

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

Кафедра математики, физики и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе



Л.М. Корнилова

31 августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.01 ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Укрупненная группа направлений подготовки
23.00.00 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

Специальность
23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация Автомобили и тракторы

Квалификация (степень) выпускника Инженер

Форма обучения – очная, заочная

Чебоксары 2020

При разработке рабочей программы дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства, утвержденный МОН РФ 11.08.2016 г. № 1022
- 2) Учебный план по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализации Автомобили и тракторы, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА протокол № 10 от 19.04.2017 г.
- 3) Учебный план по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализации Автомобили и тракторы, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, протокол №11 от 18.06.2018 г.
- 4) Учебный план по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализации Автомобили и тракторы, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, протокол № 11 от 20.05.2019 г.
- 5) Учебный план по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализации Автомобили и тракторы, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, протокол № 12 от 20.04.2020 г.
- 6) Учебный план по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализации Автомобили и тракторы, одобренный Ученым советом ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, протокол № 18 от 28.08.2020 г.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на основании приказа от 14.07.2020 г. № 98-о и решения Ученого совета ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ (протокол № 18 от 28 августа 2020 г.) в связи с изменением наименования с федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА) на федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ).

В рабочую программу дисциплины внесены соответствующие изменения: в преамбуле и по тексту слова «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» заменены словами «Чувашский государственный аграрный университет», слова «Чувашская ГСХА» заменены словами «Чувашский ГАУ», слово «Академия» заменено словом «Университет» в соответствующем падеже.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании выпускающей кафедры «Транспортно-технологические машины и комплексы», протокол № 13 от 31 августа 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Методические указания по освоению дисциплины для студентов очной формы обучения	5
1.2. Методические указания по освоению дисциплины для студентов заочной формы обучения	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	7
2.1. Примерная формулировка «входных» требований	7
2.2. Содержательно-логические связи дисциплины (модуля)	10
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	12
3.1. Перечень компетенций, а также перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) (знания, умения владения), сформулированные в компетентностном формате	12
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
4.1. Структура дисциплины	16
4.2. Матрица формируемых дисциплиной компетенций	18
4.3. Содержание разделов дисциплины (модуля)	18
4.4. Лабораторный практикум	24
4.5. Практические занятия (семинары)	24
4.6. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля	26
5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	28
5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях	29
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	31
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины	31
6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	34
6.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	35
6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности (полный комплект фондов оценочных средств приводится в Приложении 1)	38
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	44
7.1. Основная литература	44
7.2. Дополнительная литература	44
7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы	44
8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	45
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	45
ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ	46
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	95

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Основы теории упругости» изучает напряженное состояние твердого упругого тела, вызванные различными внешними воздействиями, что имеет первостепенное значение с точки зрения ее приложения к определению напряженно-деформированного состояния (для разрешения вопросов прочности, жесткости колебаний и др.) реальных конструкций. Знание основ теории упругости имеет исключительно важное значение при подготовке высококвалифицированных инженерных кадров, в том числе, в области машиностроения.

Цели дисциплины: изучение основных понятий, моделей и методов решения задач теории упругости и пластичности; обеспечение базы инженерной подготовки; теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела; развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин и решения инженерных задач с использованием основных уравнений, и методов теории упругости.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с важнейшими разделами теории упругости и ее применением для решения практических задач;
- рассмотрение основных фундаментальных теорем теории упругости, характеризующие присущие только этой теории особенности;
- демонстрация вытекающих из основных теорем методов и алгоритмов решения задач;
- овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности дипломированных специалистов;
- ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основы напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела;
- основные уравнения и методы решения задач теории упругости;
- свойства модели линейно упругого тела;
- методы решения проблем теории упругости;
- различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости;
- методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении (расчет толстостенного цилиндра, кручение брусьев некруглого сечения, контактные задачи, задачи термоупругости и др.);

уметь:

- моделировать и решать задачи теории упругости;
- составлять расчетные схемы;
- составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач;
- анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости;

владеть:

- знаниями о современном состоянии теории упругости и перспективах ее развития;
- навыками определения напряжений, деформаций и перемещений в твердом упругом теле;
- навыками в чтении литературы по некоторым вопросам теории упругости.

1.1. Методические указания по освоению дисциплины для студентов очной формы обучения

Методика изучения курса предусматривает наряду с лекциями практические занятия, организацию самостоятельной работы студентов, проведение консультаций, руководство докладами студентов для выступления на научно-практических конференциях, осуществление текущего, промежуточного и итогового форм контроля.

Система знаний по дисциплине «Основы теории упругости» формируется в ходе аудиторных и внеаудиторных (самостоятельных) занятий. Используя лекционный материал, учебники и учебные пособия, дополнительную литературу, проявляя творческий подход, студент готовится к практическим занятиям, рассматривая их как пополнение, углубление, систематизация своих теоретических знаний.

Для освоения дисциплины студентами необходимо:

1. посещать лекции, на которых в сжатом и системном виде излагаются основы дисциплины: даются определения понятий, законов, которые должны знать студенты. Студенту важно понять, что лекция есть своеобразная творческая форма самостоятельной работы. Надо пытаться стать активным соучастником лекции: думать, сравнивать известное с вновь получаемыми знаниями, войти в логику изложения материала лектором, следить за ходом его мыслей, за его аргументацией, находить в ней кажущиеся вам слабости. Во время лекции можно задать лектору вопрос, желательно в письменной форме, чтобы не мешать и не нарушать логики проведения лекции. Слушая лекцию, следует зафиксировать основные идеи, положения, обобщения, выводы. Работа над записью лекции завершается дома. На свежую голову (пока еще лекция в памяти) надо уточнить то, что записано, обогатить запись тем, что не удалось зафиксировать в ходе лекции, записать в виде вопросов то, что надо прояснить, до конца понять. Важно соотнести материал лекции с темой учебной программы и установить, какие ее вопросы нашли освещение в прослушанной лекции. Тогда полезно обращаться и к учебнику. Лекция и учебник не заменяют, а дополняют друг друга.

2. посещать практические занятия, к которым следует готовиться и активно на них работать. Задание к практическому занятию выдает преподаватель. Задание включает в себя основные вопросы, задачи, тесты и рефераты для самостоятельной работы, литературу. Семинарские и практические занятия начинаются с вступительного слова преподавателя, в котором называются цель, задачи и вопросы занятия. В процессе проведения занятий преподаватель задает основные и дополнительные вопросы, организует их обсуждение. На практических занятиях решаются задачи, разбираются тестовые задания и задания, выданные для самостоятельной работы, заслушиваются реферативные выступления. Студенты, пропустившие занятие, или не подготовившиеся к нему, приглашаются на консультацию к преподавателю. Практическое занятие заканчивается подведением итогов: выводами по теме и выставлением оценок.

3. систематически заниматься самостоятельной работой, которая включает в себя изучение нормативных документов, материалов учебников и статей из экономической литературы, решение задач, написание докладов, рефератов. Задания для самостоятельной работы выдаются преподавателем.

4. под руководством преподавателя заниматься научно-исследовательской работой, что предполагает выступления с докладами на научно-практических конференциях и публикацию тезисов и статей по их результатам.

5. при возникающих затруднениях при освоении дисциплины «Основы теории упругости», для неуспевающих студентов и студентов, не посещающих занятия, проводятся еженедельные консультации, на которые приглашаются неуспевающие студенты, а также студенты, испытывающие потребность в помощи преподавателя при изучении дисциплины.

1.2. Методические указания по освоению дисциплины для студентов заочной формы обучения

Методика изучения курса предусматривает наряду с лекциями практические занятия, организацию самостоятельной работы студентов, проведение консультаций, руководство докладами студентов для выступления на научно-практических конференциях, осуществление текущего, промежуточного и итогового форм контроля.

Система знаний по дисциплине «Основы теории упругости» формируется в ходе аудиторных и внеаудиторных (самостоятельных) занятий. Используя лекционный материал, учебники или учебные пособия, дополнительную литературу, проявляя творческий подход, студент готовится к практическим занятиям, рассматривая их как пополнение, углубление, систематизация своих теоретических знаний.

Спецификой заочной формы обучения является преобладающее количество часов самостоятельной работы по сравнению с аудиторными занятиями, поэтому методика изучения курса предусматривает наряду с лекциями и практическими занятиями, организацию самостоятельной работы студентов, проведение консультаций, руководство докладами студентов для выступления на научно-практических конференциях, осуществление текущего, промежуточного и итогового форм контроля.

Учебный процесс для студентов заочной формы обучения строится иначе, чем для студентов-очников. В связи с уменьшением количества аудиторных занятий (в соответствии с рабочими учебными планами) доля самостоятельной работы значительно увеличивается. Преподаватель в процессе аудиторных занятий освещает основные ключевые темы дисциплины и обращает внимание студентов на то, что они должны вспомнить из ранее полученных знаний.

Студенты, изучающие дисциплину «Основы теории упругости», должны обладать навыками работы с учебной литературой и другими информационными источниками (статистическими сборниками, материалами инженерных исследований, статьями из периодических изданий, научными работами, опубликованными в специальных изданиях и т.п.) в том числе, интернет-сайтами, а также владеть основными методами, техникой и технологией сбора и обработки информации.

Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения должна начинаться с ознакомления с рабочей программой дисциплины, в которой перечислены основная и дополнительная литература, учебно-методические задания необходимые для изучения дисциплины и работы на практических занятиях.

В рабочей программе дисциплины имеется специальный раздел (приложение 3. Методические указания к самостоятельной работе студентов). Методические указания включают в себя задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний, задания самостоятельной работы для формирования умений и задания для самостоятельного контроля знаний.

Задания для закрепления и систематизации знаний включают в себя перечень тем докладов и рефератов, а также рекомендации по подготовке реферата и доклада.

Задания для формирования умений содержат ситуационные задачи по курсу.

Задания для самостоятельного контроля знаний позволят закрепить пройденный материал и сформировать навыки формулирования кратких ответов на поставленные вопросы. Задания включают вопросы для самоконтроля и тесты для оценки уровня освоения материала теоретического курса. Для удобства работы с материалом, все задания разбиты по темам дисциплины.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Следует иметь в виду, что учебник или учебное пособие имеет свою логику построения: одни авторы более широко, а другие более узко рассматривают ту или иную проблему. При изучении любой темы рабочей программы следует постоянно отмечать, какие вопросы (пусть в иной логической последовательности) рассмотрены в данной главе учебника, учебного пособия, а какие опущены. По завершении работы над учебником должна быть

ясность в том, какие темы, вопросы программы учебного курса вы уже изучили, а какие предстоит изучить по другим источникам. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным.

Понимание и усвоение содержания курса невозможно без четкого знания основных терминов и понятий, используемых в данной дисциплине по каждой конкретной теме. Для этого студент должен использовать определения новых терминов, которые давались на лекции, а также в рекомендованных учебных и информационных материалах.

Современные средства связи позволяют строить взаимоотношения с преподавателем и во время самостоятельной работы с помощью интернет-видео-связи, а не только во время аудиторных занятий и консультаций. Для продуктивного общения студенту необходимо владеть навыками логичного, последовательного и понятного изложения своего вопроса. Желательно, чтобы студент заранее написал электронное письмо, в котором перечислил интересующие его вопросы или вопросы, изучение которых представляется ему затруднительным. Это даст возможность преподавателю оперативно ответить студенту по интернет-связи и более качественно подготовиться к последующим занятиям.

Необходимо отметить, что самостоятельная работа с литературой и интернет-источниками не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью будущей профессиональной деятельности выпускника специалитета.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Основы теории упругости» относится к вариативной части дисциплин по выбору ОПОП специалитета – Б1.В.ДВ.04.01 Основы теории упругости. Осваивается специалистами очной формы обучения в 5 семестре и специалистами заочной формы обучения - на 3 курсе.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимо знание обязательного минимума содержания следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия», «Материаловедение», «Соппротивление материалов».

Изучение курса предполагает, что преподаватель читает лекции, проводит практические занятия, организует самостоятельную работу студентов, проводит консультации, руководит докладами студентов на научно-практических конференциях, осуществляет текущий, промежуточный и итоговый формы контроля.

Основным звеном учебного процесса являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные, трудные для усвоения или недостаточно освещенные в учебной литературе вопросы, а также быстро изменяющаяся информация.

Практические занятия направлены на закрепление знаний теоретического курса. Формы самостоятельной работы и реализации ее результатов многообразны: выступления на семинарах, рефераты, контрольные, зачет с оценкой.

Консультации – необходимая форма оказания помощи студентам в их самостоятельной работе. Преподаватель оказывает помощь студентам при выборе тем докладов на научно-практические конференции, их подготовке и написанию статей и тезисов в сборники, публикуемые по результатам данных конференций.

Важным направлением организации изучения дисциплины «Основы теории упругости» является осуществление контроля за уровнем усвоения изучаемого материала, с указанной целью используются инструменты текущего, промежуточного и итогового форм контроля.

2.1. Примерная формулировка «входных» требований

Учебная дисциплина «Основы теории упругости» является дисциплиной по выбору вариативной части учебного плана по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (квалификация Инженер).

Освоение дисциплины «Основы теории упругости» предполагает наличие у студентов знаний, умений и навыков по дисциплинам специалитета: «Математика», «Физика», «Химия», «Материаловедение», «Сопротивление материалов».

Математика

Знать:

- содержание утверждений и следствий из них, используемых для обоснования выбираемых математических методов решения профессиональных задач;
- основные приемы решения математических задач;
- методы представления математических данных и основные методы работы с ними;
- основные математические модели и методы решения инженерных задач;
- методы анализа и моделирования, позволяющие строить математические модели прикладных задач.

Уметь:

- применять полученные знания по дисциплине при анализе способов решения поставленных задач;
- применять инструментарий математического анализа при решении поставленных задач;
- анализировать технические проблемы с применением математического аппарата;
- выбирать оптимальные математические методы и способы решения поставленных задач;
- использовать методологию описания технических процессов и явлений для оптимальных результатов при решении задач с применением математических методов.

Владеть:

- способностью производить самостоятельный выбор методов и способов решения;
- навыками решения основных математических задач;
- навыками сбора и обработки необходимых данных для математической постановки и решения технических задач;
- навыками анализа и интерпретации результатов решения задач;
- инструментами анализа технических проблем с применением математического аппарата;
- навыками сведения профессиональных задач к математическим задачам;
- навыками систематизации и использования информации, необходимой для решения инженерных задач с применением математических методов;
- навыками создания стандартных теоретических моделей, анализа и интерпретации полученных результатов.

Физика

Знать:

- фундаментальные физические понятия, физические величины и единицы их измерения;
- основные методы исследования и анализа, применяемые в современной физике и технике;

- базовые теории классической и современной физики, а также основные законы и принципы, управляющие природными явлениями и процессами, на основе которых работают современные приборы.

Уметь:

- работать с простейшими аппаратами, приборами и схемами, которые используются в физических и технологических лабораториях, и понимать принципы их действия;

- ориентироваться в современной и вновь создаваемой технике с целью ее быстрого освоения, внедрения и эффективного использования в практической деятельности;

- применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач;

- проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты.

Владеть:

- приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики, уметь делать простейшие оценки и расчеты для анализа физических явлений;

- методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.

Химия

Знать:

- теоретические основы неорганической химии, состав, строение и химические свойства основных простых веществ и химических соединений;

- состав, строение и свойства органических веществ – представлений основных классов органических соединений;

- основы физической химии как теоретического фундамента современной химии;

- основы химической кинетики и катализа, механизма химических реакций, электрохимии;

- основные особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений, принципы синтеза полимеров, их структуру, физико-механические свойства и области их применения.

Уметь:

- работать с простейшими аппаратами, приборами и схемами, которые используются в химических и технологических лабораториях, и понимать принципы их действия;

- ориентироваться в современной и вновь создаваемой технике с целью ее быстрого освоения, внедрения и эффективного использования в практической деятельности.

Владеть:

- приемами практического владения химической посудой, лабораторным оборудованием и приборами;

- методами решения конкретных задач из различных областей химии,

- методами оценки и расчетов для анализа химических явлений в используемой аппаратуре и технологических процессах.

Материаловедение

Знать:

- основные методы и способы изучения структуры материалов, их физических и механических свойств;

- области применения различных материалов в промышленности;

- классификацию и маркировку материалов.

Уметь:

- объяснять природу явлений при различных формах технологического воздействия на материалы;
- назначать режимы термической и механической обработки материалов для достижения нужных результатов;
- определять химический состав материалов по их маркировке.

Владеть:

- основными навыкам инструментального анализа для определения структуры, свойств и состава материалов;
- методами выбора материалов в технологических процессах производства, эксплуатации и ремонта машин и оборудования,
- навыками анализа и интерпретации информации, содержащейся в различных отечественных и зарубежных источниках;
- навыками выявления тенденций в развитии мирового материаловедения.

Соппротивление материалов

Знать:

- основные теоретические и экспериментальные подходы к исследованию напряженно-деформированного и предельного состояния нагруженных конструкций и их элементов;
- основные методы проектирования машин и конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости;
- типовые методики расчетов на прочность, жесткость и устойчивость рациональных характеристик конкретных механических объектов.

Уметь:

- выбирать и модифицировать существующие типовые методики расчета прочности и жесткости нагруженных конструкций и их элементов;
- выбирать и модифицировать существующие определяющие соотношения для проектирования машин и конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости;
- выполнять расчетно- экспериментальные работы по многовариантному анализу рациональных характеристик конкретных механических объектов.

Владеть:

- навыками построения математической расчетной модели и применения типовых инженерных методик оценки прочностных характеристик и предельного состояния в механике материалов и конструкций;
- навыками построения математических расчетных моделей при проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости;
- навыками проектирования и выбора рациональных параметров конкретных механических объектов.

