

Минобрнауки России
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

"_25_" _____ 05_____ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

Теории упругости и пластичности

Направление подготовки

15.04.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) подготовки

Математическое и компьютерное моделирование

механических систем и процессов

Квалификация выпускника

Магистр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теории упругости и пластичности» - является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

28 Производство машин и оборудования (в сфере повышения надежности и долговечности работы деталей, узлов и механизмов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: обеспечения необходимой динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов, расчетно-экспериментальных работ с элементами научных исследований в области прикладной механики, разработки и проектирования новой техники и технологий).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности проектно-конструкторского типа:

Задачи дисциплины:

- участие в работах по модернизации продукции машиностроения и совершенствованию и оптимизации технологических процессов машиностроительного производства
- проектирование машин и конструкций на основе математического и компьютерного моделирования с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (таблица).

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИД1 _{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов.
			ИД2 _{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
2	ОПК-10	Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	ИД1 _{ОПК-10} – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
			ИД2 _{ОПК-10} – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов.	Знает: основные аналитические методы, лежащие в основе математических моделей машин
	Умеет: использовать аналитические методы для создания математических моделей машин и оборудования
	Владеет: методами математического описания механических явлений с целью создания математических моделей машин и оборудования.
ИД2 _{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	Знает: основные численные методы, лежащие в основе математических моделей машин
	Умеет: использовать численные методы для создания математических моделей машин и оборудования
	Владеет: численными методами для математического описания механических явлений с целью создания математических моделей машин и оборудования.
ИД1 _{ОПК-10} – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Умеет: применять существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Владеет: методами математического описания механических явлений при решении научно-технических задач в области прикладной механики.
ИД2 _{ОПК-10} – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Умеет: разрабатывать новые физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Владеет: методами математического описания механических явлений при решении научно-технических задач в области прикладной механики.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Курс базовой части цикла обязательных дисциплин «Теории упругости и пластичности» базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин: «Соппротивление материалов» (бакалавриат).

Дисциплина "Теории упругости и пластичности" является предшествующей для освоения дисциплины «Динамика и устойчивость конструкций и механических систем», «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет **7** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр	
		1	2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	252	108	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	95,1	34,95	60,15
Лекции	36	17	19
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>		-	-
Практические занятия (ПЗ)	55	17	38
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Консультации текущие	1,8	0,85	0,95
Консультация перед экзаменом	2	-	2
Виды аттестации (зачет. экзамен)	0,3	0,1	0,2
Самостоятельная работа:	123,1	73,05	50,05
Изучение конспекта лекций	18	8	10
Изучение учебников и учебных пособий	61,1	43,05	18,05
Подготовка к аудиторной КР	8	4	4
Выполнение расчетов для ДЗ	36	18	18
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	-	33,8

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1 семестр			
1	Вариационная формулировка задач теории упругости	Основы вариационного исчисления. Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа. Метод Ритца. Принцип Кастильяно.	26
2	Изгиб тонких пластин	Перемещения, деформации и напряжения в пластинах при изгибе. Дифференциальное уравнение изгиба пластины. Внутренние усилия в пластинах при изгибе. Дифференциальные соотношения. Расчет пластин на прочность.	22
3	Основы теории оболочек	Деформации, напряжения и внутренние усилия в тонких оболочках. Пологие оболочки. Деформации, уравнения равновесия, разрешающая система уравнений и потенциальная энергия для пологих оболочек. Безмоментное осесимметричное напряженное состояние оболочек вращения.	28
4	Численные методы решения задач теории упругости	Метод конечных разностей и его применение при решении плоской задачи. Метод конечных элементов. Построение матрицы жесткости конечного элемента. Общая процедура расчета по МКЭ.	31,05
2 семестр			

5	Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования	Физический смысл условия пластичности. Геометрический смысл энергетического условия пластичности. Частные выражения условия пластичности. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Механическая схема деформации. Принцип подобия. Контактное трение при пластическом деформировании. Принцип наименьшего сопротивления. Неравномерность деформаций и дополнительные напряжения.	59
6	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	Анализ операцийковки, объемной и листовой штамповки. Математическое моделирование пластичности при деформировании материалов.	48,05

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ (или С), час	СРО, час
1 семестр				
1	Вариационная формулировка задач теории упругости	4	4	18
2	Изгиб тонких пластин	4	4	14
3	Основы теории оболочек	4	4	20
4	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	5	5	21,05
2 семестр				
5	Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования	9	19	31
6	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	10	19	19,05

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1 семестр			
1	Вариационная формулировка задач теории упругости	Основы вариационного исчисления. Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа. Метод Ритца. Принцип Кастильяно.	4
2	Изгиб тонких пластин	Перемещения, деформации и напряжения в пластинах при изгибе. Дифференциальное уравнение изгиба пластины. Внутренние усилия в пластинах при изгибе. Дифференциальные соотношения. Расчет пластин на прочность.	4
3	Основы теории оболочек	Деформации, напряжения и внутренние усилия в тонких оболочках. Пологие оболочки. Деформации, уравнения равновесия, разрешающая система уравнений и потенциальная энергия для пологих оболочек. Безмоментное осесимметричное напряженное состояние оболочек вращения.	4

4	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	Анализ операций ковки, объемной и листовой штамповки. Математическое моделирование пластичности при деформировании материалов.	5
2 семестр			
5	Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования	Физический смысл условия пластичности. Геометрический смысл энергетического условия пластичности. Частные выражения условия пластичности. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Механическая схема деформации. Принцип подобия. Контактное трение при пластическом деформировании. Принцип наименьшего сопротивления. Неравномерность деформаций и дополнительные напряжения.	19
6	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	Анализ операций ковки, объемной и листовой штамповки. Математическое моделирование пластичности при деформировании материалов	19

