

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 30.08.2023 22:49:34  
Уникальный программный ключ:  
2539477a8ecf706d9eff164bc411eb6d7c4ab06

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра электротехники, физики и математики**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ С ОСНОВАМИ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И  
ПОЛЗУЧЕСТИ»**  
(наименование дисциплины)

Специальность	<b>08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений</b> (код и наименование направления подготовки)
Специализация	<b>Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений</b> (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	<b>Инженер-строитель</b>
Форма обучения	<b>очная и заочная</b>

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Автор(ы) Кульпина Т. А., канд.ф.-м.н., доцент

Программа одобрена на заседании кафедры электротехники, физики и математики.

(протокол №\_10\_\_).

# 1. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (Цели освоения дисциплины)

1.1. Целями освоения дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» являются:

- овладение основами теории упругости и основными методами , необходимыми для применения в профессиональной деятельности и для изучения смежных дисциплин,
- повышение уровня математической культуры, развитие мышления,
- овладение современным математическим аппаратом, необходимым для изучения естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин,
- формирование систематических знаний в области теории упругости решения задач, носящих прикладной характер ,
- формирование личности студента, как специалиста инженера-строителя, изучение основных понятий, моделей и методов решения задач теории упругости, а также ознакомление со свойствами реальных материалов и основными методами расчета конструкций с учетом пластичности и ползучести.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОК-1	Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<ul style="list-style-type: none"> <li>- предмет, задачи и структуру предмета «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»;</li> <li>-основные задачи теории упругости;</li> <li>-основные задачи теории пластичности и ползучести</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи, как иллюстрирующие теоретические положения, так и носящие прикладной характер;</li> <li>- находить решение задачи или доказательство теоремы;</li> <li>- приводить примеры и контрпримеры к основным определениям и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками решения вычислительных задач;</li> <li>- навыками решения задач на доказательство;</li> <li>- навыками доказательства основных теорем;</li> <li>- навыками поиска решения задач или доказательства теорем;</li> <li>- математической символикой для выражения количественных и качественных отношений объектов;</li> </ul>

			теоремам курса	- основными приёмами обработки экспериментальных данных
ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	- предмет, задачи и структуру предмета «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»; -основные задачи теории упругости; -основные задачи теории пластичности и ползучести	- решать задачи, как иллюстрирующие теоретические положения, так и носящие прикладной характер;  - находить решение задачи или доказательство теоремы;  - приводить примеры и контрпримеры к основным определениям и теоремам курса	- навыками решения вычислительных задач; - навыками решения задач на доказательство; - навыками доказательства основных теорем; - навыками поиска решения задач или доказательства теорем; - математической символикой для выражения количественных и качественных отношений объектов; - основными приёмами обработки экспериментальных данных

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

В рабочем учебном плане дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» находится в базовой части математического, естественного и общетехнического цикла.

Для прохождения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения следующих дисциплин учебного плана: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Соппротивление материалов». Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» является основой для дальнейшего изучения следующих дисциплин: «Железобетонные и каменные конструкции», «Металлические конструкции», «Основания и фундаменты сооружений» «Теория расчета пластин и оболочек».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям студентов, необходимым при освоении данной дисциплины: знать и владеть основами элементарной математики и геометрии.

### 3. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы – 108 часов, из них

Семестр	Форма обучения	Распределение часов				РГР, КР, КП	Форма контроля
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа		
5	Очная	18		18	72	1,1	Зач.
5	Заочная	2		8	98	1,1	Зач.

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

#### Очная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самост. работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
5 семестр					
Способы задания деформации. Тензор деформации. Геометрический компонент тензора деформаций.	3		3	12	ОК-1 ОК-7
Классификация сил. Поверхностные силы и вектор напряжения. Тензор напряжений. Выражение вектора напряжений через тензор напряжений.	3		3	12	
Свойства тензора напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные значения и главные направления.	3		3	12	
Поверхность напряжений Коши. Максимальное и минимальное касательное	3		3	12	

напряжение. Область изменения нормального и касательного напряжения. Круги Мора. Шаровой тензор напряжений и девиатор.					
Статические задачи. Задача Бельтрами – Мичелла. Динамические задачи теории упругости. Плоские задачи теории упругости. Функция напряжений Эри.	3		3	12	
Основные понятия теории пластичности. Условие пластичности. Критерий пластичности Треска. Поведение материала за пределами текучести. Элементарная теория линий скольжений. Ползучесть и релаксация.	3		3	12	
Зачет				-	
Итоги	18		18	72	

### Заочная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самост. Работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
5 семестр					
Способы задания деформации. Тензор деформации. Геометрический смысл компонент тензора деформаций.	0,5		1	16	ОК-1 ОК-7
Классификация сил. Поверхностные силы и вектор напряжения. Тензор напряжений. Выражение вектора напряжений через	0,5		1	16	

тензор напряжений.					
Свойства тензора напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные значения и главные направления.	0,5		1	16	
Поверхность напряжений Коши. Максимальное и минимальное касательное напряжение. Область изменения нормального и касательного напряжения. Круги Мора. Шаровой тензор напряжений и девиатор.	0,5		1	16	
Статические задачи. Задача Бельтрами – Мичелла. Динамические задачи теории упругости. Плоские задачи теории упругости. Функция напряжений Эри.	1		1	16	
Основные понятия теории пластичности. Условие пластичности. Критерий пластичности Треска. Поведение материала за пределами текучести. Элементарная теория линий скольжений. Ползучесть и релаксация.	1		1	14	
Зачет				4	
Итоги	4		6	98	

## 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование

следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

1. Педагогические технологии это игровые технологии, дискуссии и «Деловые игры»;
2. Научно-исследовательские методы в обучении: подготовка к участию в конференциях, конкурсах и грантах;
3. Информационно – коммуникационные технологии: на лекциях используется мультимедийное оборудование, материал в формате презентаций, видеоматериал.

По дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» доля занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 25 % от общего числа аудиторных занятий:

#### Очная форма обучения

Вид занятия	Тема занятия	Количество часов	Интерактивная форма	Формируемые компетенции (код)
Лекция	Свойства тензора напряжений. Инварианты тензора напряжений.	2	Лекция дискуссия	ОК-1 ОК-7
Лекция	Поверхность напряжений Коши. Максимальное и минимальное касательное напряжение.	2	Лекция дискуссия	ОК-1 ОК-7
Лекция	Статические задачи. Задача Бельтрами – Мичелла.	2	Лекция презентация	ОК-1 ОК-7
Практическое занятие	Способы задания деформации. Тензор деформации.	2	Разбор конкретных ситуаций	ОК-1 ОК-7
Практическое занятие	Свойства тензора напряжений.	2	Презентации, творческие задания	ОК-1 ОК-7

#### Заочная форма обучения

Вид занятия	Тема занятия	Количество часов	Интерактивная форма	Формируемые компетенции (код)
Лекция	Классификация сил. Поверхностные силы и вектор напряжения. Тензор напряжений. Выражение вектора напряжений через тензор напряжений.	1	Лекция дискуссия	ОК-1 ОК-7

Практическое занятие	Свойства тензора напряжений.	2	Разбор конкретных ситуаций	ОК-1 ОК-7
----------------------	------------------------------	---	----------------------------	--------------

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Темы для самостоятельной работы

1. Кручения стержня эллипсоидального сечения.
2. Кручение полого стержня.
3. Кручение стержня квадратного сечения.
4. Деформация эллипсоидального отверстия в плоском упругом листе.
5. Деформация полой сферы под внутренним давлением.
6. Применение аналитических функций от комплексных переменных.
7. Приближенные методы для решения задач теории упругости.
8. Изгиб пластинок.

Тестовые задания

*Задача 1.* Для заданного тензора напряжений

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 3 & 5 \\ 2 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

найти вектор напряжения  $\mathbf{p} = (p_1, p_2, p_3)$  на площадку с нормалью

$$\mathbf{n} = \left( \frac{1}{\sqrt{14}}, \frac{2}{\sqrt{14}}, \frac{3}{\sqrt{14}} \right).$$

Выбрать правильный ответ:

$$1) \mathbf{p} = \left( \frac{1}{\sqrt{14}}, \frac{1}{\sqrt{14}}, \frac{1}{\sqrt{14}} \right); 2) \mathbf{p} = \left( \frac{7}{\sqrt{14}}, \frac{21}{\sqrt{14}}, \frac{15}{\sqrt{14}} \right); 3)$$

$$\mathbf{p} = \left( \frac{7}{\sqrt{14}}, \frac{2}{\sqrt{14}}, \frac{5}{\sqrt{14}} \right)$$

*Задача 2.* В некоторой точке задан тензор напряжений

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Точка находится на плоскости  $3x_1 + 4x_2 - 5 = 0$ . Найти нормальное напряжение.

Выбрать правильный ответ:

1)  $\sigma_n = \frac{21}{25}$ , 2)  $\sigma_n = \frac{31}{25}$ , 3)  $\sigma_n = \frac{41}{25}$

*Задача 3.* Новые оси координат повернуты около оси  $x_3$  на угол  $\beta = \pi / 4$ .  
Найти компоненты тензора, приведенного в предыдущей задаче, в новых осях  $x'_1, x'_2, x'_3$ .

Выбрать правильный ответ:

1)  $(\sigma'_{i,k}) = \begin{pmatrix} 3/2 & 1/2 & \sqrt{2}/2 \\ 1/2 & 3/2 & \sqrt{2}/2 \\ \sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 1 \end{pmatrix};$

2)  $(\sigma'_{i,k}) = \begin{pmatrix} 3/2 & 1/2 & 3/2 \\ 1/2 & 3/2 & \sqrt{2}/2 \\ 3/2 & \sqrt{2}/2 & 1 \end{pmatrix};$

3)  $(\sigma'_{i,k}) = \begin{pmatrix} 3/2 & 1/2 & 3\sqrt{2}/2 \\ 1/2 & 3/2 & \sqrt{2}/2 \\ 3\sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 1 \end{pmatrix}.$

*Задача 4.* В некоторой точке задан тензор напряжений

$$\sigma = \begin{pmatrix} 2.5 & -0.5 & 0 \\ -0.5 & 2.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Найти главные напряжения

Выбрать правильный ответ.

1)  $\sigma_1 = 3, \sigma_2 = 2, \sigma_3 = 1;$

2)  $\sigma_1 = 1, \sigma_2 = 2, \sigma_3 = 2;$

3)  $\sigma_1 = 4, \sigma_2 = 3, \sigma_3 = 2.$

*Задача 5.* Найти максимальное касательное напряжение для тензора

напряжений  $\sigma = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}.$

Выбрать правильный ответ.

1)  $\tau_{\max} = 1$ ; 2)  $\tau_{\max} = 2$ ; 3)  $\tau_{\max} = 3$ .

*Задача 6.* Без учета массовых сил найти коэффициент  $a$  в тензоре напряжений

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{pmatrix} x_1 x_2 & x_2^2 & a x_2 x_3 \\ x_2^2 & x_2 & -x_3 \\ a x_2 x_3 & -x_3 & 1 \end{pmatrix}.$$

Выбрать правильный ответ

1)  $a = -3$ ; 2)  $a = 3$ ; 3)  $a = 2$ .

*Задача 7.* Дано поле перемещений  $\mathbf{u} = x_1 \mathbf{e}_1 + x_2 \mathbf{e}_2 + x_2 x_3 \mathbf{e}_3$ . Найти деформацию шара радиуса  $a$  с центром в начале координат.

Выбрать правильный ответ

1)  $\frac{x_1^2}{4} + \frac{x_2^2}{(2+x_2^2)} + \frac{x_3^2}{4} = a^2$ ;

2)  $\frac{x_1^2}{2} + \frac{x_2^2}{(2+x_2^2)} + \frac{x_3^2}{2} = a^2$ ;

3)  $\frac{x_1^2}{4} + \frac{x_2^2}{4} + \frac{4x_3^2}{(2+x_2)^2} = a^2$ .

*Задача 8.* Задан вектор перемещения  $\mathbf{u} = 6x_1 x_2 \mathbf{e}_1 + 4x_2 x_3 \mathbf{e}_2 + 2x_3 x_1 \mathbf{e}_3$ . Найти тензор деформаций в точке  $M(1, 2, 1)$ .