2.2. Содержательно-логические связи дисциплины (модуля)

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.ДВ.04.01	• Б1.Б.19 Соппротивление материалов • Б1.Б.23 Материаловедение • Б1.Б.24 Технология конструкционных материалов	• Б1.Б.33 Энергетические установки автомобилей и тракторов • Б1.Б.34 Электрооборудование автомобилей и тракторов • Б1.Б.35 Конструкционные и защитно-отделочные материалы

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
	• Б1.Б.26 Метрология, стандартизация и сертификация • Б2.Б.01(У) Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)	• Б1.Б.37 Эксплуатация автомобилей и тракторов • Б1.Б.38 Ремонт и утилизация автомобилей и тракторов • Б1.В.02 Социология транспортного обслуживания населения • Б1.В.08 Триботехника • Б1.В.09 Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования • Б1.В.10 Рабочие процессы автомобилей и тракторов и основы расчета их узлов и агрегатов • Б1.В.13 Прогрессивные технологии обработки материалов • Б1.В.ДВ.07.01 Противокоррозионная защита автомобилей и тракторов • Б1.В.ДВ.07.02 Дорожные условия и безопасность движения • Б1.В.ДВ.08.01 Управление техническими системами • Б1.В.ДВ.08.02 Методы определения ремонтпригодности автомобилей и тракторов • Б2.Б.03(П) Производственная практика (конструкторская практика) • Б2.Б.07(П) Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Перечень компетенций, а также перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) (знания, умения владения), сформулированные в компетентностном формате

Номер/ индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-4	способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	- методы оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности - основные механические величины, их определения, смысл и значение, - основные законы механики: реакции связей, условия равновесия плоской и пространственной систем сил, теорию пар сил, - кинематические характеристики точки, частные и общие случаи движения точки и твердого тела, - общие теоремы динамики, теорию удара; - основные методы исследования равновесия и движения механических систем, типовые алгоритмы такого исследования; - методы векторного анализа и теории функ-	- применять методы оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности - интерпретировать механические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата; - объяснять характер поведения механических систем с применением важнейших теорем механики их следствий; - рассчитывать элементы конструкций и механизмов автомобилей и тракторов на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность, в том числе с использованием метода конечных элементов; - разрабатывать кинематические и конструктивные схемы технических систем; - оценивать эффективность	- аппаратом оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности; - измерительными экспериментальными; - проводить измерительный эксперимент и оценивать результаты измерений с использованием современных программных средств и информационных технологий; - применением основных законов теоретической механики в важнейших практических приложениях; - применением типовых алгоритмов исследования равновесия и движения механических систем; - методами расчета несущей способности элементов, узлов и агрегатов автомобилей и

		ций комплексного переменного; - права и ответственность участников технического регулирования на автомобильном транспорте; - основные методы механических испытаний материалов; - механические свойства конструкционных материалов; - классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов автомобилей и тракторов; - принципиальные методы расчета по этим критериям, в том числе метод конечных элементов; - правила пользования стандартами и другой нормативной документацией.	предлагаемых схем; - осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов; - работать с электротехнической аппаратурой; - осуществлять выбор конструкционных и эксплуатационных материалов при проектировании и ремонте автомобилей и тракторов; - профессионально решать классические (типовые) задачи по данной дисциплине, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной математической литературе, приобретать новые математические знания, используя современные; - подготавливать необходимую документацию для сертификации и лицензирования деятельности на автомобильном транспорте.	тракторов с использованием графических, аналитических численных методов; - процедурами, связанными с допуском транспортных средств к эксплуатации.
ПК-5	способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, мо-	- основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пла-	- грамотно составлять расчетные схемы, - ставить граничные условия в	- навыками определения напряженно-деформированного состояния

	дернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	стичности и ползучести, - методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	двух- и трехмерных задачах, - определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций	стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; - методами анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений
ПСК-1.4	способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта автомобилей и тракторов, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	- основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, - методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	- грамотно составлять расчетные схемы, - ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, - определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций	- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ;

		вых, деформационных и температурных воздействиях	конструкций	вых программ; - методами анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений
--	--	--	-------------	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1.1. Структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Семестр	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая СРС и трудо- емкость (в часах)				Контроль	Форма: -текущего контроля успе- ваемости, СРС (по неделям семе- стра); - промежуточной аттестации (по семестрам)
			всего	лекции	ПЗ	СРС		
1	5	Основные понятия теории упругости	8	2		6		• опрос • контрольная работа №1 • проверка до-машних заданий • тестирование
2	5	Силы и напряжения	10	2	2	6		
3	5	Теория деформаций	10	2	2	6		
4	5	Обобщенный закон Гука	10	2	2	6		
5	5	Основные уравнения теории упругости	10	2	2	6		
6	5	Плоская задача теории упру- гости	14	2	4	8		• опрос • контрольная работа №2 • проверка до-машних заданий • тестирование
7	5	Примеры решения задач в цилиндрических координа- тах	12	2	2	8		
8	5	Расчет пластин	12	2	2	8		
9	5	Расчет оболочек	12	2	2	8		• опрос • проверка до-машних заданий • тестирование
10	5	Вариационные методы ре- шения задач строительной механики и теории упру- гости	10	2	2	6		• опрос • проверка до-машних заданий • тестирование
		Подготовка, сдача зачета с оценкой						•
Итого			108	20	20	68	-	Зачет с оценкой

4.1.2. Структура дисциплины по заочной форме обучения

№ п/п	Кур	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая СРС и трудо- емкость (в часах)				Контроль	Форма: -текущего контро- ля успеваемости, СРС (по неделям семе- стра); -промежуточной аттестации (по се- местрам)
			всего	лекции	ПЗ	СРС		
1.	3	Основные понятия тео- рии упругости	6	2		4		• опрос • контрольная ра- бота №1 • проверка до- машних заданий • тестирование
2.	3	Силы и напряжения	11	1	2	8		
3.	3	Теория деформаций	11	1	2	8		
4.	3	Обобщенный закон Гу- ка	10		2	8		
5.	3	Основные уравнения теории упругости	10			10		
6.	3	Плоская задача теории упругости	10			10		• опрос • тестирование
7.	3	Примеры решения за- дач в цилиндрических координатах	10			10		
8.	3	Расчет пластин	12			12		
9.	3	Расчет оболочек	12			12		• опрос • тестирование
10.	3	Вариационные методы решения задач строи- тельной механики и теории упругости	12			12		• опрос • тестирование
		Подготовка, сдача заче- та с оценкой	4				4	
Итого			104	4	6	94	4	Зачет с оценкой

4.2. Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Общее количество компетенций			Общее количество компетенций
		ОПК-4	ПК-5	ПСК-1.4	
Основные понятия теории упругости	8	+	+	+	3
Силы и напряжения	10	+	+	+	3
Теория деформаций	10	+	+	+	3
Обобщенный закон Гука	10	+	+	+	3
Основные уравнения теории упругости	10	+	+	+	3
Плоская задача теории упругости	14	+	+	+	3
Примеры решения задач в цилиндрических координатах	12	+	+	+	3
Расчет пластин	12	+	+	+	3
Расчет оболочек	12	+	+	+	3
Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости	10	+	+	+	3
Итого	108	10	10	10	30

4.3. Содержание разделов дисциплины (модуля)

Разделы дисциплины и их содержание	Результаты обучения
1. Основные понятия теории упругости	
1.1. Основные предпосылки и гипотезы теории упругости. 1.2. Методы теории упругости. 1.3. Условные обозначения. 1.4. Пространственная и плоская задачи теории упругости.	<i>Знание:</i> – основных предпосылок теории упругости; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости; – условных обозначений теории упругости; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; – анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях

многокритериальности и неопределённости	
2. Силы и напряжения	
2.1. Тензор напряжений. 2.2. Дифференциальные уравнения равновесия. 2.3. Напряжения на наклонных площадках. 2.4. Напряженное состояние в точке. 2.5. Главные напряжения, инварианты напряженного состояния. 2.6. Шаровой тензор и девиатор напряжений. 2.7. Интенсивность напряжений.	<i>Знание:</i> – основных определений нагрузки и напряжения; – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – дифференциальных уравнений равновесия; – свойств модели линейно упругого тела; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – составлять тензор напряжений; – находить наибольшее касательное напряжение; – определять октаэдрические напряжения; – определять главные напряжения; – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; · анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
3. Теория деформаций	
3.1. Перемещения и деформации. 3.2. Соотношения Коши. 3.3. Объемная деформация. 3.4. Уравнения неразрывности деформаций. 3.5. Тензор деформаций, главные деформации. 3.6. Инварианты деформаций.	<i>Знание:</i> – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – основных понятий теории деформации; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости; – свойств модели линейно упругого тела; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – определять перемещения и деформации в точке; – составлять тензор деформаций; – определять главные деформации; – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы;

	– составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; · анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
4. Обобщенный закон Гука	
4.1. Выражения деформаций через напряжения. 4.2. Выражения напряжений через деформации. 4.3. Закон Гука в тензорной форме. 4.4. Работа упругих сил, потенциальная энергия деформаций. 4.5. Теорема взаимности Бетти.	<i>Знание:</i> – закона Гука; – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости; – свойств модели линейно упругого тела; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – выражать деформации через напряжения; – выражать напряжения через деформации; – применять закон Гука; – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; · анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
5. Основные уравнения теории упругости	
5.1. Статические уравнения. 5.2. Геометрические уравнения. 5.3. Физические уравнения. 5.4. Уравнения в перемещениях (уравнение Ляме). 5.5. Уравнения в напряже-	<i>Знание:</i> – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости; – трех групп основных уравнений; – уравнений равновесия; – примеров использования уравнений теории упругости

ниях (уравнения Бельтрами – Митчелла).	при решении некоторых задач; – понятий о методе напряжений и методе перемещений; – принципа Сен-Венана; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – применять уравнения равновесия; – применять геометрические уравнения; – применять физические уравнения теории упругости; – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; ·анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
6. Плоская задача теории упругости	
6.1. Дифференциальные уравнения равновесия. 6.2. Граничные условия 6.3. Функция напряжений Эри. 6.4. Решение плоской задачи в полиномах. 6.5. Изгиб консоли силой, приложенной на конце. 6.6. Изгиб балки равномерно распределенной нагрузкой. 6.7. Расчет плотины треугольного профиля, решение плоской задачи в тригонометрических рядах. 6.8. Расчет неразрезной балки - стенки.	<i>Знание:</i> – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – основ плоского напряженного состояния и плоской деформации; – основных уравнений плоской задачи; – свойств модели линейно упругого тела; – методов решения плоской задачи с помощью одинарных тригонометрических рядов; – понятие о расчете пластинчатых систем; – особенности расчета ортотропных пластин; – постановку плоской задачи в полярных координатах; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – моделировать и решать задачи теории упругости; – использовать функцию напряжений; – производить элементарные решения с помощью функций напряжений; – составлять расчетные схемы; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; ·анализировать напряженное состояние в опасных точках и

	правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
7. Примеры решения задач в цилиндрических координатах	
7.1. Задача растяжения цилиндрического бруса. 7.2. Нагружение цилиндрической трубы внутренним и внешним давлением. 7.3. Сосредоточенная сила, приложена внутри упругого полупространства. 7.4. Задача Буссинеска.	<i>Знание:</i> – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – постановку задачи о растяжении цилиндрического бруса; – основы решения задач в цилиндрических координатах; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости; – свойств модели линейно упругого тела; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – моделировать и решать задачи теории упругости; – решать задачи в цилиндрических координатах; – составлять расчетные схемы; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; – анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
8. Расчет пластин	
8.2. Уравнения равновесия. 8.3. Основное уравнение изгиба пластин. 8.4. Расчеты задач на изгиб пластин. 8.5. Прямоугольная пластинка. 8.6. Эллиптическая пластинка. 8.7. Круглая пластинка.	<i>Знание:</i> – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – основного уравнения изгиба пластин; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих при-

	кладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы; – производить расчеты задач на изгиб пластин; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; ·анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
9. Расчет оболочек	
9.1. Уравнения для цилиндрической оболочки. 9.2. Уравнения равновесия. 9.3. Геометрия деформации. 9.4. Цилиндрические резервуары. 9.5. Общий порядок расчета резервуара. 9.6. Длинные цилиндрические оболочки балочного типа.	<i>Знание:</i> – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости; – некоторые сведения из теории поверхностей; – общий порядок расчета резервуара; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы; – производить расчеты оболочек; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; ·анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости
10. Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости	
10.1. Функционал потенциальной энергии. 10.2. Принцип возможных перемещений. 10.3. Методы Ритца и Бубнова - Галеркина.	<i>Знание:</i> – основ напряженного и деформированного состояния твердого упругого тела; – основных уравнений и методов решения задач теории упругости;

10.4. Метод Треффца. 10.5. Обобщенный функционал внешних сил. 10.6. Вариационные принципы Лагранжа и Кастильяно.	– основы вариационного принципа Лагранжа; – связь между вариационной и дифференциальной формулировками задач теории упругости; – методов решения проблем теории упругости; – различные подходы к формулировке определяющих законов теории упругости; – методы решения конкретных задач, имеющих прикладное значение в машиностроении. <i>Умение:</i> – моделировать и решать задачи теории упругости; – составлять расчетные схемы; – применять приближенные методы решения к задачам теории упругости; – составлять основные уравнения и применять методы теории упругости для решения прикладных задач; – анализировать напряженное состояние в опасных точках и правильно применять основные гипотезы классической теории упругости. <i>Владение:</i> навыками пользования способами разработки конкретных вариантов решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределённости.
--	--

4.4. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум по очной и заочной формам обучения рабочим учебным планом не предусмотрен.

4.5. Практические занятия (семинары)

4.5.1. Методические рекомендации к практическим занятиям студентов очной формы обучения

Одной из важных форм учебного процесса при изучении дисциплины «Основы теории упругости» в вузе являются практические занятия, в ходе которых студенты закрепляют изученный ранее теоретический материал, получают практические навыки решения конкретных вычислительных задач, знакомятся со специальным программным обеспечением и техникой обработки экспериментальных данных. При этом одной из основных задач практикума является развитие различных форм самостоятельной работы на всех этапах проведения практикума, привитие умения правильно выбирать методику расчета и анализировать результаты.

Подготовку к занятиям следует начинать с внимательного изучения соответствующих разделов учебных пособий и учебников, далее — следует изучать специальную литературу и источники, работать с таблицами, схемами, написать доклад, если студент получил такое задание. Готовясь к занятиям и принимая активное участие в их работе, студент получает навыки работы над источниками и литературой, самостоятельной работы над письменным и устным сообщением (докладом), учится участвовать в дискуссиях, отстаивать свою точку зрения, формулировать и аргументировать выводы. Форма практических занятий во многом определяется его темой. Практика показывает, что основные формы занятий следующие: беседа на основе составленного преподавателем плана (она наиболее приемлема при обсуждении одного из теоретических вопросов по проблемам темы или

монографии), коллоквиум по разделу учебника или одной из монографий (коллоквиум предполагает прежде всего проверку знаний по определенной теме, источникам, разделу курса); подготовка письменного доклада студентом, его устный доклад и обсуждение его на практическом занятии; решение практических задач с подробными выводами по полученным результатам и их защита.

В планы практических занятий включены основные вопросы общего курса. В ходе занятий возможна их конкретизация и корректировка. При подготовке сообщений и докладов следует широко использовать опубликованные источники, мемуарную и исследовательскую литературу. Учебники и учебные пособия студент использует по своему выбору. Каждому студенту в течение семестра следует прочитать не менее двух трудов, которые указаны в списке литературы или рекомендовано преподавателем из числа новых публикаций, составить краткий реферат и быть готовым к беседе по ним с преподавателем.

Тематика практических занятий студентов очной формы обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1	2	Теория напряжений	2
2	3	Теория деформаций	2
3	4	Обобщенный закон Гука	2
4	5	Основные уравнения теории упругости	2
5	6	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах	2
6	6	Плоская задача теории упругости в полярных координатах	2
7	7	Примеры решения задач в цилиндрических координатах	2
8	8	Расчет пластин	2
9	9	Расчет оболочек	2
10	10	Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости	2
Итого			20

4.5.1. Методические рекомендации к практическим занятиям студентов заочной формы обучения

Для студентов заочной формы обучения предусмотрено 3 практических занятий, в рамках которых необходимо разобрать основные вопросы курса. Форма практических занятий во многом определяется его темой. Практика показывает, что основные формы занятий следующие: беседа на основе составленного преподавателем плана (она наиболее приемлема при обсуждении одного из теоретических вопросов по проблемам темы), подготовка задания студентом, его устный доклад и обсуждение его на практическом занятии; решение практических задач с подробными выводами по полученным результатам и их защита.