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Практические занятия	Трудоемкость, час
1 семестр			
1	Вариационная формулировка задач теории упругости	Определение экстремалей у функционалов. Определение потенциальной энергии упругой деформации. Определение прогибов методом Ритца. Применение принципа Кастильяно к решению задач.	4
2	Изгиб тонких пластин	Расчет эллиптической пластины. Чистый изгиб прямоугольной пластины. Расчет круглых пластин.	4
3	Основы теории оболочек	Расчет цилиндрических, конических и сферических оболочек	4
4	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	Применение МКР в задачах изгиба пластин. Вариационно-разностный метод. Метод Бубнова-Галеркина. Метод Канторовича-Власова.	5
2 семестр			
5	Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования	Механическая схема деформации. Методы определения деформирующих усилий и работ деформации. Оптимизация работы конструкции при сложных деформациях	19
6	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	Осадка. Толстостенная труба под равномерным давлением. Протяжка. Выдавливание. Прошивка. Объемная штамповка в открытых штампах. Скручивание. Гибка. Вытяжка без утонения стенки. Отбортовка. Обжим. Вытяжка с утонением стенки. Вырубка и пробивка..	19

5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, Час
1 семестр			
1	Вариационная формулировка задач теории упругости	Изучение конспекта лекций Изучение учебников и учебных пособий Выполнение расчетов для ДЗ	2 10 6
2	Изгиб тонких пластин	Изучение конспекта лекций Изучение учебников и учебных пособий Подготовка к аудиторной Кр	2 10 2
3	Основы теории оболочек	Изучение конспекта лекций Изучение учебников и учебных пособий Выполнение расчетов для ДЗ Подготовка к аудиторной Кр	2 10 6 2
4	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	Изучение конспекта лекций Изучение учебников и учебных пособий Выполнение расчетов для ДЗ	2 13,05 6
2 семестр			
3	Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования	Изучение конспекта лекций Изучение учебников и учебных пособий Выполнение расчетов для двух ДЗ Подготовка к двум аудиторным Кр	5 10 12 4
4	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	Изучение конспекта лекций Изучение учебников и учебных пособий Выполнение расчетов для ДЗ	5 8,05 6

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Грешнов, В. М. Физико-математическая теория больших необратимых деформаций металлов / В. М. Грешнов. – Москва : Физматлит, 2018. – 230 с. : граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485255>
2. Кузьмин Л.Ю., Сергиенко В.Н., Ломунов В.К. Сопротивление материалов: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. и доп.- СПб : Издательство “Лань”, 2021 . – 228с. <https://reader.lanbook.com/book/168995#2>
3. Константинов, И. Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением : учебник / И. Л. Константинов, С. Б. Сидельников ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2015. – 488 с. : табл., схем., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435694>
4. Павлов П.А., Паршин Л.К., Мельников Б.Е., Шерстнев В.А. Сопротивление материалов: Учебник/ Под ред. Б.Е. Мельникова - 5-е изд., стер. – СПб.: Издательство “Лань”, 2022 . – 556с. <https://reader.lanbook.com/book/206420#2>

6.2 Дополнительная литература

1. Ишлинский, А. Ю. Математическая теория пластичности [Текст] / А. Ю. Ишлинский, Д. Д. Ивлев. - М. : Физматлит, 2003. - 704 с.
2. Темам, Роже. Математические задачи теории пластичности [Текст] / Темам, Роже. ; пер. с фр. А. И. Штерна. - М. : Наука, 1991. - 288 с.
3. Можаровский, Н. С. Пластичность и долговечность элементов машин при различных траекториях нагружения [Текст] / Н. С. Можаровский, К. Н. Рудаков, А. А. Заховайко. - Киев : Выща шк., 1988. - 146 с.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования/ М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. – Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

2. Теории пластичности и ползучести. [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. В. Г. Егоров . – Воронеж: ВГУИТ, 2021. – 9 с. – [ЭИ] Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/102638>.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Используемые информационные технологии:

- текстовый редактор Microsoft Word или LibreOffice (оформление пояснительных записок практических работ и курсового проекта);
- системы автоматизированного проектирования AutoCAD, NanoCAD или КОМПАС, QCAD (выполнение чертежей для практических и домашних работ).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

Ауд. № 124. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Переносное мультимедийное оборудование: проектор View Sonic PJD 5232, экран на штативе DigisKontur-CDSKS-1101, доска 3-х элементная, мел/маркер
Ауд. № 126. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Проектор View Sonic PJD 5232, экран на штативе DigisKontur-CDSKS-1101, ноутбук, лабораторно-испытательное оборудование: металлографический микроскоп Optika XDS-3MET, разрывная машина IP20 2166P-5/500, блок управления ПУ-7 УХЛ 4.2
Ауд. № 127. Учебная аудитория	Машина испытания на растяжение МР-0,5, машина испы-

аудитория для проведения учебных занятий	тания на кручение КМ-50, машина универсальная разрывная УММ-5, машина испытания пружин МИП-100, машина разрывная УГ 20/2, машина испытания на усталость МУИ-6000, копер маятниковый
Ауд. № 227. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Интерактивная доска SMART Board SB660 64, комплект лабораторного оборудования для проведения дисциплины "Детали машин и основы конструирования": машина тарировочная, прибор ТММ105-1, стенды методические
Ауд. № 133. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Переносное мультимедийное оборудование: проектор View Sonic PJD 5232, экран на штативе Di-gisKontur-CDSKS-1101
Ауд. № 127а. Компьютерный класс	Моноблок Гравитон - 12 шт.

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:
Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.
Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- 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;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки-15.04.03 Прикладная механика и профилю подготовки - Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Теории упругости и пластичности

1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования компетенций

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИД1 _{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов.
			ИД2 _{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
2	ОПК-10	Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	ИД1 _{ОПК-10} – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
			ИД2 _{ОПК-10} – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов.	Знает: основные аналитические методы, лежащие в основе математических моделей машин
	Умеет: использовать аналитические методы для создания математических моделей машин и оборудования
	Владеет: методами математического описания механических явлений с целью создания математических моделей машин и оборудования.
ИД2 _{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	Знает: основные численные методы, лежащие в основе математических моделей машин
	Умеет: использовать численные методы для создания математических моделей машин и оборудования
	Владеет: численными методами для математического описания механических явлений с целью создания математических моделей машин и оборудования.
ИД1 _{ОПК-10} – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Умеет: применять существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Владеет: методами математического описания механических явлений при решении научно-технических задач в области прикладной механики.
ИД2 _{ОПК-10} – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Умеет: разрабатывать новые физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
	Владеет: методами математического описания механических явлений при решении научно-технических задач в области прикладной механики.