Выбрать правильный ответ

1)  $\boldsymbol{\varepsilon}(1,2,3) = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \\ 4 & 1 & 4 \end{pmatrix}$ ; 2)  $\boldsymbol{\varepsilon}(1,2,1) = \begin{pmatrix} 12 & 3 & 1 \\ 3 & 4 & 4 \\ 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$ ; 3)  $\boldsymbol{\varepsilon}(1,2,3) = \begin{pmatrix} 12 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 1 \\ 4 & 1 & 8 \end{pmatrix}$ .

*Задача 9.* Задан тензор деформаций

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{pmatrix} a x_1 x_2^2 & x_1^2 x_2 & x_1 x_3^2 \\ x_1^2 x_2 & 2 x_2 x_3^2 & x_3 x_2^2 \\ x_1 x_3^2 & x_3 x_2^2 & 2 x_3 x_1^2 \end{pmatrix}.$$

Найти множитель  $a$  из условий совместности Сен-Венана.

Выбрать правильный ответ

- 1)  $a = -3$ ; 2)  $a = 3$ ; 3)  $a = 2$ .

Задача 10. Задан тензор деформаций  $\varepsilon = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ . Найти главные деформации в точке  $M(1, 1, 1)$ .

Выбрать правильный ответ

- 1)  $\varepsilon_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix}$ ; 2)  $\varepsilon_0 = \begin{pmatrix} 4 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$ ; 3)  $\varepsilon_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -4 \end{pmatrix}$ .

Задача 11. Найти угол закручивания стальной трубы длиной  $L = 4$  м; внутренний и внешний диаметры равны  $D_0 = 40$  мм и  $D = 70$  мм, соответственно. Момент закручивания  $M = 100$  кгм, среднее значение модуля сдвига  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа.

Выбрать правильный ответ

- 1)  $1^\circ 20'$ ; 2)  $1^\circ 35'$ ; 3)  $1^\circ 40'$ .

Задача 12. Сплошной вал круглого сечения имеет диаметр 30 мм. Рассчитать трубу из того же материала с внешним диаметром 36 мм, которая бы имела тот же угол закручивания при одинаковых моментах закручивания.

Выбрать правильный ответ

- 1) 31 мм; 2) 31.5 мм; 3) 32.

Задача 13. Найти параметр  $a$  при котором функция  $\varphi = ax_1^2 x_2^3 + x_2^5$  является функцией напряжений Эри.

Выбрать правильный ответ

- 1) -2; 2) -5; 3) 5.

Задача 14. К стержню квадратного сечения со стороной  $a = 1.5$  см подвешен груз  $P$ . Найти предельный груз, который может выдержать стержень, если предельное касательное напряжение равно  $k = 60$  МПа.

Выбрать правильный ответ

- 1)  $P = 13500$  н; 2)  $P = 13000$  н; 3)  $P = 12500$  н.

*Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.* Самостоятельная работа над учебным материалом является составной частью обучения студента. По математическим курсам она складывается из чтения конспекта лекций и учебника, решения практических задач, самопроверки и выполнения контрольных заданий. Кроме этого, студент может обращаться с вопросами к преподавателю для получения устной или письменной консультации. Завершающим этапом изучения каждого из математических курсов (или отдельных частей общего курса высшей математики) является сдача зачёта или экзамена в соответствии с учебным планом.

С целью обеспечения выполнения учебного плана студентами, обучающимися индивидуально и по заочной форме обучения, а также в случаях возникновения задолженностей по дисциплине, созданы условия их ликвидации. Для обучающихся этих категорий разработаны индивидуальные задания для самостоятельного выполнения, которые представлены на сайте института <http://sdo.polytech21.ru/>. В течение учебного года на кафедре проводятся консультации согласно графику консультаций в «День заочника», с помощью электронной почты кафедры и преподавателей, а также через систему дистанционного обучения <http://sdo.polytech21.ru/>.

В соответствии с учебным планом специальности студент заочного отделения выполняет контрольную работу.

К выполнению работы следует приступать только после изучения соответствующего теоретического материала курса по учебнику и ознакомления с методическими указаниями.

Выполняя контрольную работу, студент должен придерживаться указанных ниже правил.

1 Контрольная работа пишется по варианту, номер которого определяется по двум последним цифрам  $p$  и  $q$  номера зачетной книжки студента (например: номеру зачетной книжки студента №123456 соответствует 56 вариант, где  $p=5$  и  $q=6$ ). При решении заданий своего варианта студенту необходимо заменить  $p$  и  $q$  соответствующими цифрами. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается.

2 Контрольная работа оформляется в тетради, в которой оставляются поля для замечаний рецензента. На обложке тетради необходимо поместить название предмета, номер зачетной книжки, вариант контрольной работы, заголовок работы, в котором указываются фамилия и инициалы студента, профиль подготовки, фамилия и инициалы преподавателя, ведущего данный предмет.

3 Решение задач следует располагать в порядке номеров, указанных в заданиях, сохраняя номера задач. Перед решением каждой задачи нужно выписать полностью ее условие. Решение задач нужно излагать подробно и аккуратно, объясняя все действия и делая необходимые построения и расчеты.

4 Выполненная студентом контрольная работа предоставляется на проверку не позднее, чем за две недели до начала сессии. При допуске

контрольной работы к защите работа студенту не возвращается. В противном случае работа возвращается на доработку.

5 После получения отрецензированной работы студент должен исправить в этой же тетради все отмеченные ошибки и недочеты.

6 Студент, не сдавший контрольную работу в срок, не допускается до экзамена.