Тематика практических занятий студентов заочной формы обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1	2	Теория напряжений	2
2	3	Теория деформаций	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудо-емкость (час.)
3	4	Обобщенный закон Гука	2
Итого			6

4.6. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

4.6.1. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля по очной форме обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Основные понятия теории упругости	6	Работа с учебной литературой. Подготовка докладов. Поиск и обзор научных публикаций, электронных источников информации, подготовка заключения по обзору	Опрос. Текущий контроль. Проверка практикума. Проверка домашних заданий. Оценка выступлений. Контрольная работа. Тестирование.
2.	Силы и напряжения	6	Работа над рефератами.	
3.	Теория деформаций	6	Выполнение расчетных заданий, анализ результатов, составление выводов на основе выполненных расчетных заданий.	
4.	Обобщенный закон Гука	6	Анализ фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.	
5.	Основные уравнения теории упругости	6	Выполнение домашних заданий.	
6.	Плоская задача теории упругости	8	Подготовка к зачету с оценкой.	
7.	Примеры решения задач в цилиндрических координатах	8		
8.	Расчет пластин	8		
9.	Расчет оболочек	8		
10.	Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости	6		
	ИТОГО	68		Зачет с оценкой

4.6.2. Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля по заочной форме обучения

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Основные понятия теории упругости	4	Работа с учебной литературой. Подготовка докладов. Поиск и обзор научных публикаций, электронных источников информации, подготовка заключения по обзору	Опрос. Текущий контроль. Проверка практикума. Контрольная работа. Тестирование.
2.	Силы и напряжения	8	Выполнение расчетных заданий, анализ результатов, составление выводов на основе выполненных расчетных заданий. Анализ фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа. Подготовка к зачету с оценкой.	
3.	Теория деформаций	8		
4.	Обобщенный закон Гука	8		
5.	Основные уравнения теории упругости	10		
6.	Плоская задача теории упругости	10		
7.	Примеры решения задач в цилиндрических координатах	10		
8.	Расчет пластин	12		
9.	Расчет оболочек	12		
10.	Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости	12		
	ИТОГО	94		

5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование раз- дела</i>	<i>Виды учебной работы</i>	<i>Формируемые компетенции (указывается код компетенции)</i>	<i>Информационные и об- разовательные техноло- гии</i>
1	2	3	4	5
1.	Основные понятия теории упругости	Лекция 1 Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Тестирование
2.	Силы и напряжения	Лекция 2. Практическое занятие 1. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция визуализация с применением средств мульти-медиа Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест
3.	Теория деформаций	Лекция 3. Практическое занятие 2. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция визуализация с применением средств мульти-медиа Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест
4.	Обобщенный закон Гука	Лекция 4. Практическое занятие 3. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция визуализация с применением средств мульти-медиа Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест
5.	Основные уравнения теории упругости	Лекция 5. Практическое занятие 4. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция визуализация с применением средств мульти-медиа Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест
6.	Плоская задача теории упругости	Лекция 6. Практические занятия 5-6.	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция с разбором конкретных ситуаций Консультирование и проверка домашних заданий

		Самостоятельная работа		посредством электронной почты Контрольная работа Тест
7.	Примеры решения задач в цилиндрических координатах	Лекция 7 Практическое занятие 7. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция визуализация с применением средств мульти-медиа Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест
8.	Расчет пластин	Лекция 8. Практическое занятие 8. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция с разбором конкретных ситуаций Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест
9.	Расчет оболочек	Лекция 9. Практическое занятие 9. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция с разбором конкретных ситуаций Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест
10.	Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости	Лекция 10. Практическое занятия 10. Самостоятельная работа	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Лекция с разбором конкретных ситуаций Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты Контрольная работа Тест

5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

В процессе преподавания дисциплины «Основы теории упругости» используются как классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия), так и активные методы обучения (интерактивные занятия).

Чтение лекций по данной дисциплине проводится традиционным способом.

Студентам предоставляется возможность для самоподготовки и подготовки к зачету с оценкой использовать электронный вариант конспекта лекций, подготовленный преподавателем в соответствии с планом лекций.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий. Поэтому при проведении практического занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).
2. Проверить правильность выполнения заданий, подготовленных студентом дома (с оценкой).

Любое практическое занятие включает самостоятельную проработку теоретического материала и изучение методики решения типичных задач.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- решение студентом самостоятельно задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений;
- выполнение индивидуальных заданий повышенной сложности, направленных на развитие у студентов научного мышления и инициативы.

5.1.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях по очной форме обучения

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5	Л	Обсуждение материала в ходе мультимедийных презентаций на проблемных лекциях по темам: 1. Силы и напряжения 2. Примеры решения задач в цилиндрических координатах	4
	ПЗ	Учебные дискуссии, деловые игры по темам: 1. Обобщенный закон Гука 2. Расчет пластин	4
Итого			8

5.1.2 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях по заочной форме обучения

Курс	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	ПЗ	Учебные дискуссии, деловые игры по темам: 1. Обобщенный закон Гука	2
Итого:			2

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий (мультимедийная презентация и видеофильмы);
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet-ресурсов*, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 20 % от общего объема аудиторных занятий по заочной форме обучения и 40% от общего объема аудиторных занятий по очной форме.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Рабочей программой дисциплины «Основы теории упругости» предусмотрено участие дисциплины в формировании следующих компетенций:

Компетенции	Код дисциплины	Дисциплины, практики, НИР, через которые формируются компетенция (компоненты)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОПК-4 способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	Б2.Б.01(У)	Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)	1
	Б1.Б.23	Материаловедение	2
	Б1.Б.19	Соппротивление материалов	2,3
	Б1.Б.26	Метрология, стандартизация и сертификация	2,3
	Б1.Б.24	Технология конструкционных материалов	3
	Б1.Б.25	Электротехника, электроника и электропривод	3,4
	Б1.Б.07	Маркетинг	4
	Б1.В.ДВ.04.01	Основы теории упругости	4
	Б1.В.ДВ.04.02	Теория пластичности	4
	Б1.В.ДВ.09.01	Правила и безопасность дорожного движения	4
	Б1.В.ДВ.09.02	Системы безопасности автомобилей и тракторов	4
	Б1.В.ДВ.09.03	Психосаморегуляция обучающегося с ограниченными возможностями здоровья	4
	Б1.Б.20	Детали машин и основы конструирования	4,5
	Б1.Б.34	Электрооборудование автомобилей и тракторов	5
	Б1.Б.33	Энергетические установки автомобилей и тракторов	5,6
	Б1.Б.37	Эксплуатация автомобилей и тракторов	6,7

	Б1.Б.35	Конструкционные и защитно-отделочные материалы	8
ПК-5 способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	Б1.Б.23	Материаловедение	1
	Б1.Б.24	Технология конструкционных материалов	2
	Б1.Б.25	Электротехника, электроника и электропривод	2,3
	Б1.Б.30	Надёжность механических систем	3
	Б1.В.ДВ.04.01	Основы теории упругости	3
	Б1.В.ДВ.04.02	Теория пластичности	3
	Б1.В.ДВ.09.01	Правила и безопасность дорожного движения	3
	Б1.В.ДВ.09.02	Системы безопасности автомобилей и тракторов	3
	Б1.В.ДВ.09.03	Психосаморегуляция обучающегося с ограниченными возможностями здоровья	3
	Б1.В.08	Триботехника	4
	Б1.В.13	Прогрессивные технологии обработки материалов	4
	Б1.Б.33	Энергетические установки автомобилей и тракторов	4,5
	Б1.В.02	Социология транспортного обслуживания населения	5
	Б1.Б.38	Ремонт и утилизация автомобилей и тракторов	5,6
	Б1.В.ДВ.07.01	Противокоррозионная защита автомобилей и тракторов	7
	Б1.В.ДВ.07.02	Дорожные условия и безопасность движения	7
	Б2.Б.07(П)	Преддипломная практика	8
ПСК-1.4 способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта автомобилей и тракторов, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	Б1.Б.30	Надёжность механических систем	1
	Б1.В.ДВ.04.01	Основы теории упругости	1
	Б1.В.ДВ.04.02	Теория пластичности	1
	Б1.В.08	Триботехника	2
	Б2.Б.03(П)	Производственная практика (конструкторская практика)	3
	Б1.В.09	Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования	4
	Б1.Б.38	Ремонт и утилизация автомобилей и тракторов	4,5
	Б1.В.10	Рабочие процессы автомобилей и тракторов и основы расчета их узлов и агрегатов	4,5
	Б1.В.ДВ.08.01	Управление техническими системами	5
	Б1.В.ДВ.08.02	Методы определения ремонтпригодности автомобилей	5

		и тракторов	
	Б1.Б.35	Конструкционные и защитно-отделочные материалы	6

** Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы определяются семестром изучения дисциплин и прохождения практик.*

6.1.2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины «Основы теории упругости» представлен в таблице:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия теории упругости	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное
2	Силы и напряжения	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
3	Теория деформаций	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
4	Обобщенный закон Гука	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
5	Основные уравнения теории упругости	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
6	Плоская задача теории упругости	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
7	Примеры решения задач в цилиндрических координатах	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
8	Расчет пластин	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)

9	Расчет оболочек	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)
10	Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4	Опрос (коллоквиум), тестирование письменное, контрольная работа, индивидуальные домашние задания (расчетные задания)

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

Текущий контроль осуществляется в виде оценивания ответов студентов во время опросов (коллоквиумов), компьютерного тестирования, защит практических работ, проверок индивидуальных домашних заданий (расчетных заданий).

Промежуточный контроль знаний проводится в форме зачета с оценкой, включающие теоретические вопросы и практические задания, и оценивается до 30 баллов. В результате текущего и промежуточного контроля знаний студенты получают зачет по курсу.

Форма оценочного средства	Количество работ (в семестре)	Максимальный балл за 1 работу	Итого баллов
Обязательные			
Опрос (коллоквиум)	1	5	5,0
Тестирование письменное	2	5	10,0
Контрольная работа	1	10	10,0
Работа у доски	5	2	10,0
Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	10	2	20
Итого	-	-	55,0
Дополнительные			
Выступление на конференции (доклад)	1	10	10
Дополнительные индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	2	2,5	5
Итого			15,0

План–график проведения контрольно-оценочных мероприятий на весь срок изучения дисциплины «Основы теории упругости» для студентов очной формы обучения

Срок		Название оценочного мероприятия	Форма оценочного средства	Объект контроля
Семестр 5	Практическое занятие 1	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 2	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 3	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5,

				ПСК-1.4
	Практическое занятие 4	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 5	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 6	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 7	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 8	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 9	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 10	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Зачет с оценкой	Промежуточная аттестация	Вопросы к зачету с оценкой	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4

Оценка «зачтено», «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, набравшему не менее 51 балла в результате суммирования баллов, полученных при текущем контроле и промежуточной аттестации.

Полученный совокупный результат (максимум 100 баллов) конвертируется в традиционную шкалу:

100-балльная шкала	Традиционная шкала	
86 – 100	Отлично	зачтено
71 – 85	Хорошо	
51 – 70	удовлетворительно	
50 и менее	неудовлетворительно	не зачтено

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

Текущий контроль

Оценка за текущую работу на практических занятиях, проводимую в форме работы у доски, осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой. Оценивание ответа студента производится по следующей шкале баллов:

Критерий оценки	ОФ
Демонстрирует полное понимание изученного материала. Самостоятельно выбирает метод решения задачи. Самостоятельно производит расчеты. Дает полный развернутый ответ на вопросы задачи.	2,0

Демонстрирует полное понимание изученного материала. Самостоятельно выбирает метод решения задачи. Самостоятельно производит расчеты с некоторыми корректировками преподавателя. Дает полный развернутый ответ на вопросы задачи.	1,5
Дает неполный ответ на основной вопрос. Не дает ответа на дополнительный вопрос. Демонстрирует неполное понимание изученного материала. Выбирает метод решения задачи с подсказки преподавателя. Производит расчеты с подсказками и корректировками преподавателя. Дает полный развернутый ответ на вопросы задачи с помощью преподавателя.	1
Нет ответа	0

Опрос (коллоквиум) является одним из обязательных этапов формирования аттестационного минимума для получения допуска к зачету с оценкой. Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в результате каждого этапа промежуточной аттестации – 5 баллов. Оценка ответа студента складывается как среднее значение при ответе на вопросы преподавателя, каждый из которых оценивается по следующей шкале:

Критерий	Баллы
Содержание ответа в целом соответствует теме вопроса. В ответе отражены все дидактические единицы, предусмотренные вопросом. Продемонстрировано уверенное владение освоенным материалом, отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения.	5
Содержание ответа в целом соответствует теме вопроса. В ответе отражены все дидактические единицы, предусмотренные вопросом. Присутствуют ошибки в употреблении терминов, связей между ними, недочеты в формулировках свойств, критериев, правил и т.д.	4
Содержание ответа не в полном объеме соответствует теме вопроса. Присутствуют ошибки в употреблении терминов, связей между ними, в формулировках свойств, критериев, правил и т.д.	3
Содержание ответа не соответствует теме вопроса. Присутствуют ошибки в употреблении терминов, связей между ними, в формулировках свойств, критериев, правил и т.д.	0

Оценка по результатам тестирования складывается исходя из суммарного результата ответов на блок вопросов. Общий максимальный балл по результатам тестирования – 5 баллов. За семестр по результатам двух этапов тестирования студент может набрать до 10 баллов.

При оценивании контрольной работы учитывается:

- полнота выполненной работы (задание выполнено не полностью и/или допущены две и более ошибки или три и более неточности) – 5-6 балла;
- обоснованность решения и выводов работы (задание выполнено полностью, но обоснование решения и выводов недостаточны, но рассуждения верны) – 7-8 балла;
- работа выполнена полностью, в рассуждениях и доказательствах нет пробелов или ошибок, возможна одна неточность -9-10 баллов.

Критерии оценивания домашних работ устанавливаются исходя из максимального балла за выполнение одной домашней работы – 2 балла. Общий максимальный результат за обязательные виды домашних работ, включающих 10 работ – 20 баллов. За выполнение одной дополнительной домашней работы – 2,5 баллов. Максимальное количество баллов за все дополнительные домашние работы – 5 баллов (2 дополнительные домашние работы). Итоговый результат за выполнение каждой части задания формируется исходя из следующих критериев:

Критерий	Баллы
Работа выполнена в полном объеме, оформлен отчет согласно всем требованиям, студент может ответить на все дополнительные вопросы.	2
Работа выполнена в полном объеме, отчет оформлен с недочетами, и негрубыми ошибками, студент может ответить на все или часть дополнительных вопросов.	1,5
Работа выполнена в полном объеме, отчет оформлен с недочетами, грубыми ошибками, студент не ответил на дополнительные вопросы.	1

Критерии оценивания дополнительных индивидуальных домашних заданий (расчетные задания) устанавливаются исходя из максимального балла за выполнение задания, состоящего из одной части – 2,5 баллов. Итоговый результат за выполнение задания формируется исходя из следующих критериев:

Критерий	Балл
Правильная постановка задачи (определение входных и выходных переменных, определение числа переменных)	0,2
Выбор метода решения задачи	0,3
Правильность расчетов	1,5
Правильный анализ полученных результатов	0,5
<i>Итого</i>	2,5

Выступление студента с докладом на конференции предполагает значительную самостоятельную работу студента, поэтому оценивается по повышенной шкале баллов. В балльно-рейтинговой системе выступление с докладом относится к дополнительным видам работ. Шкала дифференцирована по ряду критериев. Общий результат складывается как сумма баллов по представленным критериям. Максимальный балл за выступление с докладом – 10 баллов.

Критерий оценки	ОФ
Актуальность темы	1,0
Полное раскрытие проблемы	1,0
Наличие собственной точки зрения	1,0
Наличие презентации	2,0
Правильные ответы на вопросы аудитории	3,0
Логичность и последовательность изложения	1,0
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	1,0
Итого	10

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация заключается в объективном выявлении результатов обучения, которые позволяют определить степень соответствия действительных результатов обучения и запланированных в программе. Направлена на оценивание обобщенных результатов обучения, выявление степени освоения студентами системы знаний и умений, полученных в результате изучения дисциплины «Основы теории упругости».

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы теории упругости» включает: зачет с оценкой.

Зачетный билет включает 3 вопроса, один из которых позволяют оценить уровень знаний, приобретенных в процессе изучения теоретической части, а два (практического характера) – оценить уровень понимания студентом сути явления (процесса) и способности высказывать суждения, рекомендации по заданной проблеме. В вопросах практического характера оценивается способность анализа имеющихся данных, выбора метода решения поставленной задачи и экономического анализа полученных результатов.

Блок вопросов к зачету с оценкой формируется из числа вопросов, изученных в течение пятого семестра.

Вопросы к зачету с оценкой разделены на 2 части:

- вопросы для оценки знаний теоретического курса;
- вопросы для оценки понимания/умения (практического характера).

Для промежуточной аттестации в балльно-рейтинговой системе предусмотрено 30 баллов. Аттестация производится отдельно по каждому вопросу билета.

Балльно-рейтинговая система предусматривает возможность ответа на один или два вопроса из билета по выбору преподавателя в том случае, если в результате текущей аттестации студент набрал более 70 баллов, поскольку суммарный результат по итогам текущей и промежуточной аттестации не может превышать 100 баллов.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности (полный комплект фондов оценочных средств приводится в Приложении 1)

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой ***Вопросы для оценки знаний теоретического курса***

1. Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжения.
2. Напряжения на наклонных площадках.
3. Главные напряжения и главные площадки.
4. Инварианты тензора напряжений.
5. Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений.
6. Инварианты девиатора напряжений.
7. Наибольшие касательные напряжения.
8. Геометрическое представление напряженного состояния в точке тела.
9. Интенсивность напряжений.
10. Октаэдрические напряжения.
11. Дифференциальные уравнения равновесия.
12. Статические условия на поверхности тела.
13. Компоненты перемещений и компоненты деформации.
14. Дифференциальные зависимости компонентов малой деформации от компонентов смещения. Уравнения Коши.
15. Деформации в точке тела. Тензор деформации.
16. Объемная деформация.
17. Линейная деформация в произвольном направлении.
18. Угловая деформация в произвольной плоскости.
19. Аналогия с теорией напряженного состояния.
20. Главные деформации, главные оси.
21. Инварианты тензора деформации.
22. Шаровой тензор и девиатор деформации.
23. Уравнения неразрывности деформаций. Уравнения Сен-Венана.
24. Обобщенный закон Гука.
25. Различные варианты представления закона упругости.
26. Закон упругого изменения объема и закон упругого изменения формы.
27. Потенциальная энергия деформации.
28. Упругий потенциал для линейного материала.
29. Формула Кастильяно, формула Грина.
30. Классификация основных уравнений теории упругости.
31. Основные задачи теории упругости.
32. Методы решения задач теории упругости.
33. Прямая постановка задач теории упругости.