2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Вариационная формулировка задач теории упругости	ОПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	1-6	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			<i>Контрольная работа</i>	31-40	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			<i>Домашняя контрольная работа</i>	61-70	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			<i>Вопросы к экзамену</i>	101-115	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
2.	Изгиб тонких пластин	ОПК-10	<i>Банк тестовых заданий</i>	16, 25-27	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			<i>Контрольная работа</i>	81-90	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			<i>Домашняя контрольная работа</i>	71-80	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			<i>Вопросы к экзамену</i>	137-149	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
3.	Основы теории оболочек	ОПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	8-9	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			<i>Вопросы к экзамену</i>	116-126	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
4.	Численные методы решения задач теории упругости	ОПК-5	<i>Банк тестовых заданий</i>	10-15	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			<i>Домашняя контрольная работа</i>	71-80	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			<i>Вопросы к экзамену</i>	127-136	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
5.	Условие пластичности и основные предпосылки	ОПК-10	<i>Банк тестовых заданий</i>	17-19, 28, 29	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетвори-

	анализа процессов деформирования				тельно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			<i>Контрольная работа</i>	51-60	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			<i>Домашняя контрольная работа</i>	91-100	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			<i>Вопросы к экзамену</i>	150-160	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
6.	Прикладные задачи теории обработки металлов давлением	ОПК-10	<i>Банк тестовых заданий</i>	20,21,30	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично.
			<i>Вопросы к экзамену</i>	161-172	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

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

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

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, практических занятиях, тестовые задания в виде решения контрольных работ на практических работах и самостоятельно (домашняя контрольная работа) и сдачи курсовой работы по предложенной преподавателем теме. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает экзамен автоматически.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета). Экзамен проводится в виде тестового задания.

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 5 контрольных заданий на проверку навыков;

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче экзамена количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене не учитывается.

3.1 Тесты к экзамену

3.1.1 ОПК- 5 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

(ИД1_{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов)

Номер задания	Тестовое задание
1	<p>Как формулируется гипотеза об идеальной упругости тела?</p> <p>1) идеально упругое твердое тело полностью восстанавливает первоначальные форму и объем после устранения внешних физических воздействий; 2) идеально упругое твердое тело восстанавливает первоначальные форму и объем после устранения внешних физических воздействий; 3) идеально упругое твердое тело полностью восстанавливает первоначальную форму после устранения внешних физических воздействий; 4) идеально упругое твердое тело полностью восстанавливает первоначальный объем после устранения внешних физических воздействий.</p> <p>Ответ: 2</p>
2	<p>Сколько неизвестных величин входят в общем случае в систему уравнений теории упругости?</p> <p>1) 8; 2) 15; 3) 10; 4) 12.</p> <p>Ответ: 2</p>
3	<p>Сколько уравнений входят в систему уравнений плоской задачи теории упругости?</p> <p>1) 10; 2) 12; 3) 8; 4) 6.</p> <p>Ответ: 3</p>
4	<p>Соотношения Коши связывают:</p> <p>1) напряжения и деформации; 2) деформации и перемещения; 3) главные оси 4) напряжения и перемещения</p> <p>Ответ: 2</p>
5	<p>Как записывается уравнение совместности деформаций для плоской задачи теории упругости?</p> <p>1) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}$</p> <p>2) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = 2 \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}$</p> <p>3) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}$</p> <p>4) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y} = 0$</p> <p>Ответ: 4</p>
6	<p>В рамках теории упругости механическое состояние твёрдых тел описывается с помощью (выберите несколько ответов):</p> <p>1) тензора перемещений 2) тензора деформаций; 3) вектора перемещений 4) тензора напряжений</p> <p>Ответ: 2,3,4</p>
7	<p>Уравнения Бельтрами – это уравнения равновесия в:</p> <p>1) напряжениях; 2) деформациях; 3) перемещениях; 4) касательных напряжениях;</p> <p>Ответ: 1</p>
8	<p>Пологой называется оболочка, у которой отношение стрелы подъема к наименьшему линейному размеру в плане не превышает:</p> <p>1) 0,5</p>

	2) 0,3 3) 0,4 4) 0,2 Ответ: 4
9	Оболочки работают главным образом на: 1) изгиб 2) растяжение – сжатие 3) кручение 4) изгиб с кручением Ответ: 2

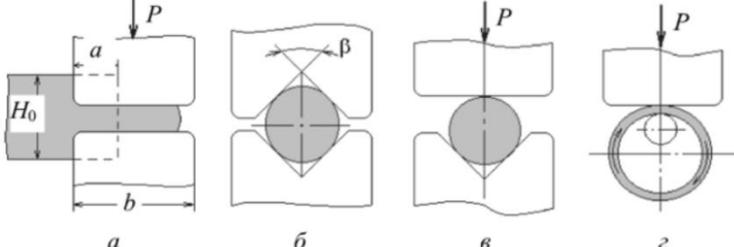
3.1.2 ОПК- 5 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
(ИД2_{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов)

Номер задания	Тестовое задание
10	Для балки прямоугольного сечения нормальное напряжение рассчитывается по формуле $\sigma_x = \frac{M_x}{bh^3/12}$. По какой формуле определяется касательное напряжение в поперечном сечении в условиях равновесия? 1) $\tau_{xy} = \frac{Q}{8J_x}(h^2 - 4y^2)$ 2) $\tau_{xy} = \frac{Q}{2J_x}(h^2 - 4y^2)$ 3) $\tau_{xy} = \frac{Q}{J_x}(h^2 - y^2)$ 4) $\tau_{xy} = \frac{Q}{8J_x}(h^2 - y^2)$ Ответ: 1
11	Как формулируется теорема Лагранжа-Дирихле? 1. Если состояние тела устойчиво, то его полная энергия минимальна 2. Если состояние тела устойчиво, то его полная потенциальная энергия минимальна 3. Если состояние тела устойчиво, то его полная потенциальная энергия принимает экстремальное значение 4. Если состояние тела устойчиво, то его полная потенциальная энергия максимальна Ответ:2
12	Уравнения Ламе – это уравнения равновесия в: 1) напряжениях; 2) деформациях; 3) перемещениях; 4) касательных напряжениях; Ответ:3
13	При использовании полуобратного метода Сен-Венана необходимо задать часть функций: 1) напряжений или перемещений. Далее с помощью уравнений теории упругости устанавливаются зависимости, которым должны удовлетворять оставшиеся функции напряжений и перемещений. 2) напряжений или перемещений. Далее с помощью уравнений равновесия устанавливаются зависимости, которым должны удовлетворять оставшиеся функции напряжений и перемещений. 3) Полуобратный метод заключается в непосредственном интегрировании уравнений теории упругости совместно с заданными условиями на поверхности 4) При использовании полуобратного метода задаются функциями перемещений или напряжений, удовлетворяющих дифференциальным уравнениям, и определяют, каким внешним нагрузкам соответствует рассматриваемая система перемещений или напряжений