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на разных уровнях сформированности:

Код, наименование компетенции	Уровень сформированности компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания	Оценивание компетенции	Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции
ОК-1 Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Пороговый уровень	<p><b>знать:</b> Недостаточно владеет математическими знаниями, недостаточно знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса.</p> <p><b>уметь:</b> не всегда может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть:</b> недостаточно владеет навыками решения задач и доказательства положений</p>	удовлетворительно/ зачтено	Опрос, тест, индивидуальное (творческое) задание, рефераты (доклады), Зачет
	Продвинутый уровень	<p><b>знать:</b> Достаточно хорошо владеет знаниями по предмету, знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса.</p> <p><b>уметь:</b> Почти всегда может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений</p>	хорошо/ зачтено	Опрос, тест, индивидуальное (творческое) задание, рефераты (доклады), Зачет

	Высокий уровень	<p><b>знать:</b> В полной мере владеет знаниями по предмету, отлично знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса.</p> <p><b>уметь:</b> Безупречно может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений</p>	отлично/ зачтено	Опрос, тест, индивидуальное (творческое) задание, рефераты (доклады), Зачет
ОК-7 Способностью к самоорганизации и самообразованию	Пороговый уровень	<p><b>знать:</b> Недостаточно владеет математическими знаниями, недостаточно знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса.</p> <p><b>уметь:</b> не всегда может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть:</b> недостаточно владеет навыками решения задач и доказательства положений</p>	удовлет ворител ьно/ зачтено	Опрос, тест, индивидуальное (творческое) задание, рефераты (доклады), зачет
	Продвинутый уровень	<p><b>знать:</b> Достаточно хорошо владеет знаниями по предмету, знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса.</p> <p><b>уметь:</b> Почти всегда может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений</p>	хорошо/ зачтено	Опрос, тест, индивидуальное (творческое) задание, рефераты (доклады), зачет
	Высокий уровень	<p><b>знать:</b> В полной мере владеет знаниями по предмету, отлично знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса.</p> <p><b>уметь:</b> Безупречно может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений</p>	отлично/ зачтено	Опрос, тест, индивидуальное (творческое) задание, рефераты (доклады), Зачет

### Вопросы для подготовки к зачету

1. Деформация сплошной среды. Способы задания деформации. Вектор перемещения.
2. Тензор деформации и его выражение через вектор перемещения.
3. Геометрический смысл компонент тензора деформаций.
4. Деформация малого объема. Инварианты тензора деформаций.
5. Уравнение неразрывности в Логранжевых и Эйлеровых координатах.

6. Напряженное состояние. Классификация сил. Массовые и поверхностные силы.
7. Тензор напряжений. Выражение вектора напряжений через тензор напряжений.
8. Сохранение момента всех сил и свойства компонент тензора.
9. Главные значения и направления тензора напряжений. Инварианты тензора напряжений.
10. Поверхность напряжений Коши.
11. Максимальное и минимальное касательное напряжения.
12. Область изменения нормального и касательного напряжения. Круги Мора.
13. Шаровый тензор напряжений и девиатор.
14. Изотропная линейно – упругая среда. Связь между тензорами напряжений и деформаций.
15. Обобщенный закон Гука.
16. Линейная термоупругость.
17. Постановка статических и динамических задач теории упругости.
18. Плоские задачи теории упругости. Функция напряжений Эри.
19. Уравнение Навье.
20. Уравнение Бельтрами – Мичелла.
21. Основные положения пластичности.
22. Условие пластичности. Критерий пластичности Треска.
23. Поведение материала за пределами текучести.
24. Элементарная теория линий скольжения.
25. Ползучесть и релаксация.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### *а) основная литература*

Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учебник для вузов / Н. Н. Малинин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 402 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05330-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515109>

Малинин, Н. Н. Ползучесть в обработке металлов : учебное пособие для вузов / Н. Н. Малинин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 221 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05332-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473034>

### *б) дополнительная литература*

Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), как на территории филиала, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда – совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, обеспечивающих освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает:

а) доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;

б) формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;

в) фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы бакалавриата;

г) проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

д) взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

Основными составляющими ЭИОС филиала являются:

а) сайт института в сети Интернет, расположенный по адресу [www.polytech21.ru](http://www.polytech21.ru), <https://chebpolytech.ru/> который обеспечивает:

- доступ обучающихся к учебным планам, рабочим программам дисциплин, практик, к изданиям электронных библиотечных систем, электронным информационным и образовательным ресурсам, указанных в рабочих программах (разделы сайта «Сведения об образовательной организации»);

- информирование обучающихся обо всех изменениях учебного процесса (новостная лента сайта, лента анонсов);

- взаимодействие между участниками образовательного процесса (подразделы сайта «Задать вопрос директору»);

б) официальные электронные адреса подразделений и сотрудников института с Яндекс-доменом @polytech21.ru (список контактных данных подразделений Филиала размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Контакты», списки контактных официальных электронных данных преподавателей размещены в подразделах «Кафедры») обеспечивают взаимодействие между участниками образовательного процесса;

в) личный кабинет обучающегося (портфолио) (вход в личный кабинет размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Студенту» подразделе «Электронная информационно-образовательная среда») включает в себя портфолио студента, электронные ведомости, рейтинг студентов и обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися,

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе с сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы,

г) электронные библиотеки, включающие электронные каталоги, полнотекстовые документы и обеспечивающие доступ к учебно-методическим материалам, выпускным квалификационным работам и т.д.:

Чебоксарского института (филиала) - «ИРБИС»

д) электронно-библиотечные системы (ЭБС), включающие электронный каталог и полнотекстовые документы:

- «ЛАНЬ» -[www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)

- Образовательная платформа Юрайт -<https://urait.ru>

е) платформа цифрового образования Политеха - <https://lms.mospolytech.ru/>

ж) система «Антиплагиат» -<https://www.antiplagiat.ru/>

з) система электронного документооборота DIRECTUM Standard — обеспечивает документооборот между Филиалом и Университетом;

и) система «1С Управление ВУЗом Электронный деканат» (Московский политехнический университет) обеспечивает фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися;

к) система «POLYTECH systems» обеспечивает информационное, документальное автоматизированное сопровождение образовательного процесса;

л) система «Абитуриент» обеспечивает документальное автоматизированное сопровождение работы приемной комиссии.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение учебной дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» предполагает овладение материалами лекций, учебников, творческую работу студентов в ходе проведения практических занятий, а также систематическое выполнение упражнений, тестовых и иных заданий для самостоятельной работы студентов.