34. Обратная постановка задач теории упругости.
35. Решение задач теории упругости в перемещениях (уравнение Ламе).
36. Решение задач теории упругости в напряжениях (уравнения Бельтрами-Митчелла).
37. Полуобратный метод Сен-Венана.
38. Теорема единственности решения задач теории упругости.
39. Чистое кручение стержня круглого поперечного сечения.
40. Кручение некруглых сечений. Задача Сен-Венана.
41. Кручение стержня эллиптического сечения.
42. Плоская деформация. Основные уравнения плоской задачи теории упругости.
43. Плоское напряженное состояние. Основные уравнение.
44. Решения плоской задачи в напряжениях.
45. Функция напряжений для плоской задачи (функция напряжений Эри).
46. Бигармоническое уравнение плоской задачи.
47. Решение плоской задачи для прямоугольных односвязных областей в полиномах.
48. Изгиб консоли силой, приложенной на конце.
49. Изгиб прямоугольной полосы на двух опорах под равномерно распределенной нагрузкой.
50. Треугольная подпорная стенка.
51. Плоская задача в полярных координатах.
52. Дифференциальное уравнение равновесия в полярных координатах.
53. Определение линейных и угловых деформаций плоской задачи в полярных координатах.
54. Функция напряжений. Бигармоническое уравнение в полярных координатах.
55. Полярно-симметричное распределение напряжений. Осесимметричные задачи.
56. Решение плоской задачи в перемещениях (в полярных системах координат).
57. Решение плоской задачи в напряжениях (в полярных системах координат).
58. Осесимметричная деформация толстостенного цилиндра или диска (Задача Ляме).
59. Решение задач Ламе в перемещениях.
60. Решение задач Ламе в напряжениях.
61. Чистый изгиб кругового бруса (Задача Х.С.Головина).
62. Клинь, нагруженный в вершине сосредоточенной силой.
63. Клинь, нагруженный в вершине сосредоточенным моментом.
64. Действие сосредоточенной силы на границе полуплоскости (Задача Буссинеска-Фламана).
65. Растяжение полосы с круглым отверстием.
66. Действие двух равных и противоположно направленных по радиусу сил на круглый диск (задача Герца).

Вопросы на оценку понимания/умений

1. Напряженное состояние в точке.
2. Напряжения на наклонных площадках.
3. Дифференциальные уравнения равновесия.
4. Главные площадки. Главные напряжения.
5. Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений.
6. Деформированное состояние в окрестности точки тела.
7. Уравнения неразрывности деформации.
8. Обобщенный закон Гука.
9. Различные варианты представления закона упругости.
10. Удельная потенциальная энергия деформации.

11. Формула Грина и Кастильяно.
12. Классификация основных уравнений теории упругости.
13. Основные задачи теории упругости.
14. Основные уравнения в перемещениях.
15. Уравнения теории упругости в напряжениях.
16. Плоское обобщенное напряженное состояние.
17. Плоская деформация.
18. Решения плоской задачи в напряжениях.
19. Функция напряжений. Бигармоническое уравнение плоской задачи.
20. Решение плоской задачи в полиномах.
21. Треугольная подпорная стенка.
22. Осесимметричные и неосесимметричные задачи.

Образцы тестовых заданий

Тест 1.

Каким напряженным состоянием соответствуют условия равенство нулю третьего инварианта $I_{3\sigma}$:

- A) пространственным.
- B) одноосным.
- C) главным.
- D) двухосным.
- E) октаэдрическим.

Тест 2.

Какие составляющие напряжения характеризуют напряженное состояние в точке :

- A) компоненты тензора напряжений.
- B) нормальные напряжения.
- C) касательные напряжения.
- D) октаэдрические напряжения.
- E) главные напряжения.

Тест 3.

Какая из приведенных формул определяет нормальное напряжения в наклонной площадке:

- A) $\sigma_v = \frac{1}{2} \sigma \sin 2\alpha + \tau \cos 2\alpha$.
- B) $\sigma_v = \frac{1}{3} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$.
- C) $\sigma_v = \sqrt{p_v^2 - \sigma_v^2}$.
- D) $\sigma_v = \sigma_1 l^2 + \sigma_2 m^2 + \sigma_3 n^2 - (\sigma_1 l^2 + \sigma_2 m^2 + \sigma_3 n^2)^2$.
- E) $\sigma_v = \sigma_x l^2 + \sigma_y l^2 + \sigma_z l^2 + 2\tau_{xy} lm + 2\tau_{yz} mn + 2\tau_{zx} nl$.

Тест 4.

Какая из приведенных выражений определяет третий инвариант тензора напряжений :

A) $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$.

B) $\sigma_x \sigma_y \sigma_z + 2\tau_{xy} \tau_{yz} \tau_{zx} - \sigma_x \tau_{yz}^2 - \sigma_y \tau_{zx}^2 - \sigma_z \tau_{xy}^2$.

C) $\sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_z + \sigma_z \sigma_x - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{zx}^2$.

D) $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$

E) $\sigma_x l + \sigma_y m + \sigma_z n$.

Тест 5.

Какая из приведенных формул определяет нормальное напряжения в октаэдрической площадке через компоненты тензора напряжений:

A) $\sigma_v = \sqrt{p_v^2 - \sigma_v^2}$.

B) $\sigma_{окт} = \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$.

C) $\sigma_{окт} = \frac{1}{3}(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$.

D) $\sigma_{окт} = \sigma_1^2 l^2 + \sigma_2^2 m^2 + \sigma_3^2 n^2 - (\sigma_1 l^2 + \sigma_2 m^2 + \sigma_3 n^2)^2$.

E) $\sigma_{окт} = \frac{1}{2} \sigma \sin 2\alpha + \tau \cos 2\alpha$.

Тест 6.

Чему равна нормальное напряжения σ_v на площадке, равнонаклоненной к направлениям главных напряжений $\sigma_1 = 30 \text{ МПа}$, $\sigma_2 = 10 \text{ МПа}$, $\sigma_3 = -20 \text{ МПа}$:

A) 6,7.

B) 60.

C) 50.

D) 0.

E) 15.

Тест 7.

Укажите условие ортогональности главных площадок:

A) $\sigma_x l + \sigma_y m + \sigma_z n$.

B) $l^2 + m^2 + n^2 = 1$, .

C) $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$.

D) $\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3$.

E) $l_i l_j + m_i m_j + n_i n_j = 0$, где $i \neq j$.

Тест 8.

Для некоторой точки тела известен тензор напряжений

$$T_{\pi} = \begin{pmatrix} 10 & 0 & 15 \\ 0 & 20 & -15 \\ 15 & -15 & 0 \end{pmatrix}.$$

Чему равен первой инвариант шарового тензора напряжений:

- A) 200.
- B) 10.
- C) 15.
- D) 60.
- E) 30.

Тест 9.

Для некоторой точки тела известен тензор напряжений

$$T_{\pi} = \begin{pmatrix} 10 & 0 & 15 \\ 0 & 20 & -15 \\ 15 & -15 & 0 \end{pmatrix}.$$

Чему равен первой инвариант девиатора напряжений :

- A) 12,7.
- B) 6,7.
- C) 0.
- D) 47,8.
- E) 2.

Тест 10.

Как записываются компоненты линейных деформации в декартовых координатах :

- A) $\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}, \quad \varepsilon_{\theta} = \frac{u}{r}, \quad \tau_{r\theta} = 0.$
- B) $\varepsilon_x = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad \varepsilon_y = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, \quad \gamma_{xy} = -2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}.$
- C) $\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}, \quad \varepsilon_{\theta} = \frac{\partial^2 v}{r \partial \theta} + \frac{u}{r}, \quad \gamma_{r\theta} = \frac{\partial u}{r \partial \theta} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r}.$
- D) $\varepsilon_x = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}, \quad \varepsilon_z = \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}.$
- E) $\varepsilon_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}.$

Тест 11.

Какие три из пяти записанных формул называется обобщенным законом Гука

1. $\varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)]$; 3. $\varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)]$; 5. $\varepsilon_{cp} = \frac{(1-2\mu)}{E} \sigma_{cp}$;

2. $\sigma_{cp} = \frac{E}{(1-2\mu)} \varepsilon_{cp}$; 4. $\varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)]$;

A) (1, 2, 5).

B) (2, 4, 5).

C) (1, 3, 4).

D) (3, 4, 5).

E) (2, 3, 4).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1.	Сопротивление материалов: Учебник Режим доступа - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394019722.html -	Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник; под общ. ред. Г. Д. Межецкого, Г. Г. Загребина.	М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2013.	все	5	эл. рес.	
2	Основы теории упругости и пластичности. Режим доступа http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937121.html	Кожаринова Л.В.	М. : Издательство АСВ, 2010	все	5	эл. рес.	

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров в библиотеке
1.	Сборник задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : Учеб. пособие http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200346.html	П.В. Грес, В.Н. Агуленко, Л.А. Краснов и др.	М. : Абрис, 2012.	все	5	эл. рес.

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение: Офисные программы: Microsoft Office 2007; Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2013, Microsoft Visual Studio 2008-2015, по программе MS DreamSpark MS Project Professional 2016, по программе MS DreamSpark, MS Visio 2007-2016, по программе MS DreamSpark, MS Access 2010-2016, по программе MS DreamSpark MS Windows, 7 pro 8 pro 10 pro, AutoCAD, Irbis, My Test, BusinessStudio 4.0, 1С: Предприятие 8. Сельское хозяйство. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведений (обновление 2020 г.), Консультационно-справочные службы Гарант (обновление 2020 г.), Консультант (обновление 2020 г.), SuperNovaReaderMagnifier (Программа экранного увеличения с поддержкой речи для лиц с ограниченными возможностями).

Интернет ресурсы:

<http://matema.narod.ru> – электронный справочник по математике.

<http://www.matburo.ru> – математическое Бюро. Решение задач по высшей математи-

ке.

<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к образовательным ресурсам.
<http://matclub.ru> – высшая математика, лекции, курсовые, примеры решения задач, электронные учебники.
<http://www.math.ru> – Математика и образование.
<http://mccme.ru> – Московский центр непрерывного математического образования.
<http://www.allmath.ru> Allmath.ru – вся математика в одном месте.
<http://www.exponenta.ru> – образовательный математический сайт.
<http://www.mathem.h1.ru> – Математика on-line: справочная информация в помощь студенту.
<http://www.mathtest.ru> – Математика в помощь школьнику и студенту (тесты по математике on-line).

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля, задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний и формирования умений представлены в приложении 3.

Аудитории 123, 1-204, 1-401, 1-501 доступны для самостоятельной работы студентов.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы теории упругости» включает перечень аудиторий (216, 246, 256) с установленными в них оборудованием.

Оснащение аудиторий учебным оборудованием:

аудитория	назначение и оснащение аудитории
216	Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием. ПК IRU Office 313 Mi3 7100(3,9)/4Gb*500 Gb (15 шт.), монитор 19.5E2016H черный TN LED (15 шт.), экран с электроприводом DRAPER (1 шт.), доска классная (1 шт.), стол компьютерный (учебный) (18 шт.), шкаф 2-х (1 шт.), стул (30 шт.). ОС Windows 10, License 65635986 Родительская программа : OPEN 95640528ZZE1708. Microsoft Office 2007, License 65635986 Родительская программа : OPEN 95640528ZZE1708. Соглашение о подписке «Microsoft Imagine Premium». Договор №153-2016 от 19.07.2016 г. Электронный периодический справочник «Система Гарант». Договор №Г-214/2019 от 27.12.2018 г. Справочная правовая система КонсультантПлюс. Договор №2019_TC_LCB_84 поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 09.01.2019 г. Офисный пакет приложений LibreOffice (Лицензия LGPL).
246	Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием. Комплект персонального компьютера Квадро-ПК (12 шт.), экран с электроприводом DRAPER BARONET HW (1 шт.), доска ученическая настенная трехэлементная (1 шт.), шкаф книжн. 2-х ств. (3 шт.), стол компьютерный (12 шт.), стол ученический 2-х местный на металлокаркасе (6 шт.), стул (23 шт.). ОС Windows 7, ОС Windows 8.1, ОС Windows 10. Подписка «Microsoft Imagine Premium». Договор №153-2016 от 19.07.2016 г. Электронный периодический справочник «Система Гарант». Договор №Г-214/2019 от 27.12.2018 г. Справочная правовая система КонсультантПлюс. Договор №2019_TC_LCB_84 поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 09.01.2019 г. Microsoft Office 2007 Suites. License 65635986 Родительская программа : OPEN 95640528ZZE1708. Microsoft Office Standard 2010. License 65635986 Родительская программа : OPEN 95640528ZZE1708. Архиватор 7-Zip (Лицензия LGPL), растровый графический редактор GIMP (Лицензия GPL), программа для работы с электронной почтой и группами новостей MozillaThunderbird (Лицензия MPL/GPL/LGPL), офисный пакет приложений LibreOffice (Лицензия LGPL), веб-браузер MozillaFirefox (Лицензия MPL/GPL/LGPL), медиапроигрыватель VLC (Лицензия GNU GPL).
256	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

	Доска классная (1 шт.), стол ученический (2 шт.), стул ученический (2 шт.), кафедра лектора (1 шт.), стол ученический 4-х местный (40 шт.), скамья 4-х местная (40 шт.), огнетушитель ОУ-«3» (2 шт.), подставка для огнетушителя (2 шт.), демонстрационное оборудование (проектор ToshibaTDP-T45 (1 шт.), ноутбук HP250 G5 (1 шт.), экран на штативе (1 шт.)) и учебно-наглядные пособия. ОС Windows 8. License 65635986 Родительская программа : OPEN 95640528ZZE1708. Подписка «Microsoft Imagine Premium». Договор №153-2016 от 19.07.2016 г. Microsoft Office Standard 2013. License 65635986 Родительская программа: OPEN 95640528ZZE1708.
Аудитории для самостоятельной работы студентов	
1-204	Помещение для самостоятельной работы. Столы (28 шт.), стулья (48 шт.), шкаф и стеллажи с литературой, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации(4 шт.). ОС Windows 7, ОС Windows 8.1, ОС Windows 10. Электронный периодический справочник «Система Гарант». Справочная правовая система КонсультантПлюс. Архиватор 7-Zip, программа для работы с электронной почтой и группами новостей MozillaThinderbird, офисный пакет приложений LibreOffice, веб-браузер MozillaFirefox , медиапроигрыватель VLC.
1-401	Помещение для самостоятельной работы. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ноутбуки, персональные компьютеры) (4 шт.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Номер изменени я	Номер листа			Дата внесения изменени я	Дата введения изменени я	Всего листов в документ е	Подпись ответственног о за внесение изменений
	измененног о	нового	изъятог о				

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В Фонде оценочных средств представлены оценочные средства, ориентированные на проверку сформированных компетенций. Фонд оценочных средств разработан в соответствии с требованиями ФГОС ВО уровня высшего образования – специалист по направлению подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» специализации: Автомобили и тракторы.

Фонд оценочных средств предназначен для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации. Объектами контроля выступают ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4, а объектами оценивания являются знания, умения и навыки, приобретенные студентами очной формы обучения в рамках перечисленных компетенций.

Фонд оценочных средств включает:

- а) Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Основы теории упругости».
- б) План–график проведения контрольно-оценочных мероприятий на весь срок изучения дисциплины «Основы теории упругости».
- в) Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации, используемые в дисциплине «Основы теории упругости».
- г) Формы промежуточного контроля.

Фонд содержит задания и критерии оценивания для каждой формы оценочного средства. Данный материал предназначен для преподавателей, осуществляющих подготовку студентов по дисциплине «Основы теории упругости», обучающихся по направлению подготовки «Наземные транспортно-технологические средства».

- а) Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
«Основы теории упругости»

Форма контроля	ОПК-4	ПК-5	ПСК-1.4
Выступление и работа у доски на практическом занятии	+	+	+
Опрос (коллоквиум)	+	+	+
Компьютерное тестирование	+	+	+
Контрольная работа	+	+	+
Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	+	+	+
Зачет с оценкой	+	+	+

Объекты контроля и объекты оценивания

Номер/ индекс компетен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-4	способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной	- методы оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности - основные механические величины, их оп-	- применять методы оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности - интерпретировать механиче-	аппаратом оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности; - измерительными экспери-

	деятельности	ределения, смысл и значение, - основные законы механики: реакции связей, условия равновесия плоской и пространственной систем сил, - кинематические характеристики точки, частные и общие случаи движения точки и твёрдого тела, - общие теоремы динамики, теорию удара; - основные методы исследования равновесия и движения механических систем, типовые алгоритмы такого исследования; - методы векторного анализа и теории функций комплексного переменного; - права и ответственность участников технического регулирования на автомобильном транспорте; - основные методы механических испытаний материалов; - механические свойства конструкционных материалов; - классифика-	ские явления при помощи соответствующего теоретического аппарата; - объяснять характер поведения механических систем с применением важнейших теорем механики их следствий; - рассчитывать элементы конструкций и механизмов автомобилей и тракторов на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность, в том числе с использованием метода конечных элементов; - разрабатывать кинематические и конструктивные схемы технических систем; оценивать эффективность предлагаемых схем; - осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов; работать с электротехнической аппаратурой; - осуществлять выбор конструкционных и эксплуатационных материалов при проектировании и ремонте автомобилей и трак-	ментами; - проводить измерительный эксперимент и оценивать результаты измерений с использованием современных программных средств и информационных технологий; - применением основных законов теоретической механики в важнейших практических приложениях; - применением типовых алгоритмов исследования равновесия и движения механических систем; - методами расчета несущей способности элементов, узлов и агрегатов автомобилей и тракторов с использованием графических, аналитических численных методов; - процедурами, связанными с допуском транспортных средств к эксплуатации.
--	---------------------	---	--	--

		цию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов автомобилей и тракторов; - принципиальные методы расчета по этим критериям, в том числе метод конечных элементов; - правила пользования стандартами и другой нормативной документацией.	торов; - профессионально решать классические (типовые) задачи по данной дисциплине, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной математической литературе, приобретать новые математические знания, используя современные; - подготавливать необходимую документацию для сертификации и лицензирования деятельности на автомобильном транспорте.	
ПК-5	способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	- основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, - методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	- грамотно составлять расчетные схемы, - ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, - определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций	- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; - методами анализа напряженно-

				деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений
ПСК-1.4	способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта автомобилей и тракторов, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	- основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, - методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	- грамотно составлять расчетные схемы, - ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, - определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций	- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; - методами анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих тре-

				буемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений
--	--	--	--	--

Состав фондов оценочных средств по формам контроля

Форма контроля	Наполнение	ОФ
Текущий контроль		
Выступление и работа у доски на практическом занятии	Комплекты вопросов для устного опроса	5
	Перечень примерных тем докладов и рефератов	2
	Критерии оценки текущей работы студентов	1
	Критерии оценки докладов	1
	Критерии оценивания доклада с презентацией	1
Опрос (коллоквиум)	Перечень вопросов, выносимых на опрос (коллоквиум)	2
	Критерии оценки	2
Контрольная работа	Перечень задач, выносимых на контрольную работу	1
	Критерии оценки	1
Тестирование	Комплекты тестов, критерии оценки контрольно-тестовых опросов	2
	Критерии оценки итогового тестирования	1
Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	Задания, обязательные для выполнения	10
	Дополнительные задания	2
	Критерии оценки	1
Промежуточная аттестация		
Зачет с оценкой	Вопросы к зачету с оценкой, критерии оценки	66

Распределение баллов в соответствии с балльно-рейтинговой системой по формам текущего контроля - очная форма обучения

Форма оценочного средства	Количество работ (в семестре)	Максимальный балл за 1 работу	Итого баллов
Обязательные			
Опрос (коллоквиум)	1	5	5,0
Тестирование письменное	2	5	10,0
Контрольная работа	1	10	10,0
Работа у доски	5	2	10,0
Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)	10	2	20
Итого	-	-	55,0
Дополнительные			
Выступление на конференции (доклад)	1	10	10
Дополнительные индивидуальные	2	2,5	5

домашние задания (расчетные задания)			
Итого			15,0

б) План–график проведения контрольно-оценочных мероприятий на весь срок изучения дисциплины «Основы теории упругости» для студентов очной формы обучения

Срок		Название оценочного мероприятия	Форма оценочного средства	Объект контроля
Семестр 5	Практическое занятие 1	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 2	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 3	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 4	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 5	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 6	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 7	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 8	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 9	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Практическое занятие 10	Текущий контроль	Проверка домашнего задания, контрольная работа, тест	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4
	Зачет с оценкой	Промежуточная аттестация	Вопросы к зачету с оценкой	ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4

в) Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации, используемые в дисциплине «Основы теории упругости»

Формы текущего контроля освоения компетенций

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Основы теории упругости» проводится в соответствии с Уставом вуза, локальными документами вуза и является обязательной.