	Ответ: 1
14	Траектория простого нагружения в осях напряжений: 1) окружность; 2) парабола; 3) прямая; 4) ломаная линия. Ответ:3
15	Медный стержень длиной 1 м подвесили одним концом к потолку. Модуль Юнга для меди 128700 МПа, плотность 9г/см ³ . Найти удлинение стержня (мм) под собственным весом. Ответ округлить до сотых. Ответ: 0,35

3.1.3 ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

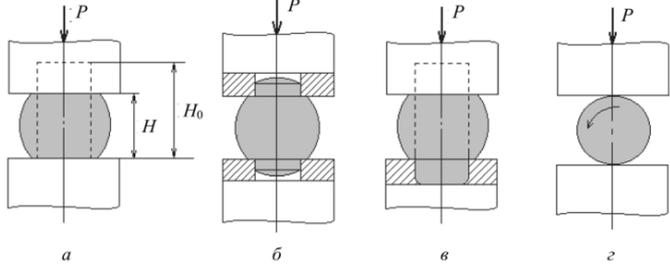
(ИД1_{ОПК-10} - Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики)

Номер задания	Тестовое задание
16	Сформулируйте гипотезу прямых нормалей при изгибе тонких пластин 1) любой прямолинейный элемент, нормальный к срединной плоскости до деформации, остается прямолинейным и нормальным к срединной поверхности после деформирования пластинки, и длина его не изменяется; 2) любой прямолинейный элемент, нормальный к срединной плоскости до деформации, остается прямолинейным и длина его не изменяется; 3) любой прямолинейный элемент, нормальный к срединной плоскости до деформации, остается нормальным к срединной поверхности после деформирования пластинки, и длина его не изменяется; 4) любой прямолинейный элемент, нормальный к срединной плоскости до деформации, остается прямолинейным и нормальным к срединной поверхности после деформирования пластинки Ответ: 3
17	При активном процессе нагружения пластические деформации: 1) возрастают; 2) не изменяются; 3) убывают; 4) исчезают Ответ: 1
18	Поверхность текучести Мизеса в осях напряжений представляет собой форму.... Ответ: цилиндра
19	Ползучестью называется 1) рост деформаций с течением времени; 2) уменьшение напряжений с течением времени при постоянных деформациях; 3) рост пластических деформаций с течением времени при постоянных напряжениях и температуре; 4) рост упругих деформаций с течением времени при постоянных напряжениях и температуре. Ответ:4
20	Установите соответствие разновидностей операции ковки (протяжки), показанной на рисунках: 1) протяжка комбинированными бойками; 2) протяжка вырезными бойками; 3) раскатка на оправке 4) протяжка плоскими бойками 

	Ответ: 1-в; 2-б; 3-г; 4-а;
21	<p>Установите соответствие разновидностей операцийковки, показанные на рисунках:</p> <p>1) передача; 2) рубка; 3) скручивание 4) гибка</p> <p style="text-align: center;"> а) б) в) г) </p> <p>Ответ: 1-г; 2-в; 3-б; 4-а</p>

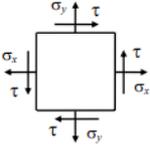
3.1.4 ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
(ИД2_{ОПК-10} - Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики)

Номер задания	Тестовое задание
22	<p>Как формулируется теорема возможных работ Лагранжа?</p> <p>1. Если тело находится в равновесии, то сумма работ всех внешних и внутренних сил на любом возможном бесконечно малом перемещении равна нулю 2. Если тело находится в равновесии, то сумма работ всех внутренних сил на любом возможном бесконечно малом перемещении равна нулю 3. Если тело находится в равновесии, то сумма работ всех внешних сил на любом возможном бесконечно малом перемещении равна нулю 4. Если тело находится в равновесии, то сумма работ всех внешних и внутренних сил на любом возможном перемещении равна нулю</p> <p>Ответ: 4</p>
23	<p>Сплошной медный цилиндр длиной 65см поставили на горизонтальную поверхность и приложили сверху сжимающую силу $F=1000\text{H}$. которая равномерно распределена по его торцу. Модуль Юнга для меди 128700 МПа, коэффициент Пуассона – 0,35. На сколько кубических миллиметров изменится объём цилиндра?</p> <p>Ответ: 1,5</p>
24	<p>Вычислить момент сил M (Нмм), которые вызывают закручивание стальной трубы длиной $l=3\text{м}$ на угол $\varphi=2^\circ$ вокруг её оси, если внешний и внутренний диаметры трубы равны 50 и 30мм соответственно. Коэффициент Пуассона для стали равен 0,25.</p> <p>Ответ: 1,5</p>
25	<p>Цилиндрический изгиб наблюдается у пластины:</p> <p>1) бесконечно длинной вдоль одной из осей; 2) все стороны шарнирно опёрты; 3) две стороны опёрты, две заделаны 4) одна из сторон заделана</p> <p>Ответ: 3</p>
26	<p>При изгибе пластин справедлива гипотеза</p> <p>Ответ: плоских сечений</p>
27	<p>В каких точках прямоугольной пластинки при ее изгибе возникают наибольшие нормальные напряжения?</p> <p>1. На нейтральной плоскости 2. Равномерно распределены по сечению 3. В центральной точке пластины 4. В точках на поверхности пластинки, наиболее удаленных от ее нейтральной плоскости</p> <p>Ответ:4</p>
28	<p>Процесс нарастания остаточной деформации во времени при постоянных нагрузке или напряжении и температуре называется...</p> <p>Ответ: ползучестью.</p>
29	<p>Какое давление изнутри (при отсутствии внешнего давления) может выдержать стеклянная</p>