### *1. Подготовка к лекциям.*

Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса. Она знакомит с новым учебным материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для понимания, систематизирует учебный материал, ориентирует в учебном процессе. Для того чтобы лекция для студента была продуктивной, к ней надо готовиться. Подготовка к лекции заключается в следующем:

- узнайте тему лекции (по тематическому плану, по информации лектора),
- прочитайте учебный материал по учебнику и учебным пособиям,
- уясните место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
- выпишите основные термины,
- ответьте на контрольные вопросы по теме лекции,
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными,
- запишите вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

### *2. Рекомендации по подготовке к практическому занятию.*

1. Чтение конспекта лекций и учебника должно сопровождаться практическим решением и исследованием математических задач на основании теоретических положений дисциплины, для чего рекомендуется завести специальную тетрадь. Если студент видит несколько путей для решения задачи, то он должен сравнить их и выбрать из них самый удобный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения. Решения задач и примеров следует излагать подробно, обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Ошибочные записи следует не стирать и не замазывать, а зачеркивать. В промежуточных вычислениях не следует вводить приближенные значения корней, логарифмов, числа и т.п. Чертежи можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями и указанием масштаба. Если чертеж требует особо тщательного выполнения, например, при графической проверке решения, полученного путём вычислений, то следует пользоваться линейкой, транспортиром и лекалом.

2. Решение каждого задания должно доводиться до окончательного ответа, которого требует условие, и, по возможности, в общем виде с выводом формулы. Затем в полученную формулу подставляют числовые значения (если таковые даны) входящих в нее букв.

3. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи. Если, например, решалась задача с конкретным физическим, геометрическим или экономическим содержанием, то полезно прежде всего проверить размерность полученного ответа. Полезно также, если возможно, решить задачу несколькими способами и сравнить полученные результаты.

4. Решение задач определенного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении. Однако следует предостеречь от весьма распространенной ошибки, заключающейся в том, что благополучное решение задач воспринимается студентом как признак хорошего усвоения теории. Правильное решение задачи часто получается в результате применения механически заученных формул и указаний по их использованию без понимания сущности. Можно сказать, что умение решать задачи является необходимым, но явно недостаточным условием хорошего знания теории.

5. Если при решении практических задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, он может обратиться к преподавателю для получения от него указаний в виде письменной или устной консультаций. В своих запросах студент должен точно указывать, в чем он испытывает затруднение при решении задачи, каков характер этого затруднения, привести предполагаемый план решения. За консультацией следует обращаться и в случаях, если возникнут сомнения в правильности ответов решаемых задач или в правильности ответов на вопросы для самопроверки.

*3. Рекомендации по подготовке к промежуточной аттестации (зачёту, экзамену)*

На зачетах выясняется прежде всего отчётливое знание теоретических вопросов программы курса. Определения, теоремы и правила должны формулироваться логически верно, ясно и аргументировано как в письменном изложении, так и устно. Выводы формул, их обоснования и анализ должны прodelываться с пониманием существа вопроса, без ошибок и уверенно. Только при выполнении этих условий знания могут быть признаны удовлетворяющими требованиями, формирующим компетенции.

При подготовке к зачету теоретический материал рекомендуется учить по конспекту лекций, прорабатывая его не менее трех раз.

Чтение учебника. При первом чтении конспекта необходимо, не заучивая текста лекций, прodelывать на бумаге все вычисления, воспроизводя имеющиеся чертежи. Одновременно следует выписывать определения, формулировки теорем, формулы и уравнения на отдельные листы. При втором чтении конспекта заучивается текст лекций с выполнением уже разобранных вычислений и чертежей и сверкой определений, формулировок теорем, формул и определений с записанными ранее на отдельных листах. При третьем чтении содержание экзаменационных вопросов воспроизводится по памяти, с уточнением по конспекту при необходимости в этом.

После трех проработок заучиваются наизусть определения, формулировки теорем, формулы и уравнения, записанные на отдельных листах, до их безошибочного воспроизведения в устной или письменной форме, так как они и должны составлять прочный набор остаточных знаний, необходимых для дальнейшего изучения математических дисциплин.

Рекомендуемая система подготовки к сдаче экзамена по математическим дисциплинам проверена и подтверждается многолетней практикой и дает весьма успешные результаты. Утром, в день экзамена, записанные на

отдельных листах определения, формулировки теорем, формулы и уравнения необходимо еще раз воспроизвести по памяти в устной или письменной форме для обретения чувства уверенности.

### 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1076 (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 60) - Лекционная Кабинет математических дисциплин	<p>Стол - 26шт.            Стулья - 47шт.            Системный блок - 1шт.            Монитор Samsung - 1шт.            Клавиатура Genius - 1шт.            Мышь Genius - 1шт.            Проектор BENQ - 1шт.            Экран - 1шт.            Доска учебная - 2шт.            Плакаты с цитатами и формулами - 2шт.            Портреты ученых - 4шт.</p>	<p>Антивирус Касперского (150-249 Node 2 year, договор от 09.11.2016            Windows 7 OLPNLAcdmc (Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16</p> <p>Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License,Номер лицензии-42661846от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16</p> <p>Гарант(Договор от 13.04.2017 № Г-220/2017)            Консультант (Договор от 09.01.2017)</p>
103а (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 54) - Кабинет самостоятельной работы	<p>Стол - 7шт.            Стулья - 7шт.            Системный блок - 7шт.            Монитор Acer - 2шт.            Монитор Samsung - 2шт.            Монитор Asus - 1шт.            Монитор Benq - 2шт.            Клавиатура Oklick - 6шт.            Клавиатура Logitech - 1шт.            Мышь Genius - 4шт.            Мышь A4Tech - 3шт.            Картина - 2шт.            Наушник - 1компл.</p>	<p>Антивирус Касперского (150-249 Node 2 year, договор от 09.11.2016            Windows 7 OLPNLAcdmc (Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16</p> <p>Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License,Номер лицензии-42661846от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16</p> <p>Microsoft Office 2010 Acdmc(Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16</p> <p>Гарант (Договор от 13.04.2017 № Г-220/2017)            Консультант (Договор от 09.01.2017)</p>
210 б (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 60) - Помещение для хранения и профилактического обслуживания	Стеллаж - 2шт.	

