1=0;$ $k_2=0,02$
5	 $f_1 = f_2 = 0,05 \text{ м}$	$k_1 = 8 \frac{f_1}{a^2}$ $;$ $k_2 = 8 \frac{f_2}{b^2}$
6	Эллиптический параболоид	$k_1 = 8 \frac{f_1}{a^2}$ $;$

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### Текущий контроль

Тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения или компьютерной программы ТЕСТ. На тестирование отводится 20-60 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 15-25 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 3 или 4. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается такое количество баллов, чтобы максимально выходило 100. Шкала перевода: 90-100 баллов-"отлично"(5), 75-89 баллов - "хорошо"(4), 60-74 баллов - "удовлетворительно"(3), ниже 60 баллов - "неудовлетворительно"(2). Опрос как средство текущего контроля проводится в форме устных ответов на вопросы с применением компьютера и без. Студент отвечает на поставленный вопрос сразу, время на подготовку к ответу не предоставляется.

Практические задания как средство текущего контроля проводятся в основном в компьютерной форме. Студенту выдается задание и предоставляется 30 минут для подготовки к ответу.

### Промежуточная аттестация

Зачет проводится путем подведения итогов по результатам текущего контроля. Если студент не справился с частью заданий текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать зачет на итоговом контрольном мероприятии в форме ответов на вопросы к зачету или тестовых заданий к зачету. Форму зачета (опрос или тестирование) выбирает преподаватель.

Если зачет проводится в форме ответов на вопросы, студенту предлагается один или несколько вопросов из перечня вопросов к зачету. Время на подготовку к ответу не предоставляется.

Если зачет проводится в форме тестовых заданий к зачету, тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения или компьютерной программы ТЕСТ. На тестирование отводится 15-40 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 15-30 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 3 или 4. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается такое количество баллов, чтобы максимально выходило 100. Шкала перевода: 90-100 баллов-"отлично"(5), 75-89 баллов - "хорошо"(4), 60-74 баллов - "удовлетворительно"(3), ниже 60 баллов - "неудовлетворительно"(2).