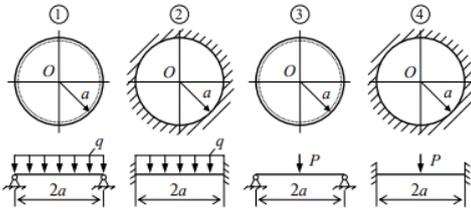
	сферическая колба радиусом $r=25\text{мм}$ и толщиной стенки 1мм . Предел прочности стекла принять 12000МПа . Ответ: 960МПа
30	Установите соответствие разновидностей операцииковки (осадки), показанной на рисунках: 1) осадка плоскими бойками; 2) высадка; 3) осадка кольцевыми плитами 4) обкатка по диаметру  Ответ: 1-а; 2-в; 3-б; 4-г

3.2 Задания к контрольным работам (текущая аттестация)

3.2.1 ОПК-5 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
(ИД1_{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов)
(ИД2_{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов)

Номер задания	Формулировка задания																																																														
31 – 40	<p>З а д а н и е. Стальной кубик находится под действием сил, создающих плоское напряженное состояние (рис. 2.1). Требуется найти: 1) главные напряжения и направления главных площадок; 2) максимальные касательные напряжения; 3) относительные деформации $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$; 4) относительное изменение объема; 5) удельную потенциальную энергию деформации. Данные взять из табл. 2.1.</p>  <p>Рис. 2.1</p> <p style="text-align: right;">Таблица 2.1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ строки</th> <th>σ_x</th> <th>σ_y</th> <th>τ</th> <th rowspan="2">№ строки</th> <th>σ_x</th> <th>σ_y</th> <th>τ</th> </tr> <tr> <th colspan="3">МПа</th> <th colspan="3">МПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>-60</td> <td>-60</td> <td>-60</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>7</td> <td>-70</td> <td>-70</td> <td>-70</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>8</td> <td>-80</td> <td>-80</td> <td>-80</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>9</td> <td>-90</td> <td>-90</td> <td>-90</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>0</td> <td>-100</td> <td>-100</td> <td>-100</td> </tr> <tr> <td></td> <td>а</td> <td>б</td> <td>в</td> <td></td> <td>а</td> <td>б</td> <td>в</td> </tr> </tbody> </table>	№ строки	σ_x	σ_y	τ	№ строки	σ_x	σ_y	τ	МПа			МПа			1	10	10	10	6	-60	-60	-60	2	20	20	20	7	-70	-70	-70	3	30	30	30	8	-80	-80	-80	4	40	40	40	9	-90	-90	-90	5	50	50	50	0	-100	-100	-100		а	б	в		а	б	в
№ строки	σ_x		σ_y	τ	№ строки		σ_x	σ_y	τ																																																						
	МПа			МПа																																																											
1	10	10	10	6	-60	-60	-60																																																								
2	20	20	20	7	-70	-70	-70																																																								
3	30	30	30	8	-80	-80	-80																																																								
4	40	40	40	9	-90	-90	-90																																																								
5	50	50	50	0	-100	-100	-100																																																								
	а	б	в		а	б	в																																																								

3.2.2 ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
 (ИД1_{ОПК-10} - Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики)

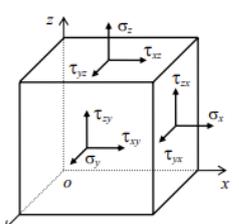
Номер задания	Формулировка задания																																																																						
41 – 50	<p>З а д а н и е. Круглая пластинка, опертая по контуру, находится под действием внешней нагрузки (рис. 5.1). Требуется:</p> <p>1) найти уравнение изогнутой срединной поверхности пластинки $w(r)$, воспользовавшись общим решением основного дифференциального уравнения изгиба пластинки;</p> <p>2) составить выражения для изгибающих моментов M_r и M_θ и для поперечной силы Q_r; 3) построить эпюры M_r, M_θ, Q_r для диаметрального сечения пластинки. Числовые данные взять из табл. 5.1.</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 5.1</p> <table border="1" data-bbox="427 784 970 943"> <caption>Таблица 5.1</caption> <thead> <tr> <th>№ строки</th> <th>№ схемы</th> <th>a, м</th> <th>h, м</th> <th></th> <th>№ строки</th> <th>№ схемы</th> <th>a, м</th> <th>h, м</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0,1</td> <td>0,25</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>0,2</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>0,2</td> <td>0,30</td> <td>7</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>0,1</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>0,1</td> <td>0,35</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>0,2</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0,1</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0,1</td> <td>0,30</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>0,2</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td></td> <td>е</td> <td>а</td> <td>б</td> <td>в</td> <td></td> <td>е</td> <td>а</td> <td>б</td> <td>в</td> </tr> </tbody> </table>	№ строки	№ схемы	a , м	h , м		№ строки	№ схемы	a , м	h , м		1	1	3	0,1	0,25	6	2	4	0,2	0,35	2	2	4	0,2	0,30	7	3	5	0,1	0,25	3	3	5	0,1	0,35	8	4	6	0,2	0,30	4	4	6	0,2	0,25	9	1	3	0,1	0,35	5	1	3	0,1	0,30	0	2	4	0,2	0,25		е	а	б	в		е	а	б	в
№ строки	№ схемы	a , м	h , м		№ строки	№ схемы	a , м	h , м																																																															
1	1	3	0,1	0,25	6	2	4	0,2	0,35																																																														
2	2	4	0,2	0,30	7	3	5	0,1	0,25																																																														
3	3	5	0,1	0,35	8	4	6	0,2	0,30																																																														
4	4	6	0,2	0,25	9	1	3	0,1	0,35																																																														
5	1	3	0,1	0,30	0	2	4	0,2	0,25																																																														
	е	а	б	в		е	а	б	в																																																														

3.2.3 ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
 (ИД2_{ОПК-10} - Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики)

Номер задания	Формулировка задания
51-60	<p>Тонкостенная труба (толщина стенки задаётся преподавателем) из алюминиевого сплава с заданным внешним диаметром (по вариантам) подвергалась растяжению и внутреннему давлению так, что все время сохранялось следующее равенство между напряжениями: $\sigma_\theta = 2\sigma_z$. Деформация проводилась вплоть до конечного осевого напряжения $\sigma_z = 200$ МПа. Принимая материал трансверсально-изотропным ($\mu_{12} = 0,36$) и коэффициенты степенной аппроксимации $n = 0,25$, $k = 500$ МПа, определить конечные размеры трубы.</p>