учебного оборудования		
-----------------------	--	--

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

---

Кафедра электротехники, физики и математики



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ С ОСНОВАМИ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И  
ПОЛЗУЧЕСТИ»**  
(наименование дисциплины)

Специальность	<b>08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений</b> (код и наименование направления подготовки)
Специализация	<b>Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений</b> (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	<b>Инженер-строитель</b>
Форма обучения	<b>очная и заочная</b>

ФОС составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.05.01 и является приложением к «Рабочей программе дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести».

Автор(ы) Кульпина Т. А., канд.ф.-м.н., доцент

Программа одобрена на заседании кафедры электротехники, физики и математики.

(протокол №\_10\_от 12.05.2017\_).

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (согласно РПД)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Способы задания деформации. Тензор деформации. Геометрический смысл компонент тензора деформаций.	ОК-1 ОК-7	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
2.	Классификация сил. Поверхностные силы и вектор напряжения. Тензор напряжений. Выражение вектора напряжений через тензор напряжений.	ОК-1 ОК-7	Опрос, индивидуальное задание, тест, зачет
3.	Свойства тензора напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные значения и главные направления.	ОК-1 ОК-7	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
4.	Поверхность напряжений Коши. Максимальное и минимальное касательное напряжение. Область изменения нормального и касательного напряжения. Круги Мора. Шаровой тензор напряжений и девиатор.	ОК-1 ОК-7	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
5.	Статические задачи. Задача Бельтрами – Мичелла. Динамические задачи теории упругости. Плоские задачи теории упругости. Функция напряжений Эри.	ОК-1 ОК-7	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
6.	Основные понятия теории пластичности. Условие пластичности. Критерий пластичности Треска. Поведение материала за пределами текучести. Элементарная теория линий скольжений. Ползучесть и релаксация.	ОК-1 ОК-7	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИИ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ С ОПИСАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ

Код, наименование компетенции	Уровень сформированности компетенции	Технология формирования компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания	Оценивание компетенции	Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции
ОК-1 Способностью к абстрактному мышлению, анализу и синтезу	Пороговый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<p><b>знать:</b> Недостаточно владеет математическими знаниями, недостаточно знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести.</p> <p><b>уметь:</b> не всегда может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть навыками:</b> недостаточно владеет навыками решения задач и доказательства положений</p>	удовлетворительно	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
	Продвинутый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<p><b>знать:</b> Достаточно хорошо владеет математическими знаниями, знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести.</p> <p><b>уметь:</b> Почти всегда может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть навыками:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений</p>	хорошо	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
	Высокий уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<p><b>знать:</b> В полной мере владеет математическими знаниями, отлично знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести.</p> <p><b>уметь:</b> Безупречно может решать задачи и доказывать теоремы.</p> <p><b>владеть навыками:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений</p>	отлично	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет

ОК - 7 Способностью к самоорганизации и самообразованию	Пороговый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>знать:</b> Недостаточно владеет математическими знаниями, недостаточно знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести. <b>уметь:</b> не всегда может решать задачи и доказывать теоремы. <b>владеть навыками:</b> недостаточно владеет навыками решения задач и доказательства положений	удовлетворительно	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
	Продвинутый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>знать:</b> Достаточно хорошо владеет математическими знаниями, знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести. <b>уметь:</b> Почти всегда может решать задачи и доказывать теоремы. <b>владеть навыками:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений	хорошо	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет
	Высокий уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>знать:</b> В полной мере владеет математическими знаниями, отлично знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести <b>уметь:</b> Безупречно может решать задачи и доказывать теоремы. <b>владеть навыками:</b> Владеет навыками решения задач и доказательствами положений	отлично	Опрос, индивидуальное задание, реферат, тест, зачет

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

#### 3.1. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) ДЛЯ ОПРОСА НА ЗАНЯТИЯХ

Тема (раздел)	Вопросы
---------------	---------

Способы задания деформации. Тензор деформации. Геометрический смысл компонент тензора деформаций	-Опишите функцию Эри, ее применение -суть вычислительной погрешности -основные положения теории упругости пластин
Классификация сил. Поверхностные силы и вектор напряжения. Тензор напряжений. Выражение вектора напряжений через тензор напряжений.	-Классификация плит - Прямоугольные изотропные плиты - Бигармоническое уравнение -Балочные плиты
Свойства тензора напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные значения и главные направления.	- Метод простой итерации -Виды напряженного состояния оболочек. Примеры.
Поверхность напряжений Коши. Максимальное и минимальное касательное напряжение. Область изменения нормального и касательного напряжения. Круги Мора. Шаровой тензор напряжений и девиатор.	-Уравнение Лапласа -Статистические и кинематические допущения
Статические задачи. Задача Бельтрами – Мичелла. Динамические задачи теории упругости. Плоские задачи теории упругости. Функция напряжений Эри.	-Уравнение Лапласа -Статистические и кинематические допущения - Ряды Фурье в расчете оболочек
Основные понятия теории пластичности. Условие пластичности. Критерий пластичности Треска. Поведение материала за пределами текучести. Элементарная теория линий скольжений. Ползучесть и релаксация.	-Применение МКЭ к расчету плит и оболочек -краевая задача -Алгоритм расчета плит

### **3.2. ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ (ДОКЛАДОВ), САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

1. Основные понятия теории тонких оболочек: срединная поверхность, нормальное сечение радиус кривизны, кривизна, главное сечение, главная кривизна. Линия кривизны, свойства линий кривизны. Гауссова кривизна. Классификация оболочек по гауссовой кривизне.
2. Виды напряженного состояния оболочек: моментная, безмоментная, полубезмоментная. Гипотезы и допущения, используемые при расчетах.

Определение геометрических параметров оболочек различных типов: сферической, цилиндрической и др.

3. Основы безмоментной теории оболочек. Расчет оболочек вращения на осесимметричную нагрузку.

4. Основы безмоментной теории оболочек. Уравнение Лапласа. Равновесие отделенной части оболочки для определения меридиональных усилий. Расчет оболочек вращения на осесимметричную нагрузку.