Данная аттестация проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Текущий контроль проводится с целью оценки и закрепления полученных знаний и умений, а также обеспечения механизма формирования количества баллов, необходимых студенту для зачета с оценкой. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения студента по основным компонентам учебного процесса за текущий период. Оценивание осуществляется с выставлением баллов.

Формы текущего контроля и критерии их оценивания дифференцированы по видам работ - обязательные и дополнительные. К обязательным отнесены формы контроля, предполагающие формирование проходного балла к зачету с оценкой в соответствии с принятой рейтинговой системой по дисциплине. К дополнительным отнесены формы контроля, предполагающие формирование премиальных баллов студента, а также баллов, необходимых для формирования минимума для допуска к зачету с оценкой в том случае, если они не набраны по обязательным видам работ.

К обязательным формам текущего контроля отнесены:

- работа у доски;
- опрос (коллоквиум);
- тестирование письменное;
- индивидуальные домашние задания.

К дополнительным формам текущего контроля отнесены:

- выступление на конференции (доклад);
- дополнительные индивидуальные домашние задания (расчетные задания).

Выступление на практических занятиях

Пояснительная записка

Выступление на практических занятиях является формой контроля для оценки уровня освоения компетенций, применяемой на практических занятиях, организованных в традиционной форме обучения. Выступление может проводиться с использованием форм устного опроса, обсуждения докладов, эссе, выполненных индивидуальных заданий и проблемных вопросов. Таким образом, выступление включает обязательную для всех студентов оценку текущего контроля знаний в виде устного опроса, а также выступление студентов по проблемным вопросам. Вторая часть является необязательной и решение о подготовке доклада или проблемного вопроса для обсуждения студентом принимается самостоятельно.

Таким образом, фонд оценочных средств по данной форме контроля включает в себя 2 элемента:

- вопросы для устного опроса и критерии оценки ответов;
- примерные темы докладов и критерии оценки выступления.

Объектами данной формы контроля выступают компетенции: ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4.

Вопросы к практическим занятиям

Вопросы разделены на части, соответствующие количеству практических занятий, проводимых в форме устного опроса. Вопросы включают оценку закрепления материала, пройденного на лекциях, а также вопросы, направленные на выявление уровня понимания студентом сути процессов.

Примерные темы докладов и рефератов

Выступление с докладом на практическом занятии является дополнительным видом работ для формирования повышенного уровня освоения компетенций и предполагает самостоятельный подбор студентом темы для доклада по согласованию с преподавателем, либо выбор из предложенных тем. Выступление с докладом может осуществляться с применением или без применения презентаций. Регламент выступления – 5-7 минут.

Примерная тематика докладов и рефератов

1. Предмет теории упругости. Прикладные аспекты теории упругости.
2. Нагрузки и напряжения. Перемещения и деформации. Тензоры напряжений и деформаций. Интенсивности напряжений и деформаций.
3. Главные напряжения и деформации.
4. Постановка задачи теории упругости. Уравнения равновесия (статики) элемента тела.
5. Геометрические уравнения. Уравнения совместности деформаций.
6. Физические уравнения.
7. Применение метода напряжений и метода перемещений.
8. Плоское напряжённое состояние. Основные уравнения плоской задачи.
9. Плоская деформация. Основные уравнения плоской задачи.
10. Разрешающие уравнения в напряжениях и перемещениях. Функция напряжений.
11. Методы решения плоской задачи для прямоугольных односвязных областей.
12. Плоская задача в полярных координатах.
13. Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа.
14. Метод Ритца. Принцип Кастильяно.
15. Линейно – упругий, нелинейно – упругий и упругопластичный материалы. Физическая нелинейность.
16. Постановка задачи и уравнения теории пластичности. Общее и различие с постановкой задачи теории упругости.
17. Активное нагружение и разгрузка. Повторно– переменное и знакопеременное нагружение.
18. Аппроксимация диаграмм деформирования материалов и требования к ней. Упругопластическая и жесткопластическая задачи.
19. Математическое моделирование поведения материалов и элементов конструкций в условиях повторно–попеременного и знакопеременного нагружений.
20. Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Треска – Сен – Венана – Леви. Критерий Губера – Мизеса – Генки. Условия упрочнения материала.
21. Простое и сложное нагружение. Теорема Ильюшина о простом нагружении. Основные типы теорий пластичности и их назначение.
22. Понятие о теории малых упругопластических деформаций Генки – Надаи и ее развитие А.А. Ильюшиным.
23. Понятие о теории пластического течения (дифференциальная теория).
24. Понятие и виды ползучести. Упругомгновенные деформации и деформации ползучести. Мера ползучести. Характеристика ползучести.
25. Модели упруговязких тел.
26. Линейная и нелинейная теории ползучести. Гипотезы линейной теории ползучести. Стареющие и нестареющие материалы. Принцип наложения деформаций ползучести, соответствующих приращениям напряжений.
27. Понятие о наследственной теории старения (теории ползучести Г.Н. Маслова – Н.Х. Арутюняна), теории упругой наследственности, теории старения.
28. Интегральные уравнения Вольтерры.

Критерии оценивания

Оценка за текущую работу на практических занятиях, проводимую в форме работы у доски, осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой. Оценивание ответа студента производится по следующей шкале баллов:

Критерий оценки	ОФ
-----------------	----

Демонстрирует полное понимание изученного материала. Самостоятельно выбирает метод решения задачи. Самостоятельно производит расчеты. Дает полный развернутый ответ на вопросы задачи.	2,0
Демонстрирует полное понимание изученного материала. Самостоятельно выбирает метод решения задачи. Самостоятельно производит расчеты с некоторыми корректировками преподавателя. Дает полный развернутый ответ на вопросы задачи.	1,5
Дает неполный ответ на основной вопрос. Не дает ответа на дополнительный вопрос. Демонстрирует неполное понимание изученного материала. Выбирает метод решения задачи с подсказки преподавателя. Производит расчеты с подсказками и корректировками преподавателя. Дает полный развернутый ответ на вопросы задачи с помощью преподавателя.	1
Нет ответа	0

Выступление студента с докладом и /или рефератом предполагает значительную самостоятельную работу студента, поэтому оценивается по повышенной шкале баллов. В балльно-рейтинговой системе выступление с докладом /рефератом относится к дополнительным видам работ. Шкала дифференцирована по ряду критериев. Общий результат складывается как сумма баллов по представленным критериям. Максимальный балл за выступление с докладом /рефератом – 10 баллов.

Критерий оценки	ОФ
Актуальность темы	1,0
Полное раскрытие проблемы	1,0
Наличие собственной точки зрения	1,0
Наличие презентации	2,0
Правильные ответы на вопросы аудитории	3,0
Логичность и последовательность изложения	1,0
Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	1,0
Итого	10

Примечание: Наличие презентации оценивается по прилагаемой шкале.

В соответствии с прилагаемой шкалой за минимальный ответ начисляется 2 балла. За изложенный, раскрытый ответ начисляется 3 балла. Если выступление представляет законченный, полный ответ, то начисляется 4 балла. За образцовое, примерное; достойное выступление начисляется 5 баллов.

Шкала оценивания презентации

Дескрипторы	Минимальный ответ 2 балла	Изложенный, раскрытый ответ 3 балла	Законченный, полный ответ 4 балла	Образцовый, при- мерный; достой- ный подражания ответ 5 баллов
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы.	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы обоснованы.	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.

Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины.	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональный термин.	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов.	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов.
Оформление	Не использованы информационные технологии (PowerPoint). Больше 4 ошибок в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint) частично. 3-4 ошибки в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint). Не более 2 ошибок в представляемой информации.	Широко использованы информационные технологии (PowerPoint). Отсутствуют ошибки в представляемой информации.
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы.	Только ответы на элементарные вопросы.	Ответы на вопросы полные и/или частично полные.	Ответы на вопросы полные с приведением или пояснений.

Коллоквиум

Пояснительная записка

Опрос (коллоквиум) по дисциплине «Основы теории упругости» используется в качестве формы контроля для проведения контрольной точки. Коллоквиум предполагает проведение «мини-экзамена» по результатам самостоятельного изучения тем дисциплины.

Объектами данной формы контроля выступают компетенции: ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4.

Перечень вопросов, выносимых на опрос (коллоквиум)

1. Что представляют собой условия на поверхности тела?
2. Почему коэффициенты кубического уравнения относительно главных напряжений являются инвариантами напряженного состояния?
3. Каким деформациям соответствуют шаровой тензор напряжений и девиатор напряжений?
4. Сформулируйте и обоснуйте правила знаков для линейных и угловых деформаций.
5. Напишите выражения для инвариантов тензора деформаций. Каков геометрический смысл первого инварианта тензора деформаций?
6. В чем заключается энергетический смысл уравнений неразрывности деформаций?
7. Какие тела называются однородными, изотропными, анизотропными, ортотропными?
8. Сколько независимых упругих постоянных имеется в случаях изотропного и анизотропного тел?
9. Напишите выражения закона Гука, связывающие объемную деформацию и среднее нормальное напряжение.
10. Каким комплексом уравнений мы располагаем для определения неизвестных компонентов напряжений, деформаций и перемещений в точке тела?

11. Какие задачи теории упругости называются простейшими? Приведите примеры простейших задач.
12. Сформулируйте принцип Сен-Венана и приведите примеры его применения.
13. Укажите три типа граничных условий на поверхности тела.
14. В чём заключается Принцип Лагранжа?
15. В чём заключается вариационный принцип Кастильяно?
16. В чём заключается вариационный метод Ритца?
17. В чём заключается метод конечных элементов?
18. Какая разница между плоской деформацией и обобщенным плоским напряженным состоянием? Напишите основные уравнения для обоих видов плоской задачи.
19. Какая функция называется бигармонической?
20. Чему равна наивысшая степень полинома, при которой тождественно удовлетворяется бигармоническое уравнение плоской задачи?
21. Полиному какой степени соответствует однородное напряженное состояние?
22. Какие аналогии можно установить между цилиндрическим изгибом пластинки и изгибом простой балки?
23. В чем заключается явление чистого изгиба пластинки? Какую аналогию можно установить в дифференциальных уравнениях изогнутой поверхности пластинки и изогнутой оси балки при чистом изгибе?
24. Каковы условия на контуре для свободного края прямоугольной пластинки? Как объяснить кажущееся противоречие: в этом случае три условия, а в других случаях таких условий всего лишь два?
25. В чем заключается методика расчета пластинок Навье и Мориса Леви?
26. Объясните гипотезы, на основе которых производится расчет плиты на упругом основании.
27. Круглая сплошная пластинка радиуса R нагружена сплошной равномерно распределенной нагрузкой q . Для случая шарнирного опирания пластинки по контуру найти:
 - а) уравнения срединной поверхности и ее угол наклона;
 - б) наибольший прогиб;
 - в) угол наклона срединной поверхности на контуре;
 - г) выражения для изгибающих моментов.
28. Решить такую же задачу, только при условии заделки по контуру.
29. Круглая сплошная пластинка радиуса R шарнирно оперта по контуру и нагружена изгибающим моментом M , равномерно распределенным по контуру. Найти: а) уравнение срединной поверхности; б) выражения изгибающих моментов.
30. Что называется оболочкой?
31. Назовите основные гипотезы теории оболочек.
32. Каковы условия существования безмоментного напряженного состояния?
33. Приведите и объясните основные уравнения безмоментного напряженного состояния.
34. Что такое краевой эффект?
35. Что называется линией искажения?
36. Каков порядок расчета оболочки вращения с учетом краевого эффекта?
37. Приведите полный комплект уравнений теории оболочек.
38. Рассмотрите и объясните различные граничные условия на краях оболочки.
39. Как рассчитывают цилиндрические оболочки в зависимости от отношения пролета к длине волны?
40. Приведите и объясните основные уравнения полумоментной теории цилиндрических оболочек. Какова модель такой оболочки?
41. Чем отличаются друг от друга простое и сложное нагружения?

Критерии оценивания

Опрос (коллоквиум) является одним из обязательных этапов формирования аттестационного минимума для получения допуска к зачету с оценкой. Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в результате каждого этапа промежуточной аттестации – 5 баллов. Оценка ответа студента складывается как среднее значение при ответе на вопросы преподавателя, каждый из которых оценивается по следующей шкале:

Критерий	Баллы
Содержание ответа в целом соответствует теме вопроса. В ответе отражены все дидактические единицы, предусмотренные вопросом. Продemonстрировано уверенное владение освоенным материалом, отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Продemonстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения.	5
Содержание ответа в целом соответствует теме вопроса. В ответе отражены все дидактические единицы, предусмотренные вопросом. Присутствуют ошибки в употреблении терминов, связей между ними, недочеты в формулировках свойств, критериев, правил и т.д.	4
Содержание ответа не в полном объеме соответствует теме вопроса. Присутствуют ошибки в употреблении терминов, связей между ними, в формулировках свойств, критериев, правил и т.д.	3
Содержание ответа не соответствует теме вопроса. Присутствуют ошибки в употреблении терминов, связей между ними, в формулировках свойств, критериев, правил и т.д.	0

Тестирование

Пояснительная записка

Тестирование как форма письменного контроля позволяет дать оценку знаниям и навыкам студентов в условиях отсутствия помощи со стороны преподавателя. Тестирование предполагает использование различных видов тестов: закрытый тест (множественный выбор), открытый тест (краткий ответ), тест на выбор верно/неверно, тест на соответствие. Использование различных видов тестов позволяет оценить уровень владения студентами теоретическим материалом, а также умение делать логические выводы.

Объектами данной формы контроля выступают компетенции: ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4.

База тестов

Оценка освоения компетенций с помощью контрольно-тестовых заданий используется в учебном процессе по дисциплине «Основы теории упругости» как контрольный срез знаний два раза в учебном семестре как письменный контрольно-тестовый опрос и один раз как тестирование по итогам изучения дисциплины, как правило, в электронной форме.

Итоговое тестирование

Тест 1.

Каким напряженным состоянием соответствуют условия равенства нулю третьего инварианта $I_{3\sigma}$:

- А) пространственным.
- В) одноосным.
- С) главным.
- Д) двухосным.
- Е) октаэдрическим.

Тест 2.

Какие составляющие напряжения характеризуют напряженное состояние в точке :

- А) компоненты тензора напряжений.
- В) нормальные напряжения.
- С) касательные напряжения.
- Д) октаэдрические напряжения.
- Е) главные напряжения.

Тест 3.

Какая из приведенных формул определяет нормальное напряжения в наклонной площадке:

- А) $\sigma_v = \frac{1}{2} \sigma \sin 2\alpha + \tau \cos 2\alpha$.
- В) $\sigma_v = \frac{1}{3} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$.
- С) $\sigma_v = \sqrt{p_v^2 - \sigma_v^2}$.
- Д) $\sigma_v = \sigma_1^2 l^2 + \sigma_2^2 m^2 + \sigma_3^2 n^2 - (\sigma_1 l^2 + \sigma_2 m^2 + \sigma_3 n^2)^2$.
- Е) $\sigma_v = \sigma_x l^2 + \sigma_y m^2 + \sigma_z n^2 + 2\tau_{xy} lm + 2\tau_{yz} mn + 2\tau_{zx} nl$.

Тест 4.

Какая из приведенных выражений определяет третий инвариант тензора напряжений :

- А) $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$.
- В) $\sigma_x \sigma_y \sigma_z + 2\tau_{xy} \tau_{yz} \tau_{zx} - \sigma_x \tau_{yz}^2 - \sigma_y \tau_{zx}^2 - \sigma_z \tau_{xy}^2$.
- С) $\sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_z + \sigma_z \sigma_x - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{zx}^2$.
- Д) $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$
- Е) $\sigma_x l + \sigma_y m + \sigma_z n$.

Тест 5.

Какая из приведенных формул определяет нормальное напряжения в октаэдрической площадке через компоненты тензора напряжений:

- А) $\sigma_v = \sqrt{p_v^2 - \sigma_v^2}$.
- В) $\sigma_{окт} = \frac{1}{3} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$.
- С) $\sigma_{окт} = \frac{1}{3} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$.
- Д) $\sigma_{окт} = \sigma_1^2 l^2 + \sigma_2^2 m^2 + \sigma_3^2 n^2 - (\sigma_1 l^2 + \sigma_2 m^2 + \sigma_3 n^2)^2$.
- Е) $\sigma_{окт} = \frac{1}{2} \sigma \sin 2\alpha + \tau \cos 2\alpha$.