3.3 Задания к домашним работам (текущая аттестация)

3.3.1 ОПК- 5 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
 (ИД1_{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов)

Номер задания	Формулировка задания																																																																																																																																																																								
61-70	<p>З а д а н и е. Напряженное состояние в точке тела задано девятью компонентами: (рис. 3.1). Требуется: 1) определить главные напряжения и проверить правильность их нахождения; 2) определить положение одной из главных площадок (вычислить направляющие косинусы нормали к этой площадке); 3) определить положения двух других главных площадок (вычислить направляющие косинусы нормалей к этим площадкам). Это требование выполняется факультативно; 4) показать на рисунке нормали к главным площадкам. Числовые данные взять из табл. 3.1.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 3.1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>x</th> <th>y</th> <th>z</th> <th>xy</th> <th>yz</th> <th>zx</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>30</td> <td>-30</td> <td>30</td> <td>-30</td> <td>30</td> <td>-30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40</td> <td>-40</td> <td>40</td> <td>-40</td> <td>40</td> <td>-40</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>50</td> <td>-50</td> <td>50</td> <td>-50</td> <td>50</td> <td>-50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>60</td> <td>-60</td> <td>60</td> <td>-60</td> <td>60</td> <td>-60</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>70</td> <td>-70</td> <td>70</td> <td>-70</td> <td>70</td> <td>-70</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>80</td> <td>-80</td> <td>80</td> <td>-80</td> <td>80</td> <td>-80</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>90</td> <td>-90</td> <td>90</td> <td>-90</td> <td>90</td> <td>-90</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>100</td> <td>-100</td> <td>100</td> <td>-100</td> <td>100</td> <td>-100</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>110</td> <td>-110</td> <td>110</td> <td>-110</td> <td>110</td> <td>-110</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>120</td> <td>-120</td> <td>120</td> <td>-120</td> <td>120</td> <td>-120</td> </tr> <tr> <td></td> <td>а</td> <td>б</td> <td>в</td> <td>г</td> <td>д</td> <td>е</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">Рис. 3.1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>строки</th> <th colspan="6">МПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>30</td> <td>-30</td> <td>30</td> <td>-30</td> <td>30</td> <td>-30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40</td> <td>-40</td> <td>40</td> <td>-40</td> <td>40</td> <td>-40</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>50</td> <td>-50</td> <td>50</td> <td>-50</td> <td>50</td> <td>-50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>60</td> <td>-60</td> <td>60</td> <td>-60</td> <td>60</td> <td>-60</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>70</td> <td>-70</td> <td>70</td> <td>-70</td> <td>70</td> <td>-70</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>80</td> <td>-80</td> <td>80</td> <td>-80</td> <td>80</td> <td>-80</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>90</td> <td>-90</td> <td>90</td> <td>-90</td> <td>90</td> <td>-90</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>100</td> <td>-100</td> <td>100</td> <td>-100</td> <td>100</td> <td>-100</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>110</td> <td>-110</td> <td>110</td> <td>-110</td> <td>110</td> <td>-110</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>120</td> <td>-120</td> <td>120</td> <td>-120</td> <td>120</td> <td>-120</td> </tr> <tr> <td></td> <td>а</td> <td>б</td> <td>в</td> <td>г</td> <td>д</td> <td>е</td> </tr> </tbody> </table>	№	x	y	z	xy	yz	zx	1	30	-30	30	-30	30	-30	2	40	-40	40	-40	40	-40	3	50	-50	50	-50	50	-50	4	60	-60	60	-60	60	-60	5	70	-70	70	-70	70	-70	6	80	-80	80	-80	80	-80	7	90	-90	90	-90	90	-90	8	100	-100	100	-100	100	-100	9	110	-110	110	-110	110	-110	0	120	-120	120	-120	120	-120		а	б	в	г	д	е	строки	МПа						1	30	-30	30	-30	30	-30	2	40	-40	40	-40	40	-40	3	50	-50	50	-50	50	-50	4	60	-60	60	-60	60	-60	5	70	-70	70	-70	70	-70	6	80	-80	80	-80	80	-80	7	90	-90	90	-90	90	-90	8	100	-100	100	-100	100	-100	9	110	-110	110	-110	110	-110	0	120	-120	120	-120	120	-120		а	б	в	г	д	е
№	x	y	z	xy	yz	zx																																																																																																																																																																			
1	30	-30	30	-30	30	-30																																																																																																																																																																			
2	40	-40	40	-40	40	-40																																																																																																																																																																			
3	50	-50	50	-50	50	-50																																																																																																																																																																			
4	60	-60	60	-60	60	-60																																																																																																																																																																			
5	70	-70	70	-70	70	-70																																																																																																																																																																			
6	80	-80	80	-80	80	-80																																																																																																																																																																			
7	90	-90	90	-90	90	-90																																																																																																																																																																			
8	100	-100	100	-100	100	-100																																																																																																																																																																			
9	110	-110	110	-110	110	-110																																																																																																																																																																			
0	120	-120	120	-120	120	-120																																																																																																																																																																			
	а	б	в	г	д	е																																																																																																																																																																			
строки	МПа																																																																																																																																																																								
1	30	-30	30	-30	30	-30																																																																																																																																																																			
2	40	-40	40	-40	40	-40																																																																																																																																																																			
3	50	-50	50	-50	50	-50																																																																																																																																																																			
4	60	-60	60	-60	60	-60																																																																																																																																																																			
5	70	-70	70	-70	70	-70																																																																																																																																																																			
6	80	-80	80	-80	80	-80																																																																																																																																																																			
7	90	-90	90	-90	90	-90																																																																																																																																																																			
8	100	-100	100	-100	100	-100																																																																																																																																																																			
9	110	-110	110	-110	110	-110																																																																																																																																																																			
0	120	-120	120	-120	120	-120																																																																																																																																																																			
	а	б	в	г	д	е																																																																																																																																																																			

3.3.2 ОПК- 5 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
 (ИД2_{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов)

Номер задания	Формулировка задания
---------------	----------------------

З а д а н и е. Дана прямоугольная полоса-балка (рис. 1.1) длиной l , высотой h и толщиной, равной 1. Выражения для функции напряжений $\phi(x, y)$ и числовые значения выбрать из табл. 1.1. Объемными силами пренебречь. Требуется: 1) проверить, можно ли предложенную функцию $\phi(x, y)$ принять для решения плоской задачи теории упругости; 2) найти выражения для напряжений σ_x , σ_y и τ_{xy} ; 3) построить эпюры напряжений σ_x , σ_y и τ_{xy} для сечений $x = x_c$ и $y = y_c$; 4) определить внешние силы (нормальные и касательные), приложенные ко всем четырем граням полосы-балки, дать их

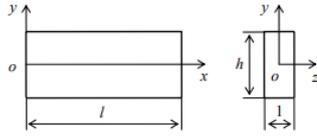


Рис. 1.1

изображение на рисунке полосы-балки; 5) выполнить статическую проверку для найденных внешних сил.