5. Расчет складки по полубезмоментной теории. Вывод уравнений 1-ой и 2-ой групп. Решение уравнений. Расчет складки по полубезмоментной теории В. З. Власова. Статические и кинематические допущения.

6. Образование основной системы смешанного метода. Вывод уравнений 1-ой и 2-ой группы. Геометрический и механический смысл уравнений и коэффициентов. Преобразование и решение разрешающих уравнений.

7. Общая моментная теория оболочек вращения. Применение рядов Фурье к расчёту оболочек вращения по моментной теории.

Метод сеток в приложении к расчету пластин и оболочек. Основы метода

### **3.3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ, КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)**

С целью обеспечения выполнения учебного плана студентами, обучающимися индивидуально и по заочной форме обучения, а также в случаях возникновения задолженностей по дисциплине, созданы условия их ликвидации. Для обучающихся этих категорий разработаны индивидуальные задания для самостоятельного выполнения, которые представлены на сайте института <http://sdo.polytech21.ru/>. В течение учебного года на кафедре проводятся консультации согласно графику консультаций в «День заочника», с помощью электронной почты кафедры и преподавателей, а также через систему дистанционного обучения <http://sdo.polytech21.ru/>.

В соответствии с учебным планом специальности студент заочного отделения выполняет контрольную работу.

К выполнению работы следует приступать только после изучения соответствующего теоретического материала курса по учебнику и ознакомления с методическими указаниями.

Выполняя контрольную работу, студент должен придерживаться указанных ниже правил.

1 Контрольная работа пишется по варианту, номер которого определяется по двум последним цифрам  $p$  и  $q$  номера зачетной книжки студента (например: номеру зачетной книжки студента №123456 соответствует 56 вариант, где  $p=5$  и  $q=6$ ). При решении заданий своего варианта студенту необходимо заменить  $p$  и  $q$  соответствующими цифрами. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается.

2 Контрольная работа оформляется в тетради, в которой оставляются поля для замечаний рецензента. На обложке тетради необходимо поместить название предмета, номер зачетной книжки, вариант контрольной работы, заголовков работы, в котором указываются фамилия и инициалы студента, профиль подготовки, фамилия и инициалы преподавателя, ведущего данный предмет.

3 Решение задач следует располагать в порядке номеров, указанных в заданиях, сохраняя номера задач. Перед решением каждой задачи нужно выписать полностью ее условие. Решение задач нужно излагать подробно и аккуратно, объясняя все действия и делая необходимые построения и расчеты.

4 Выполненная студентом контрольная работа предоставляется на проверку не позднее, чем за две недели до начала сессии. При допуске контрольной работы к защите работа студенту не возвращается. В противном случае работа возвращается на доработку.

5 После получения отрецензированной работы студент должен исправить в этой же тетради все отмеченные ошибки и недочеты.

6 Студент, не сдавший контрольную работу в срок, не допускается до зачета.

### 3.4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ (ТЕСТ)

#### Тестовые задания

1. Вероятность того, что оба вынутых шара белые, при условии, что в первой урне 4 белых и 1 черный шар, а во второй 2 белых и 3 черных шара, если из каждой урны наудачу вынимают по одному шару, равна

а)  $22/25$ ; б)  $12/25$ ; в)  $3/5$ ; г)  $8/25$ .

2. Вероятность того, что на всех трех бросаемых костях выпадет одинаковое число очков, равна

а)  $1/12$ ; б)  $1/72$ ; в)  $1/6$ ; г)  $1/18$ .

3. В группе 20 студентов. Тогда число способов выбрать среди них старосту и его заместителя, равно ...

а) 380; б) 39; в) 400; г) 210.

4. В черном ящике шесть шаров с номерами 1-6, шары по одному извлекают из ящика, какова вероятность того, что их номера появятся в возрастающем порядке?

а)  $1/1024$ ; б)  $1/120$ ; в)  $1/64$ ; г)  $1/720$ .

5. С первого станка на сборку поступает 60%, со второго – 40 % всех деталей. Среди деталей первого станка 80% стандартных, второго – 70%. Взятая на удачу деталь оказалась стандартной. Тогда вероятность того, что она изготовлена на втором станке, равна...

а)  $7/19$ ; б)  $16/37$ ; в)  $7/25$ ; г)  $12/19$ .

6. Из урны, в которой находятся 6 черных и 4 белых шаров, вынимают одновременно 2 шара. Тогда вероятность того, что оба шара будут черными» равна...

а)  $16/45$ ; б)  $1/3$ ; в)  $4/15$ ; г)  $2/3$ .

7. Два стрелка производят по одному выстрелу. Вероятность попадания в цель для первого и второго стрелков равны  $0,6$  и  $0,9$  соответственно. Тогда вероятность того, что цель будет поражена, равна ,..

а)  $0,54$ ; б)  $0,996$ ; в)  $0,46$ ; г)  $0,96$ .

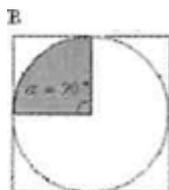
8. Дискретная случайная величина  $X$  задана законом распределения вероятностей.

	2	1	3		6
	1	0	0	1	0

Пусть  $M\{X\}$  - математическое ожидание. Тогда  $10-M(X)$  равно .

а)  $43$ ; б)  $45$ ; в)  $42$ ; г)  $44$ .

9. В квадрат со стороной  $7$  вписан круг.



Тогда вероятность того, что точка, брошенная в квадрат, попадает в выделенный сектор равна...

а)  $\pi/28$ ; б)  $\pi/4$ ; в)  $16/\pi$ ; г)  $\pi/16$ .

10. По мишени производится четыре выстрела. Значение вероятности промаха при первом выстреле  $0,5$ ; при втором -  $0,3$ ; при третьем -  $0,2$ ; при четвертом -  $0,1$ . Тогда вероятность того, что мишень не будет поражена ни разу равна...

а)  $0,003$ ; б)  $0,275$ ; в)  $1,1$ ; г)  $0,03$ .