Тест 6.

Чему равна нормальное напряжения σ_v на площадке, равнонаклоненной к направлениям главных напряжений $\sigma_1 = 30 \text{ МПа}$, $\sigma_2 = 10 \text{ МПа}$, $\sigma_3 = -20 \text{ МПа}$:

- A) 6,7.
- B) 60.
- C) 50.
- D) 0.
- E) 15.

Тест 7.

Укажите условие ортогональности главных площадок:

- A) $\sigma_x l + \sigma_y m + \sigma_z n$.
- B) $l^2 + m^2 + n^2 = 1$.
- C) $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$.
- D) $\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3$.
- E) $l_i l_j + m_i m_j + n_i n_j = 0$, где $i \neq j$.

Тест 8.

Для некоторой точки тела известен тензор напряжений

$$T_n = \begin{pmatrix} 10 & 0 & 15 \\ 0 & 20 & -15 \\ 15 & -15 & 0 \end{pmatrix}.$$

Чему равен первой инвариант шарового тензора напряжений:

- A) 200.
- B) 10.
- C) 15.
- D) 60.
- E) 30.

Тест 9.

Для некоторой точки тела известен тензор напряжений

$$T_n = \begin{pmatrix} 10 & 0 & 15 \\ 0 & 20 & -15 \\ 15 & -15 & 0 \end{pmatrix}.$$

Чему равен первой инвариант девиатора напряжений :

- A) 12,7.
- B) 6,7.
- C) 0.
- D) 47,8.
- E) 2.

Тест 10.

Как записываются компоненты линейных деформации в декартовых координатах :

A) $\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}, \quad \varepsilon_\theta = \frac{u}{r}, \quad \tau_{r\theta} = 0.$

B) $\varepsilon_x = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad \varepsilon_y = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, \quad \gamma_{xy} = -2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}.$

C) $\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r}, \quad \varepsilon_\theta = \frac{\partial^2 v}{r \partial \theta} + \frac{u}{r}, \quad \gamma_{r\theta} = \frac{\partial u}{r \partial \theta} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r}.$

D) $\varepsilon_x = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}, \quad \varepsilon_z = \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}.$

E) $\varepsilon_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}.$

Тест 11.

Какие три из пяти записанных формул называет обобщенным законом Гука

1. $\varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)];$ 3. $\varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)];$ 5. $\varepsilon_{cp} = \frac{(1-2\mu)}{E} \sigma_{cp};$

2. $\sigma_{cp} = \frac{E}{(1-2\mu)} \varepsilon_{cp};$ 4. $\varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)];$

A) (1, 2, 5).

B) (2, 4, 5).

C) (1, 3, 4).

D) (3, 4, 5).

E) (2, 3, 4).

Тест 12.

Как выражаются постоянная Ламе:

A) $G = \frac{2\mu\lambda}{(1-2\mu)}.$

B) $\sigma_{cp} = \frac{E}{(1-2\mu)} \varepsilon_{cp}.$

C) $G = \frac{E}{(1-2\mu)}.$

D) $\lambda = \frac{2\mu G}{(1-2\mu)}.$

E) $2G = \frac{E}{(1+\mu)}.$

Тест 13.

Какая из приведенных записей справедлива для плоской деформации:

- A) $\sigma_z = 0, \tau_{zx} = \tau_{zy} = 0, \varepsilon_z \neq 0$.
 B) $l_i l_j + m_i m_j + n_i n_j = 0, \text{ где } i \neq j$.
 C) $\varepsilon_z = 0, \gamma_{zx} = \gamma_{zy} = 0, \tau_{zx} = \tau_{zy} = 0, \sigma_z \neq 0$.
 D) $\nabla(\sigma_x + \sigma_y) = 0$.
 E) $\nabla^4 w = 0$.

Тест 14.

Физический смысл таков: «Тело сплошное и непрерывное до деформации, остается сплошным и непрерывным и после деформации». Речь идет о каком уравнении:

- A) о уравнений Ламе.
 B) о геометрическом уравнений.
 C) о физическом уравнений.
 D) о уравнений неразрывности.
 E) о уравнений Коши.

Тест 15.

Как записать статистические условия на границах тела через функцию напряжений:

- A) $l_i l_j + m_i m_j + n_i n_j = 0, \text{ где } i \neq j$.
 B) $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} l - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} m - \bar{X} = 0, -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} l + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} m - \bar{Y} = 0$.
 C) $\sigma_x l + \tau_{xy} m - \bar{X} = 0, \tau_{yx} l + \sigma_y m - \bar{Y} = 0$.
 D) $\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{r\theta}}{r \partial \theta} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0, \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_\theta}{r \partial \theta} + 2 \frac{\tau_{r\theta}}{r} = 0$.
 E) $\nabla^4 w = 0$.

Тест 16.

Как записываются уравнение равновесия плоской задачи в полярных координатах:

- A) $\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{r\theta}}{r \partial \theta} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0, \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_\theta}{r \partial \theta} + 2 \frac{\tau_{r\theta}}{r} = 0$.
 B) $\frac{d \sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0$.
 C) $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} l - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} m - \bar{X} = 0, -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} l + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} m - \bar{Y} = 0$.
 D) $\sigma_x l + \tau_{xy} m - \bar{X} = 0, \tau_{yx} l + \sigma_y m - \bar{Y} = 0$.
 E) $\frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{du}{dr} - \frac{u}{r^2} = 0$.

Тест 17.

Как можно выразить напряжения σ_θ через функцию выражений $\varphi(r, \theta)$:

- A) $\sigma_\theta = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2}$.
- B) $\sigma_\theta = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta \partial r}$.
- C) $\sigma_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2}$.
- D) $\sigma_\theta = \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r \partial \theta}$.
- E) $\sigma_\theta = \frac{1}{r^2} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r \partial \theta}$.

Тест 18.

Дана функция напряжений $\varphi = Cr^2\theta$. Найти выражения для напряжений σ_r :

- A) $C\theta$.
- B) $2C\theta$.
- C) $2C$.
- D) $-C\theta$.
- E) 0.

Тест 19.

Его называют синтезом статического, геометрического и физического уравнения теории упругости. Речь идет о каком уравнений:

- A) уравнение Ламе.
- B) уравнение Коши.
- C) уравнение Сен-Венана.
- D) уравнение Навье-Коши.
- E) уравнение Софи Жермена.

Тест 20.

«Совокупность точек, лежащих до деформации пластинки на какой-либо прямой, перпендикулярной к срединной плоскости, остается на прямой, нормальной к упругой поверхности деформированной пластинки». О какой гипотезе идет речь:

- A) гипотеза плоских сечений.
- B) гипотеза сплошности.
- C) гипотеза прямых нормалей.
- D) гипотеза о физической однородности.
- E) гипотеза о естественном ненапряженном состоянии.

Критерии оценивания

Оценка по результатам тестирования складывается исходя из суммарного результата ответов на блок вопросов. Общий максимальный балл по результатам тестирования – 5 баллов. За семестр по результатам двух этапов тестирования студент может набрать до 10 баллов.

Индивидуальные домашние задания (расчетные задания)

Пояснительная записка

Индивидуальные домашние задания являются важным этапом в формировании компетенций обучающегося. Выполнение таких заданий требует не только теоретической подготовки, но и самостоятельного научного поиска. Выполнение заданий и их проверка позволяют сформировать и оценить уровень освоения всех компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Индивидуальное домашнее (расчетное) задание предполагает поиск и обработку статистического, теоретического и практического материала по заданной теме.

Объектами данной формы контроля выступают компетенции: ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4.

Перечень индивидуальных домашних заданий

Индивидуальные домашние задания разделены на 2 части – обязательные для выполнения, являющиеся этапом формирования допуска студента к зачету с оценкой; и дополнительные задания, выполняемые студентом в целях формирования повышенного уровня освоения компетенций, а также в том случае, если в течение семестра студент не смог набрать количество баллов, необходимое для допуска. Учебным графиком дисциплины предусмотрено выполнение 10 обязательных домашних заданий в пятом семестре.

Примерные задания основных индивидуальных домашних заданий (расчетные задания)

Задание 1. ПЛОСКОЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ В ТОЧКЕ ТЕЛА

Условие. В некоторой частице тела (элемента конструкции типа плиты, оболочки, балки-стенки и др.) задано напряженное состояние в виде тензора напряжений

$$T_{\sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & 0 \\ \tau_{yx} & \sigma_y & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_z \end{pmatrix}.$$

Значения напряжений даны в табл. 1 в соответствии с номером варианта, который задается по списку студенческой группы, составленному преподавателем. Значения напряжений заданы формулами:

$$\sigma_x = 10(10 - N) \text{ МПа}, \quad \tau_{xy} = \tau_{yx} = 10(21 - N) \text{ МПа},$$

$$\sigma_y = 10(N - 15) \text{ МПа}, \quad \tau_{yz} = \tau_{zy} = 10(16 - N) \text{ МПа},$$

$$\sigma_z = 10(N - 20) \text{ МПа}, \quad \tau_{zx} = \tau_{xz} = 10(N - 14) \text{ МПа},$$

где N – номер варианта.

В задаче 1 напряжения $\tau_{yz} = \tau_{zy}$, $\tau_{xz} = \tau_{zx}$ принимаются равными нулю.

Требуется:

1. Графически изобразить напряжения на гранях малого элемента тела с учетом их фактических направлений.
2. Определить главные напряжения и направления, пользуясь формулами:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}, \quad \sigma_3 = \sigma_z,$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}.$$

При необходимости перенумеровать главные напряжения в порядке убывания по алгебраической величине:

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3.$$

3. Проверить величины главных напряжений, как напряжений в системе осей x' , y' , повернутых на угол α , по формулам:

$$\sigma'_x = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_y \sin^2 \alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha,$$

$$\sigma'_y = \sigma_x \sin^2 \alpha + \sigma_y \cos^2 \alpha - \tau_{xy} \sin 2\alpha,$$

$$\tau'_{xy} = -\frac{(\sigma_x - \sigma_y)}{2} \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cos 2\alpha.$$

Изобразить графически главные площадки и главные нормальные напряжения.

Определить напряжения в системе осей, повернутых на угол $\alpha + 45^\circ$, подставив в формулы (1.5) вместо α угол $\alpha + 45^\circ$.

4. Вычислить на октаэдрических площадках нормальное напряжение

$$\sigma_{окт} = \sigma_0,$$

где σ_0 – среднее напряжение, касательное напряжение равно

$$\tau_{окт} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2},$$

а также интенсивность напряжений

$$\sigma_i = \frac{3}{\sqrt{2}} \tau_{окт} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}.$$

Сравнить $\tau_{\max}$ и $\tau_{окт}$.

Таблица 1
Величины напряжений к задачам 1 и 2

№ варианта	Напряжения, МПа					
	σ_x	σ_y	σ_z	τ_{xy}	τ_{yz}	τ_{zx}
1	90	-140	-190	200	150	-130
2	80	-130	-180	190	140	-120
3	70	-120	-170	180	130	-110
4	60	-110	-160	170	120	-100
5	50	-100	-150	160	110	-90
6	40	-90	-140	150	100	-80
7	30	-80	-130	140	90	-70
8	20	-70	-120	130	80	-60
9	10	-60	-110	120	70	-50
10	0	-50	-100	110	60	-40
11	-10	-40	-90	100	50	-30
12	-20	-30	-80	90	40	-20
13	-30	-20	-70	80	30	-10
14	-40	-10	-60	70	20	0
15	-50	0	-50	60	10	10
16	-60	10	-40	50	0	20
17	-70	20	-30	40	-10	30
18	-80	30	-20	30	-20	40
19	-90	40	-10	20	-30	50
20	-100	50	0	10	-40	60
21	-110	60	10	0	-50	70
22	-120	70	20	-10	-60	80

23	-130	80	30	-20	-70	90
24	-140	90	40	-30	-80	100
25	-150	100	50	-40	-90	110
26	-160	110	60	-50	-100	120
27	-170	120	70	-60	-110	130
28	-180	130	80	-70	-120	140
29	-190	140	90	-80	-130	150

5. Пользуясь данными табл. 2 вычислить и занести в таблицу для каждой точки диаграммы $\sigma_i \sim \varepsilon_i$ пластический модуль E_p , пластический коэффициент Пуассона μ_p (принимая условие упругого изменения объема), пластический модуль сдвига G_p , используя формулы

$$E_p = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i}, \quad \mu_p = 0,5 - (0,5 - \mu) \frac{E_p}{E}, \quad G_p = \frac{E_p}{2(1 + \mu_p)},$$

где ε_i - интенсивность деформаций.

Таблица 2

Диаграмма растяжения тонкостенной трубки из стали 45 ($E = 2,0 \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,3$)

Номер точки	$\sigma_i = \sigma_x$ (МПа)	$\varepsilon_i \cdot 10^3 =$ $= \varepsilon_x \cdot 10^3$	$E_p \cdot 10^{-5}$ (МПа)	μ_p	$G_p \cdot 10^{-5}$ (МПа)
1	165	0,824	2,00	0,300	0,770
2	224	1,12	2,00	0,300	0,769
3	279,5	1,42	1,97	0,303	0,755
4	320	1,73	1,85	0,315	0,703
5	344	2,06	1,67	0,333	0,626
6	352	2,66	1,32	0,368	0,484
7	364	3,26	1,12	0,388	0,402
8	386	4,16	0,928	0,407	0,330
9	403	5,35	0,753	0,425	0,264
10	435	6,56	0,663	0,434	0,231
11	447	7,76	0,576	0,442	0,200
12	453	8,96	0,506	0,449	0,174
13	464	10,2	0,455	0,455	0,156
14	478	12,0	0,398	0,460	0,136
15	491	13,2	0,372	0,463	0,127
16	496	13,8	0,359	0,464	0,123
17	506	15,1	0,335	0,466	0,114
18	517	16,2	0,319	0,468	0,109
19	526	17,4	0,302	0,470	0,103
20	535	18,6	0,288	0,471	0,098
21	543,5	19,7	0,276	0,472	0,094
22	550,5	20,9	0,263	0,474	0,089
23	559	22,0	0,254	0,475	0,086
24	566,5	23,8	0,238	0,476	0,081
25	573,5	24,6	0,233	0,477	0,079

Обосновать, почему при растяжении тонкостенной трубки $\sigma_i = \sigma_x$, $\varepsilon_i = \varepsilon_x$.

6. Начертить в масштабе графики зависимостей $\sigma_i \sim \varepsilon_i$, $E_p \sim \sigma_i$, $\mu_p \sim \sigma_i$, $G_p \sim \sigma_i$. Определить по графикам предел пропорциональности материала и установить, в каком состоянии (упругом, упругопластическом) находится материал, используя условия пластичности Сен-Венана и Мизеса.

7. Определить деформации пользуясь обобщенным законом Гука для упругого материала

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \frac{1}{E}[(1+\mu)\sigma_x - 3\mu\sigma_0], & \varepsilon_{xy} = \varepsilon_{yx} &= \frac{1}{2}\gamma_{xy} = \frac{(1+\mu)}{E}\tau_{xy}, \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{E}[(1+\mu)\sigma_y - 3\mu\sigma_0], & \varepsilon_{yz} = \varepsilon_{zy} &= \frac{1}{2}\gamma_{yz} = \frac{(1+\mu)}{E}\tau_{yz}, \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{E}[(1+\mu)\sigma_z - 3\mu\sigma_0], & \varepsilon_{zx} = \varepsilon_{xz} &= \frac{1}{2}\gamma_{zx} = \frac{(1+\mu)}{E}\tau_{zx}.\end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \frac{1}{2G}(\sigma_x - \sigma_0) + \varepsilon_0, & \varepsilon_{xy} = \varepsilon_{yx} &= \frac{1}{2}\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{2G}, \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{2G}(\sigma_y - \sigma_0) + \varepsilon_0, & \varepsilon_{yz} = \varepsilon_{zy} &= \frac{1}{2}\gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{2G}, \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{2G}(\sigma_z - \sigma_0) + \varepsilon_0, & \varepsilon_{zx} = \varepsilon_{xz} &= \frac{1}{2}\gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{2G}.\end{aligned}$$

где $\varepsilon_0 = \frac{\sigma_0}{3K}$, $K = \frac{E}{3(1-2\mu)}$,

либо соотношениями теории малых упругопластических деформаций (ТМУПД) за пределом упругости

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \frac{1}{2G_p}(\sigma_x - \sigma_0) + \varepsilon_0, & \varepsilon_{xy} = \varepsilon_{yx} &= \frac{1}{2}\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{2G_p}, \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{2G_p}(\sigma_y - \sigma_0) + \varepsilon_0, & \varepsilon_{yz} = \varepsilon_{zy} &= \frac{1}{2}\gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{2G_p}, \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{2G_p}(\sigma_z - \sigma_0) + \varepsilon_0, & \varepsilon_{zx} = \varepsilon_{xz} &= \frac{1}{2}\gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{2G_p}.\end{aligned}$$

где

$$\varepsilon_0 = \frac{\sigma_0}{3K}, \quad K = \frac{E}{3(1-2\mu)} = \frac{E_p}{3(1-2\mu_p)} = \text{const}, \quad G_p = \frac{E_p}{2(1+\mu_p)}.$$

8. Определить главные деформации по формулам

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + 4\varepsilon_{xy}^2}; \quad \varepsilon_3 = \varepsilon_z.$$

При необходимости перенумеровать главные деформации в порядке убывания по алгебраической величине:

$$\varepsilon_1 \geq \varepsilon_2 \geq \varepsilon_3.$$

Проверить величины главных деформаций по формулам для упругого материала

$$\varepsilon_k = \frac{1}{E}[(1 + \mu)\sigma_k - 3\mu\sigma_0] = \frac{1}{2G}(\sigma_k - \sigma_0) + \varepsilon_0, \quad (k=1, 2, 3),$$

либо упругопластического материала

$$\varepsilon_k = \frac{1}{E_p}[(1 + \mu_p)\sigma_k - 3\mu_p\sigma_0] = \frac{1}{2G_p}(\sigma_k - \sigma_0) + \varepsilon_0, \quad (k=1, 2, 3).$$

9. Вычислить октаэдрический сдвиг

$$\gamma_{окт} = \frac{2}{3}\sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}.$$

и сравнить его со значением, полученным по формулам

$$\gamma_{окт} = \frac{\tau_{окт}}{G}, \quad \gamma_{окт} = \frac{\tau_{окт}}{G_p}.$$

для упругого или упругопластического материала соответственно.