Таблица 1.1

№ строки	Функция напряжений $\phi(x, y)$	a	b	l	h	x_c	y_c
		м					
1	$a(x^4 - y^4) + bx^3y + xy^3$	1	1	5	1	1	0,2
2	$ax(x^2 + y^2) + bx^2y + xy$	2	1	6	1	2	0,3
3	$ay(x^2 + y^2) + bxy^2 + xy$	2	1	5	2	2	0,4
4	$ax^3 + bx^2y + xy^2 + xy$	1	2	6	1	2	0,3
5	$a(y^4 - x^4) + bxy^3 + x^2y$	1	2	6	2	2	0,5
6	$ax^4 - 3ax^2y^2 + bxy^3$	2	2	4	2	1	0,5
7	$ax^3y - 3bx^2y^2 + by^4$	2	1	4	2	1	0,5
8	$ax^4 - 3(a+b)x^2y^2 + by^4$	2	1	6	1	3	0,3
9	$axy^3 + x^3 + y^3 - bxy$	1	2	5	1	2	0,2
0	$ax^3y + 3bx^2y^2 - by^4$	2	1	5	2	2	0,4
е		д					

3.3.3 ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

(ИД₁ОПК-10 - Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики)

(ИД₂ОПК-10 - Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики)

Номер задания	Формулировка задания																																																																																																																	
81 – 90	<p>З а д а н и е. Пластинка (рис. 4.1) изгибается под действием поперечной нагрузки. Задано уравнение упругой поверхности пластинки $w(x, y)$. Требуется: 1) установить, каким граничным условиям удовлетворяет предложенное уравнение упругой поверхности $w(x, y)$; 2) определить постоянный коэффициент C, используя дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластинки; 3) составить выражения моментов и поперечных сил; 4) построить эпюры моментов и поперечных сил в сечениях x_c, y_c. Числовые данные взять из табл. 4.1.</p> <p>Рис. 4.1</p> <p style="text-align: right;">Таблица 4.1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ строки</th> <th rowspan="2">Поверхность пластинки $w(x, y)$</th> <th rowspan="2">Поперечная нагрузка $q(x, y)$</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>h</th> <th>x_c</th> <th>y_c</th> </tr> <tr> <th colspan="6">м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>$C \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{b}$</td> <td>$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{b}$</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>0,2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$C \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>0,1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{2\pi y}{b}$</td> <td>$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{2\pi y}{b}$</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>0,2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$C \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>0,1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>$C \cos \frac{3\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \cos \frac{3\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>0,2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>$C \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{3\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{3\pi y}{2b}$</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>0,1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>0,2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>$C \sin \frac{3\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \sin \frac{3\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>0,1</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{3\pi y}{2b}$</td> <td>$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{3\pi y}{2b}$</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>0,2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td colspan="2">е</td> <td>е</td> <td>а</td> <td>б</td> <td>в</td> <td>а</td> <td>б</td> <td>г</td> </tr> </tbody> </table>	№ строки	Поверхность пластинки $w(x, y)$	Поперечная нагрузка $q(x, y)$	a	b	h	x_c	y_c	м						9	$C \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	3	3	0,1	1	1	0,25	2	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{b}$	4	4	0,2	1	1	0,30	3	$C \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	5	5	0,1	1	1	0,35	4	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{2\pi y}{b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{2\pi y}{b}$	6	6	0,2	1	1	0,25	5	$C \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	3	3	0,1	2	2	0,30	6	$C \cos \frac{3\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \cos \frac{3\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	4	4	0,2	2	2	0,35	7	$C \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{3\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{3\pi y}{2b}$	5	5	0,1	2	2	0,25	8	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	6	6	0,2	2	2	0,30	9	$C \sin \frac{3\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{3\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	4	4	0,1	3	3	0,35	0	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{3\pi y}{2b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{3\pi y}{2b}$	5	5	0,2	3	3	0,25	е		е	а	б	в	а	б	г
№ строки	Поверхность пластинки $w(x, y)$				Поперечная нагрузка $q(x, y)$	a	b	h	x_c	y_c																																																																																																								
		м																																																																																																																
9	$C \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	3	3	0,1	1	1	0,25																																																																																																										
2	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{b}$	4	4	0,2	1	1	0,30																																																																																																										
3	$C \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	5	5	0,1	1	1	0,35																																																																																																										
4	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{2\pi y}{b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{2\pi y}{b}$	6	6	0,2	1	1	0,25																																																																																																										
5	$C \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	3	3	0,1	2	2	0,30																																																																																																										
6	$C \cos \frac{3\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \cos \frac{3\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	4	4	0,2	2	2	0,35																																																																																																										
7	$C \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{3\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{\pi x}{2a} \cos \frac{3\pi y}{2b}$	5	5	0,1	2	2	0,25																																																																																																										
8	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{\pi y}{2b}$	6	6	0,2	2	2	0,30																																																																																																										
9	$C \sin \frac{3\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	$q_0 \sin \frac{3\pi x}{2a} \cos \frac{\pi y}{2b}$	4	4	0,1	3	3	0,35																																																																																																										
0	$C \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{3\pi y}{2b}$	$q_0 \cos \frac{\pi x}{2a} \sin \frac{3\pi y}{2b}$	5	5	0,2	3	3	0,25																																																																																																										
е		е	а	б	в	а	б	г																																																																																																										

3.3.4 ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

(ИД₂ОПК-10 - Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики)

Номер задания	Формулировка задания
91-100	На поверхность листа из заданного вида сплава (по вариантам) была нанесена координатная сетка в виде кругов $d=10$ мм. После деформации листа круги сетки превратились в эллипсы с размерами главных осей $2a = 11$ мм и $2b = 9,6$ мм. Кривая истинных напряжений аппроксимируется степенной функцией $\sigma_i = k \epsilon_i^n$, где k и n — константы материала. Считая, что главные оси деформации совпадают с осями эллипса, определить значение компонент напряжений и деформации (σ_3 принять равным нулю). Как изменяются полученные результаты, если не учитывать анизотропию материала?