11. Событие  $A$  может наступить лишь при условии появления одного из двух несовместных событий  $B_1$  и  $B_2$ , образующих полную группу событий. Известны вероятность  $P(A/B_1)=1/2$  и условные вероятности  $P(A/B_2)=1/4$ . Тогда вероятность  $P(A)$  равна...

а)  $1/3$ ; б)  $1/2$ ; в)  $2/3$ ; г)  $3/4$ .

12. Статистическое распределение выборки имеет вид

				0
i				
i				

Тогда относительная частота варианты  $x_1 = 2$  , равна...

а)  $0,2$ ; б)  $0,1$ ; в)  $4$ ; г)  $0,4$ .

13. Мода вариационного ряда  $1,4,4,5,6,8,9$  равна...

а)  $4$ ; б)  $9$ ; в)  $1$ ; г)  $5$ .

14. Точечная оценка математического ожидания нормального распределения равна 10. Тогда его интервальная оценка может иметь вид ...

а) (8,5;11,5); б) (8,4;10); в) (10;10,9); г) (8,6;9,6);

15. Если основная гипотеза имеет вид  $H_0: a=20$ , то конкурирующей может быть гипотеза ...

а)  $H_1: a>20$ ; б)  $H_1: a\leq 20$  в)  $H_1: a\geq 10$ ; г)  $H_1: a\geq 20$

### 3.5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ (ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА)

1. Плоская задача теории упругости. Функция Эри.
2. Классификация плит. Общие термины, обозначения.
3. Теория изгиба тонких плит: основные допущения, бигармоническое уравнение в теории изгиба плит и его решение в частных случаях. Сведение плоской задачи к задаче об изгибе пластинки.
4. Прямоугольные изотропные плиты. Основные уравнения и граничные условия
5. Ребристые плиты. Многопролетные плиты. Балочные плиты.
6. Круглые и кольцевые пластины
7. Плиты на упругом основании. Различные механические модели упругого основания с распределительными свойствами.
8. Применение рядов Фурье в приложении к расчету пластин.
9. Предельное сопротивление пластин.
10. Основные понятия теории тонких оболочек: срединная поверхность, нормальное сечение радиус кривизны, кривизна, главное сечение, главная кривизна. Линия кривизны, свойства линий кривизны. Гауссова кривизна. Классификация оболочек по гауссовой кривизне.
11. Виды напряженного состояния оболочек: моментная, безмоментная, полубезмоментная. Гипотезы и допущения, используемые при расчетах. Определение геометрических параметров оболочек различных типов: сферической, цилиндрической и др.
12. Основы безмоментной теории оболочек. Расчет оболочек вращения на осесимметричную нагрузку.
13. Основы безмоментной теории оболочек. Уравнение Лапласа. Равновесие отделенной части оболочки для определения меридиональных усилий. Расчет оболочек вращения на осесимметричную нагрузку.
14. Расчет складки по полубезмоментной теории. Вывод уравнений 1-ой и 2-ой групп. Решение уравнений. Расчет складки по полубезмоментной теории В. З. Власова. Статические и кинематические допущения.
15. Образование основной системы смешанного метода. Вывод уравнений 1-ой и 2-ой группы. Геометрический и механический смысл уравнений и коэффициентов. Преобразование и решение разрешающих уравнений.

16. Общая моментная теория оболочек вращения. Применение рядов Фурье к расчёту оболочек вращения по моментной теории.
17. Метод сеток в приложении к расчету пластин и оболочек. Основы метода.
18. Применение МКЭ к расчету пластин и оболочек. Конечные элементы, используемые при расчете. Система уравнений для расчета плит МКЭ. Алгоритм расчета плит и оболочек МКЭ в программах для ПЭВМ.

#### **4.МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

##### **4.1.Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования, достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине**

<b>ОК – 1</b> Способностью к абстрактному мышлению, анализу и синтезу				
<b>Этап (уровень)</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>неудовлетворительно</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>Отлично</b>
<b>знать</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: не владеет математическими знаниями, не знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: недостаточно владеет математическими знаниями, недостаточно знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: достаточно хорошо владеет математическими знаниями, знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: в полной мере владеет математическими знаниями, отлично знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести
<b>уметь</b>	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать задачи и доказывать теоремы	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: не всегда может решать задачи и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:

		доказывать теоремы.	почти всегда может решать задачи и доказывать теоремы.	безупречно может решать задачи и доказывать теоремы.
<b>владеть</b>	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками решения задач и доказательства положений	Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения навыками решения задач и доказательства положений	Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет навыками решения задач и доказательствами положений	Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет навыками решения задач и доказательствами положений

### ОК – 7

Способностью к самоорганизации и самообразованию

Этап (уровень)	Критерии оценивания			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
<b>знать</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: не владеет математическими знаниями, не знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: недостаточно владеет математическими знаниями, недостаточно знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: достаточно хорошо владеет математическими знаниями, знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: в полной мере владеет математическими знаниями, отлично знает фундаментальные положения основных понятий в соответствии с программой курса теория упругости с основами теории пластичности и ползучести
<b>уметь</b>	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать задачи и доказывать теоремы	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: не всегда может решать задачи и доказывать теоремы.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: почти всегда может решать	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: безупречно может решать зада-

			задачи и доказывать теоремы.	чи и доказывать теоремы.
<b>владеть</b>	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками решения задач и доказательства положений	Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения навыками решения задач и доказательства положений	Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет навыками решения задач и доказательствами положений	Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет навыками решения задач и доказательствами положений

## 4.2. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

### Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине «Теория расчетов пластин и оболочек», при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачет» или «незачет».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине « Теория расчетов пластин и оболочек»: принимали участие в обсуждении и решении задач на практических занятиях, выполнили практические упражнения из задачника, индивидуальные домашние задания, прошли промежуточный контроль.

Шкала оценивания	Описание
Зачет	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических

	операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачет	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

## ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ рабочей программы дисциплины

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «19» мая 2018 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «18» мая 2019 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «14» мая 2020 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры, протокол №9 от «10» апреля 2021 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечения, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельных работы.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «14» мая 2022 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплины, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры, протокол №6 от «04» марта 2023 г.

Внесены дополнения и изменения в тематике для самостоятельной работы, перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.