Вычислить главные сдвиги

$$\gamma_{12} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2, \quad \gamma_{23} = \varepsilon_2 - \varepsilon_3, \quad \gamma_{\max} = \gamma_{13} = \varepsilon_1 - \varepsilon_3.$$

Сравнить величины $\gamma_{\max}$ и $\gamma_{окт}$.

Задание 2. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В ТОЧКЕ ТЕЛА

Условие. В некоторой частице тела (массива, сооружения, грунтового основания, в зоне контактных местных напряжений и т.д.) определены компоненты напряженного состояния, характеризуемые тензором напряжений

$$T_{\sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{pmatrix}.$$

Значения напряжений даны в таблице 1 в соответствии с номером варианта.

Требуется:

1. Графически изобразить компоненты тензора на гранях малого элемента тела с учетом их фактических направлений.
2. Определить среднее напряжение и разложить тензор напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений.
3. Определить октаэдрическое касательное напряжение

$$\tau_{окт} = \frac{1}{3}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)},$$

модуль тензора-девиатора напряжений

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{2J_2} = \sqrt{S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 + 2(S_{xy}^2 + S_{yz}^2 + S_{zx}^2)} = \sqrt{3}\tau_{окт} = \\ &= \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}, \end{aligned}$$

интенсивность напряжений

$$\sigma_i = \sqrt{3J_3} = \sqrt{\frac{3}{2}}\sigma =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}.$$

4. Найти главные значения тензора-девиатора напряжений и главные напряжения

$$S_1 = \sigma_1 - \sigma_0 = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma \cos \varphi,$$

$$S_2 = \sigma_2 - \sigma_0 = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma \cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right),$$

$$S_3 = \sigma_3 - \sigma_0 = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma \cos \left(\varphi + \frac{2\pi}{3} \right).$$

Угол φ определяется из формулы

$$\cos 3\varphi = \frac{3\sqrt{6} |D_\sigma|}{\sigma^3},$$

где

$$|D_\sigma| = \begin{vmatrix} S_x & S_{xy} & S_{xz} \\ S_{yx} & S_y & S_{yz} \\ S_{zx} & S_{zy} & S_z \end{vmatrix} = S_x S_y S_z + 2S_{xy} S_{yz} S_{zx} - S_x S_{yz}^2 - S_y S_{xz}^2 - S_z S_{xy}^2$$

- определитель матрицы тензора-девиатора напряжений.

Пользуясь экспериментальными данными табл. 2 установить, в каком состоянии (упругом, упругопластическом) находится частица тела согласно условиям пластичности Сен-Венана и Мизеса.

Примерные задания дополнительных индивидуальных домашних заданий (расчетные задания)

Задание 1. РЕШЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ОБРАТНЫМ МЕТОДОМ

Условие. На гранях балки-стенки длиной $l = 2h$, высотой h и единичной толщины действуют внешние силы, равномерно распределенные по ее толщине. Объемными силами пренебрегаем. Функция напряжений задана в таблице 3 в соответствии с номером варианта.

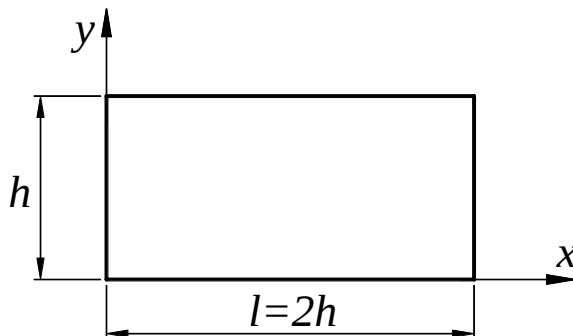


Таблица 3

Исходные данные к задаче 3

№ вар.	$\varphi(x, y)$	№ вар.	$\varphi(x, y)$
1	$xy^3 + 5hxy^2 + 2hx^3$	16	$6yx^3 + 3hx^2y + hy^3$
2	$2xy^3 - 4hx^2y + 3hx^3$	17	$5yx^3 + 2hxy^2 - 2hy^3$
3	$-3xy^3 + 3hxy^2 - 4hx^3$	18	$4yx^3 - hx^2y + 3hy^3$
4	$4xy^3 + 2hx^2y - 5hx^3$	19	$-3yx^3 + 2hxy^2 + 4hy^3$
5	$-5xy^3 - hxy^2 + 6hx^3$	20	$2yx^3 - 3hx^2y - 5hy^3$
6	$3hx(x^2 + y^2) + hx^2y + 5h^2xy$	21	$xy^3 + 3hx^3 + 4hy^3 - h^2xy$
7	$2hx(x^2 + y^2) - 6hx^2y + h^2xy$	22	$-2xy^3 + 4hx^3 - hy^3 + 5h^2xy$
8	$hx(x^2 + y^2) - 3hx^2y - 4h^2xy$	23	$xy^3 + 6hx^3 - 2hy^3 + 2h^2xy$
9	$-hx(x^2 + y^2) + 2hx^2y + 3h^2xy$	24	$3xy^3 - 2hx^3 - hy^3 - 4h^2xy$
10	$2hx(x^2 - y^2) - 4hx^2y + 2h^2xy$	25	$2xy^3 + hx^3 + 5hy^3 + 4h^2xy$
11	$2hy(x^2 + y^2) - hxy^2 + 2h^2xy$	26	$2hx^3 + 3hx^2y + 5hxy^2 + h^2xy$
12	$3hy(x^2 + y^2) + 4hxy^2 + h^2xy$	27	$hx^3 + 3hx^2y - 2hxy^2 + 4h^2xy$
13	$-hy(x^2 + y^2) + 3hxy^2 + 4h^2xy$	29	$hx^3 - 4hx^2y + 2hxy^2 - 3h^2xy$
14	$hy(x^2 - y^2) + 5hxy^2 + 6h^2xy$	29	$3hx^3 - hx^2y + 4hxy^2 + 2h^2xy$
15	$hy(x^2 + y^2) - 2hxy^2 - 3h^2xy$	30	$2hx^3 + 2hx^2y + 3hxy^2 - 5h^2xy$

Требуется:

1. Проверить, является ли заданная функция напряжений решением плоской задачи теории упругости.
2. Найти выражения для напряжений.
3. Определить, какой внешней нагрузке на гранях балки-стенки соответствует заданная функция напряжений. Нагрузки на гранях балки-стенки показать в виде эпюр. Провести проверку равновесия балки-стенки.

Критерии оценки

Критерии оценивания домашних работ устанавливаются исходя из максимального балла за выполнение одной домашней работы – 2 балла. Общий максимальный результат за обязательные виды домашних работ, включающих 10 работ – 20 баллов. За выполнение одной дополнительной домашней работы – 2,5 баллов. Максимальное количество баллов за все дополнительные домашние работы – 5 баллов (2 дополнительные домашние работы). Итоговый результат за выполнение каждой части задания формируется исходя из следующих критериев:

Критерий	Баллы
Работа выполнена в полном объеме, оформлен отчет согласно всем требованиям, студент может ответить на все дополнительные вопросы.	2
Работа выполнена в полном объеме, отчет оформлен с недочетами, и негрубыми	1,5

ошибками, студент может ответить на все или часть дополнительных вопросов.	
Работа выполнена в полном объеме, отчет оформлен с недочетами, грубыми ошибками, студент не ответил на дополнительные вопросы.	1

Критерии оценивания дополнительных индивидуальных домашних заданий (расчетные задания) устанавливаются исходя из максимального балла за выполнение задания, состоящего из одной части – 2,5 баллов. Итоговый результат за выполнение задания формируется исходя из следующих критериев:

Критерий	Балл
Правильная постановка задачи (определение входных и выходных переменных, определение числа переменных)	0,2
Выбор метода решения задачи	0,3
Правильность расчетов	1,5
Правильный анализ полученных результатов	0,5
<i>Итого</i>	2,5

Контрольные работы

Пояснительная записка

Контрольная работа является неотъемлемой частью процесса изучения дисциплины «Основы теории упругости» и служит для закрепления теоретических знаний по дисциплине.

Объектами данной формы контроля выступают компетенции: ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4.

Студенту необходимо выполнить все задания данной контрольной работы по представленному примеру. Вариант задания выбирается по последней цифре номера зачетной книжки студента. Если последняя цифра зачетной книжки равна «0», то вариант задания будет № 10.

Примерные задания к контрольной работе

Задание 1. ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Условие. Упругое тело заданной формы находится в условиях плоской задачи. Схема задачи и нагрузка даны на рис. 4.1 в соответствии с номером варианта.

Требуется:

- Проверить, является ли заданная функция напряжений решением плоской задачи теории упругости.
- Найти выражения для напряжений.
- Составить граничные условия и найти постоянные, входящие в выражения для напряжений.
- Проверить, удовлетворяют ли окончательные выражения для напряжений дифференциальным уравнением равновесия.

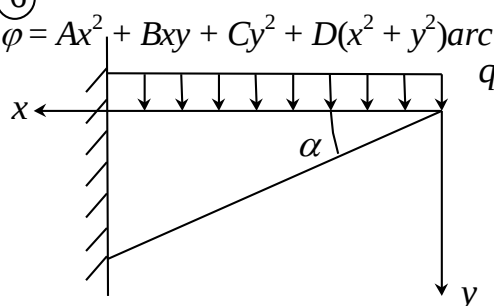
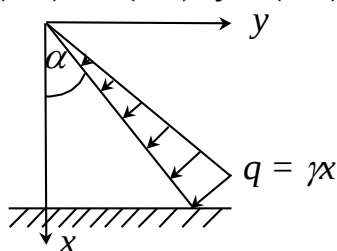
Построить эпюры напряжений в характерных сечениях.

①

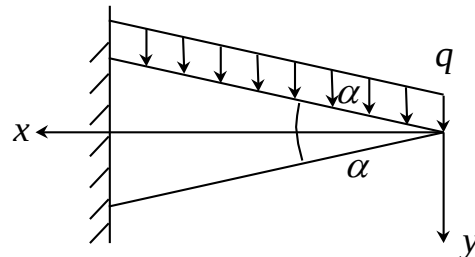
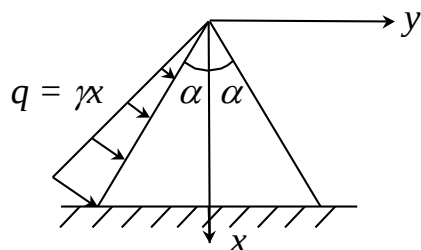
$$\varphi = (A/6)x^3 + (B/2)x^2y + (C/2)xy^2 + (D/6)y^3$$

⑥

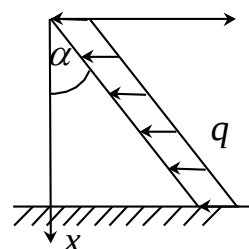
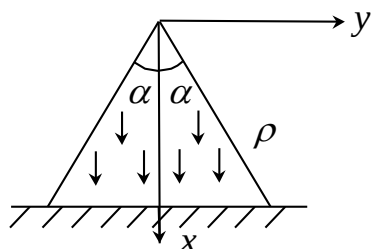
$$\varphi = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + D(x^2 + y^2)\arctg(y/x)$$



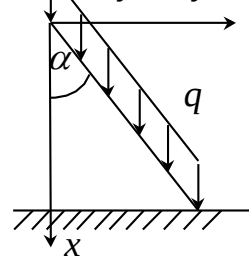
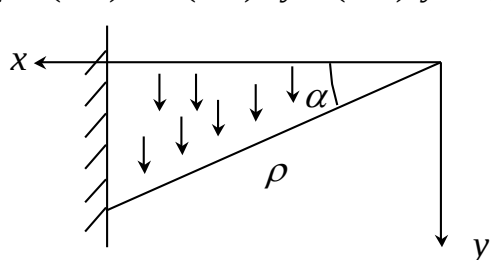
② $\varphi = (A/6)x^3 + (B/2)x^2y + (C/2)xy^2 + (D/6)y^3$ ⑦ $\varphi = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + D(x^2 + y^2)\text{arctg}(y/x)$



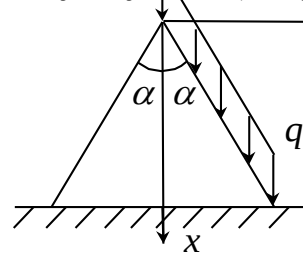
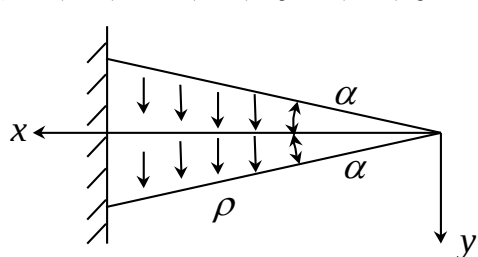
③ $\varphi = (A/6)x^3 + (B/2)x^2y + (C/2)xy^2 + (D/6)y^3$ ⑧ $\varphi = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + D(x^2 + y^2)\text{arctg}(y/x)$



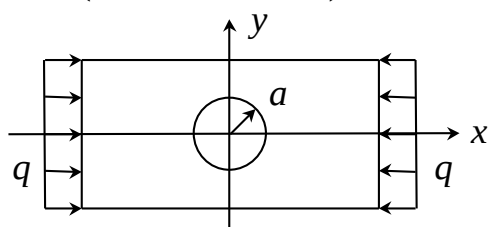
④ $\varphi = (A/6)x^3 + (B/2)x^2y + (C/2)xy^2 + (D/6)y^3$ ⑨ $\varphi = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + D(x^2 + y^2)\text{arctg}(y/x)$



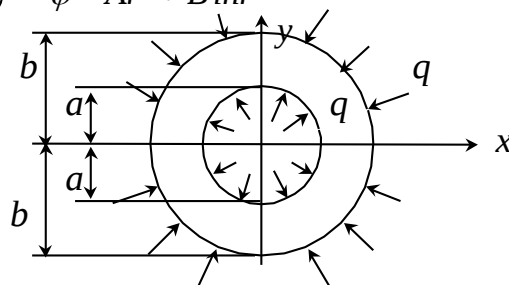
⑤ $\varphi = (A/6)x^3 + (B/2)x^2y + (C/2)xy^2 + (D/6)y^3$ ⑩ $\varphi = Ax^2 + Bxy + Cy^2 + D(x^2 + y^2)\text{arctg}(y/x)$



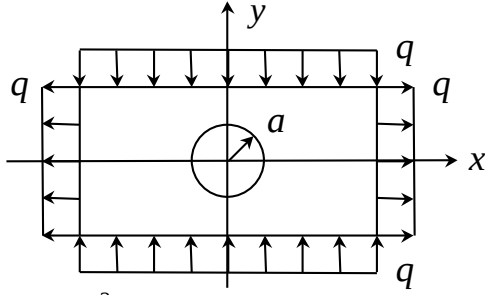
⑪ $\varphi = A_1r^2 + B_1\ln r + (A_2r^2 + C_2/r^2 + D_2)\cos 2\theta$



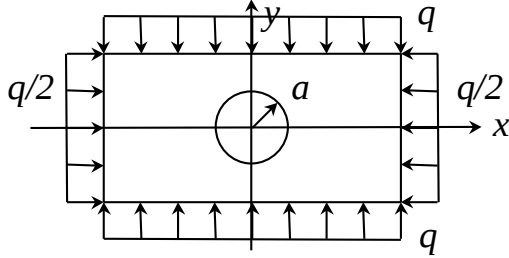
⑫ $\varphi = Ar^2 + B\ln r$



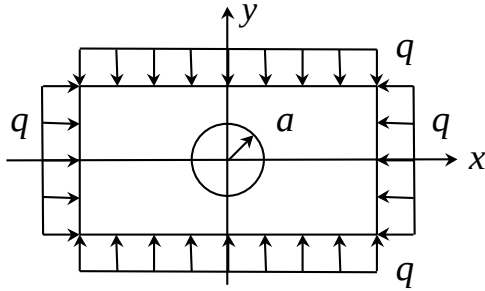
⑫ $\varphi = (A_2 r^2 + C_2/r^2 + D_2)\cos 2\theta$



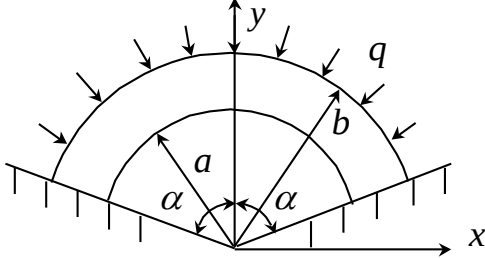
⑬ $\varphi = A_1 r^2 + B_1 \ln r + (A_2 r^2 + C_2/r^2 + D_2)\cos 2\theta$



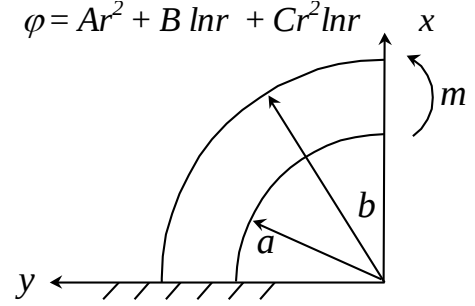
⑭ $\varphi = Ar^2 + B \ln r$



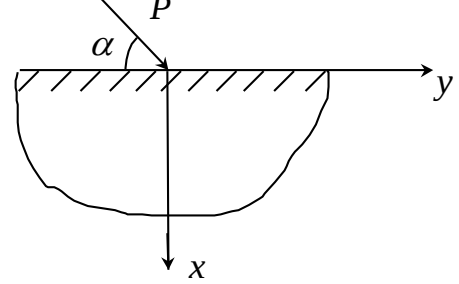
⑮ $\varphi = Ar^2 + B \ln r$



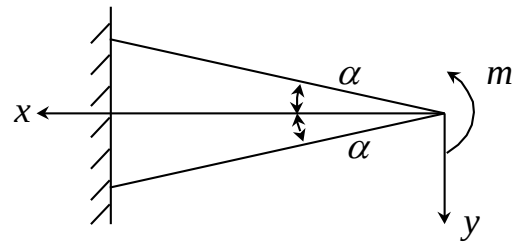
⑰ $\varphi = Ar^2 + B \ln r + Cr^2 \ln r$