3.4 Экзамен (вопросы к экзамену)

3.4.1. ОПК- 5 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

(ИД1_{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использованием существующих аналитических методов)

(ИД2_{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов)

Номер задания	Формулировка вопроса
101	Задачи курса.
102	Упругие и пластические деформации.
103	Линейно упругое тело Гука
104	Тензор напряжений
105	Главные значения тензора напряжений.
106	Две составные части тензора напряжений
107	Две составные части тензора напряжений
108	Линейные и угловые деформации.
109	Главные деформации.
110	Тензор деформаций
111	Соотношения Коши.
112	Уравнения совместности деформаций (уравнения Сен-Венана).
113	Закон Гука в прямой и обратной формах
114	Основные уравнения теории упругости.
115	Решение прямой задачи теории упругости в перемещениях.
116	Решение прямой задачи теории упругости в напряжениях.
117	Полуобратный способ Сен-Венана.
118	Плоская деформация.
119	Плоское напряженное состояние.
120	Основные уравнения плоской задачи теории упругости в декартовых координатах.
121	Решение плоской задачи теории упругости в напряжениях.
122	Функция напряжений Эри
123	Энергия деформируемого тела как функционал.
123	Вариационный принцип Лагранжа.
124	Метод Ритца.
125	Принцип Кастильяно.
126	Деформации, напряжения и внутренние усилия в тонких оболочках.
127	Уравнения Бельтрами-Митчелла в напряжениях
128	Закон Гука для изотропного тела.
129	Закон Гука для анизотропного тела
130	Безмоментное осесимметричное напряженное состояние оболочек вращения.
131	Метод конечных разностей и его применение при решении плоской задачи.
132	Метод конечных элементов.
133	Построение матрицы жесткости конечного элемента.
134	Постановка задач теории упругости в цилиндрической системе координат.
135	Постановка задач теории упругости в сферической системе координат.
136	Плоские задачи теории упругости.

3.4.2 ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

(ИД1_{ОПК-10} - Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики)

(ИД2_{ОПК-10} - Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики)

Номер задания	Формулировка вопроса
137	Пологие оболочки.
138	Деформации, уравнения равновесия , разрешающая система уравнений и потенциальная энергия для пологой оболочки.
139	Дифференциальное уравнение изгиба пластины.
140	Перемещения, деформации и напряжения в пластинах при изгибе.
141	Внутренние усилия в пластинах при изгибе.
142	Дифференциальные соотношения для определения внутренних усилий в пластинах
143	Расчет пластин на прочность.
144	Общая процедура расчета по МКЭ.
145	Физический смысл условия пластичности.
146	Геометрический смысл энергетического условия пластичности.
147	Частные выражения условия пластичности.
148	Влияние среднего по величине главного нормального напряжения.
149	Механическая схема деформации.
150	Принцип подобия.
151	Контактное трение при пластическом деформировании.
152	Принцип наименьшего сопротивления.
153	Неравномерность деформаций и дополнительные напряжения
154	Анализ операцийковки.
155	Анализ операций объемной штамповки.
156	Анализ операций листовой штамповки.
157	Математическое моделирование пластичности при деформировании материалов.
158	5.Условия пластичности
159	Упругая трехслойная пластина
160	Эллиптическая пластина.
161	Простое и сложное нагружение
162	Гипотеза малых упруго-пластических деформаций
163	Теория жесткопластического течения.
164	Деформационная теория пластичности
165	Теория течения
166	Ассоциированный закон течения
167	Теория вязко-пластического течения
168	Ползучесть и релаксация
169	Теория старения
170	Основные краевые задачи
171	Динамические задачи теории упругости
172	Ассоциированный закон течения

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
ОПК- 5 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов (ИД-1_{ОПК-5} – Создает математические модели машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов с использование существующих аналитических методов)					
	Тестирование	Результат тестирования	75% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-75% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			50-60% правильных ответов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Уметь использовать аналитические методы для создания математических моделей машин и оборудования	Аудиторная контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Владеть методами математического описания механических явлений с целью создания математических моделей машин и оборудования.	Домашняя контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок ;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)

			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
ОПК- 5 - способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ИД-1 _{ОПК-5} – Применяет численные методы при решении математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов)					
Знать основные численные методы, лежащие в основе математических моделей машин	Тестирование	Результат тестирования	75% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-75% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			50-60% правильных ответов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Уметь использовать численные методы для создания математических моделей машин и оборудования	Аудиторная контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Владеть численными методами для математического описания механических явлений с целью создания математических моделей машин и оборудования.	Домашняя контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок ;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов (ИД1 _{ОПК-10} - Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики)					

Знать существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Тестирование	Результат тестирования	75% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-75% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			50-60% правильных ответов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Уметь применять существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Аудиторная контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Владеть методами математического описания механических явлений при решении научно-технических задач в области прикладной механики.	Домашняя контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок ;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
ОПК- 10 - способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов (ИД ₂ _{ОПК-10} - Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики)					
Знать существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области	Тестирование	Результат тестирования	75% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			60-75% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			50-60% правильных ответов	удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 50% правильных ответов	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

прикладной механики					
Уметь разрабатывать новые физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Аудиторная контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
Владеть методами математического описания механических явлений при решении научно-технических задач в области прикладной механики.	Домашняя контрольная работа	Материалы контрольной работы	- оценка «отлично» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок ;	отлично	Освоена (повышенный)
			- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок;	Хорошо	Освоена (повышенный)
			- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки;	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			- оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если решение задачи выполнено не верно.	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