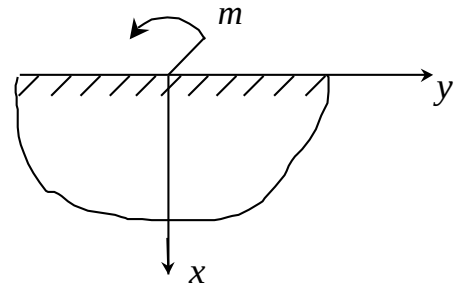
⑱ $\varphi = r\theta(A \sin \theta + B \cos \theta)$



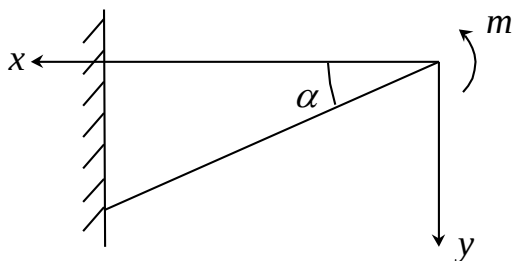
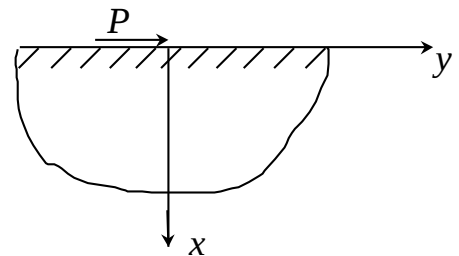
⑲ $\varphi = A \sin 2\theta + B\theta$

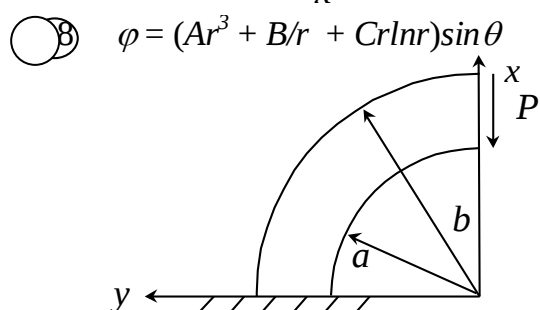
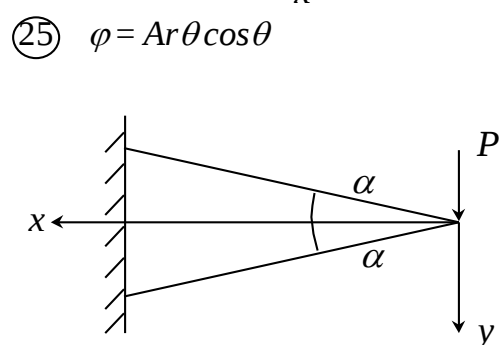
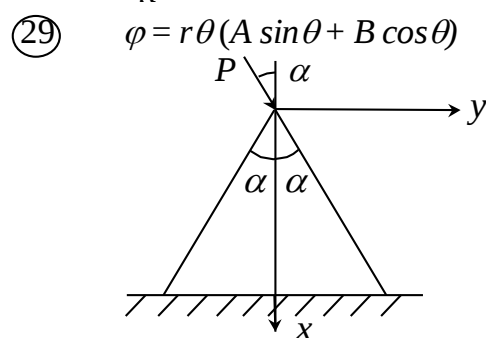
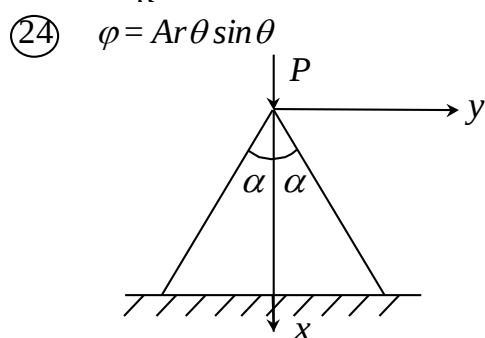
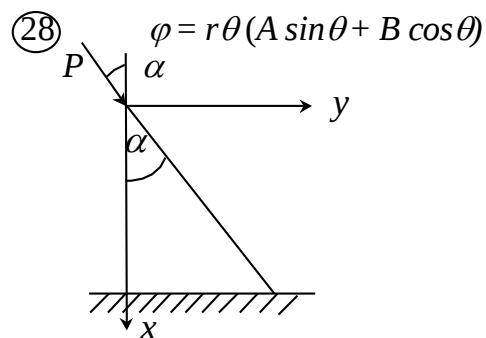
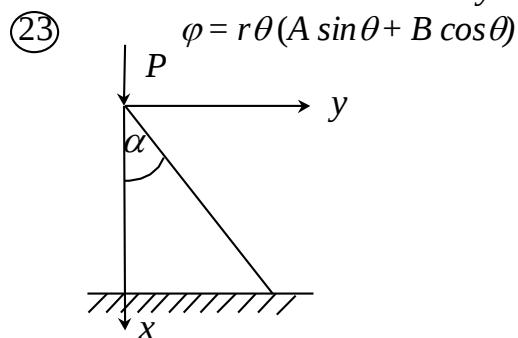
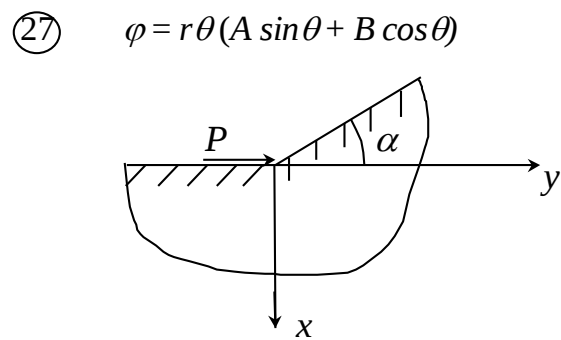
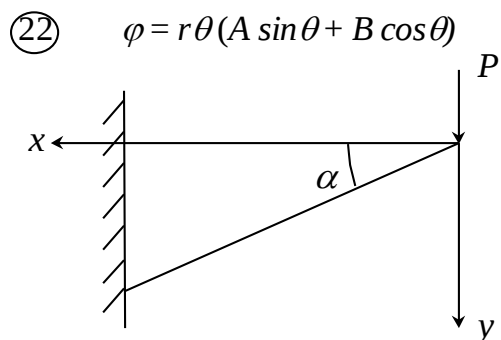


⑳ $\varphi = A \sin 2\theta + B\theta$



㉑ $\varphi = r\theta(A \sin \theta + B \cos \theta)$





Критерии оценки

При оценивании контрольной работы учитывается:

- полнота выполненной работы (задание выполнено не полностью и/или допущены две и более ошибки или три и более неточности) – 5-6 балла;
- обоснованность решения и выводов работы (задание выполнено полностью, но обоснование решения и выводов недостаточны, но рассуждения верны) – 7-8 балла;
- работа выполнена полностью, в рассуждениях и доказательствах нет пробелов или ошибок, возможна одна неточность -9-10 баллов.

Оценка по контрольным работам складывается исходя из суммарного результата выполнения заданий. Общий максимальный балл – 10 баллов.

г) Формы промежуточного контроля

Промежуточная аттестация заключается в объективном выявлении результатов обучения, которые позволяют определить степень соответствия действительных результатов обучения и запланированных в программе. Промежуточная аттестация направлена на оценивание результатов обучения, выявление степени освоения студентами системы знаний и умений, полученных в результате изучения дисциплины «Основы теории упругости».

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы теории упругости» включает:
-зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Пояснительная записка

Зачет с оценкой как форма контроля проводится в конце пятого учебного семестра и предполагает оценку освоения знаний и умений, полученных в ходе учебного процесса. Для допуска к зачету студент должен пройти текущую аттестацию, предполагающую набор от 51 до 70 баллов, а также получение премиальных баллов за выполнение дополнительных видов работ. Метод контроля, используемый на зачете – устный.

Объектами данной формы контроля выступают компетенции: ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4.

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой

Вопросы для оценки знаний теоретического курса

1. Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений.
2. Напряжения на наклонных площадках.
3. Главные напряжения и главные площадки.
4. Инварианты тензора напряжений.
5. Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений.
6. Инварианты девиатора напряжений.
7. Наибольшие касательные напряжения.
8. Геометрическое представление напряженного состояния в точке тела.
9. Интенсивность напряжений.
10. Октаэдрические напряжения.
11. Дифференциальные уравнения равновесия.
12. Статические условия на поверхности тела.
13. Компоненты перемещений и компоненты деформации.
14. Дифференциальные зависимости компонентов малой деформации от компонентов смещения. Уравнения Коши.
15. Деформации в точке тела. Тензор деформации.
16. Объемная деформация.
17. Линейная деформация в произвольном направлении.
18. Угловая деформация в произвольном плоскости.
19. Аналогия с теорией напряженного состояния.
20. Главные деформации, главные оси.
21. Инварианты тензора деформации.
22. Шаровой тензор и девиатор деформации.
23. Уравнения неразрывности деформаций. Уравнения Сен-Венана.
24. Обобщенный закон Гука.
25. Различные варианты представления закона упругости.
26. Закон упругого изменения объема и закон упругого изменения формы.
27. Потенциальная энергия деформации.
28. Упругий потенциал для линейного материала.
29. Формула Кастильяно, формула Грина.
30. Классификация основных уравнений теории упругости.

31. Основные задачи теории упругости.
32. Методы решения задач теории упругости.
33. Прямая постановка задач теории упругости.
34. Обратная постановка задач теории упругости.
35. Решение задач теории упругости в перемещениях (уравнение Ламе).
36. Решение задач теории упругости в напряжениях (уравнения Бельтрами-Митчелла).
37. Полуобратный метод Сен-Венана.
38. Теорема единственности решения задач теории упругости.
39. Чистое кручение стержня круглого поперечного сечения.
40. Кручение некруглых сечений. Задача Сен-Венана.
41. Кручение стержня эллиптического сечения.
42. Плоская деформация. Основные уравнения плоской задачи теории упругости.
43. Плоское напряженное состояние. Основные уравнения.
44. Решения плоской задачи в напряжениях.
45. Функция напряжений для плоской задачи (функция напряжений Эри).
46. Бигармоническое уравнение плоской задачи.
47. Решение плоской задачи для прямоугольных односвязных областей в полиномах.
48. Изгиб консоли силой, приложенной на конце.
49. Изгиб прямоугольной полосы на двух опорах под равномерно распределенной нагрузкой.
50. Треугольная подпорная стенка.
51. Плоская задача в полярных координатах.
52. Дифференциальное уравнение равновесия в полярных координатах.
53. Определение линейных и угловых деформаций плоской задачи в полярных координатах.
54. Функция напряжений. Бигармоническое уравнение в полярных координатах.
55. Полярно-симметричное распределение напряжений. Осесимметричные задачи.
56. Решение плоской задачи в перемещениях (в полярных системах координат).
57. Решение плоской задачи в напряжениях (в полярных системах координат).
58. Осесимметричная деформация толстостенного цилиндра или диска (Задача Ляме).
59. Решение задач Ламе в перемещениях.
60. Решение задач Ламе в напряжениях.
61. Чистый изгиб кругового бруса (Задача Х.С.Головина).
62. Клиновидный стержень, нагруженный в вершине сосредоточенной силой.
63. Клиновидный стержень, нагруженный в вершине сосредоточенным моментом.
64. Действие сосредоточенной силы на границе полуплоскости (Задача Буссинеска-Фламана).
65. Растяжение полосы с круглым отверстием.
66. Действие двух равных и противоположно направленных по радиусу сил на круглый диск (задача Герца).

Вопросы на оценку понимания/умений

1. Напряженное состояние в точке.
2. Напряжения на наклонных площадках.
3. Дифференциальные уравнения равновесия.
4. Главные площадки. Главные напряжения.
5. Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений.
6. Деформированное состояние в окрестности точки тела.
7. Уравнения неразрывности деформации.

8. Обобщенный закон Гука.
9. Различные варианты представления закона упругости.
10. Удельная потенциальная энергия деформации.
11. Формула Грина и Кастильяно.
12. Классификация основных уравнений теории упругости.
13. Основные задачи теории упругости.
14. Основные уравнения в перемещениях.
15. Уравнения теории упругости в напряжениях.
16. Плоское обобщенное напряженное состояние.
17. Плоская деформация.
18. Решения плоской задачи в напряжениях.
19. Функция напряжений. Бигармоническое уравнение плоской задачи.
20. Решение плоской задачи в полиномах.
21. Треугольная подпорная стенка.
22. Осесимметричные и неосесимметричные задачи.

Критерии оценивания

Для промежуточной аттестации в балльно-рейтинговой системе предусмотрено 30 баллов. Аттестация производится отдельно по каждому вопросу билета. Вопрос теоретического курса оцениваются в 10 баллов максимум. Каждый вопрос на понимание/ умение – максимум в 10 баллов.

Балльно-рейтинговая система предусматривает возможность ответа на один или два вопроса из билета по выбору преподавателя в том случае, если в результате текущей аттестации студент набрал более 70 баллов, поскольку суммарный результат по итогам текущей и промежуточной аттестации не может превышать 100 баллов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ

Интерактивное занятие предполагает, как индивидуальную подготовительную работу студента, так и коллективную работу на практическом занятии или семинаре. Содержание интерактивных занятий по основным разделам дисциплины устанавливается в рабочей программе.

Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия. Преподаватель также разрабатывает план занятия (обычно, это интерактивные упражнения и задания, в ходе выполнения которых студент изучает материал).

Задачами интерактивных форм обучения являются:

- пробуждение у обучающихся интереса к изучаемой дисциплине и свое будущей профессии;
- эффективное усвоение учебного материала;
- самостоятельный поиск обучающимися путей и вариантов решения поставленной учебной задачи (выбор одного из предложенных вариантов или нахождение собственного варианта и обоснование решения);
- установление взаимодействия между студентами, умение работать в команде, проявлять терпимость к любой точке зрения, уважать право каждого на свободу слова, уважать его достоинства;
- формирование у обучающихся мнения и отношения;
- формирование жизненных и профессиональных навыков;
- выход на уровень осознанной компетентности студента.

Проведение интерактивных занятий направлено на освоение всех компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Основы теории упругости».

В рамках осваиваемой компетенции студенты приобретают следующие знания, умения и навыки:

Номер/ индекс компетен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-4	способностью к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	- методы оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности - основные механические величины, их определения, смысл и значение, - основные законы механики: реакции связей,	- применять методы оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности - интерпретировать механические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата; - объяснять ха-	- аппаратом оценки проектируемых узлов и агрегатов с учетом требований надежности, технологичности, безопасности; - измерительными экспериментальными; - проводить измерительный эксперимент и оценивать результаты изме-

		условия равновесия плоской и пространственной систем сил, теорию пар сил, - кинематические характеристики точки, частные и общие случаи движения точки и твёрдого тела, - общие теоремы динамики, теорию удара; - основные методы исследования равновесия и движения механических систем, типовые алгоритмы такого исследования; - методы векторного анализа и теории функций комплексного переменного; - права и ответственность участников технического регулирования на автомобильном транспорте; - основные методы механических испытаний материалов; - механические свойства конструкционных материалов; - классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надёжности деталей и узлов	ракет поведения механических систем с применением важнейших теорем механики их следствий; - рассчитывать элементы конструкций и механизмов автомобилей и тракторов на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность, в том числе с использованием метода конечных элементов; - разрабатывать кинематические и конструктивные схемы технических систем; оценивать эффективность предлагаемых схем; - осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов; работать с электротехнической аппаратурой; - осуществлять выбор конструкционных и эксплуатационных материалов при проектировании и ремонте автомобилей и тракторов; - профессионально решать классические (типовые) задачи по данной дис-	рений с использованием современных программных средств и информационных технологий; - применением основных законов теоретической механики в важнейших практических приложениях; - применением типовых алгоритмов исследования равновесия и движения механических систем; - методами расчета несущей способности элементов, узлов и агрегатов автомобилей и тракторов с использованием графических, аналитических численных методов; - процедурами, связанными с допуском транспортных средств к эксплуатации.
--	--	---	---	---

		автомобилей и тракторов; - принципиальные методы расчета по этим критериям, в том числе метод конечных элементов; - правила пользования стандартами и другой нормативной документацией.	циплине, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной математической литературе, приобретать новые математические знания, используя современные; подготавливать необходимую документацию для сертификации и лицензирования деятельности на автомобильном транспорте.	
ПК-5	способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта наземных транспортно-технологических средств, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	- основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, - методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	- грамотно составлять расчетные схемы, - ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, - определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций	- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; - методами анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочно-

				сти, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений
ПСК-1.4	способностью разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта автомобилей и тракторов, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности	- основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, - методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях	- грамотно составлять расчетные схемы, - ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, - определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций	- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; - методами анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности со-

				оружений
--	--	--	--	----------

В учебной дисциплине «Основы теории упругости» используются следующие виды интерактивных занятий:

- анализ конкретных ситуаций;
- решение ключевых задач
- обсуждение проблемных вопросов в ходе проведения практического занятия;
- учебные дискуссии.

Интерактивный («Inter» - это взаимный, «act» - действовать) – означает взаимодействие, находиться в режиме беседы, диалога с кем-либо. Другими словами, в отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения. Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия. Преподаватель также разрабатывает план занятия (обычно, это интерактивные упражнения и задания, в ходе выполнения которых студент изучает материал).

Интерактивное обучение - это специальная форма организации познавательной деятельности. Она подразумевает вполне конкретные и прогнозируемые цели. Цель состоит в создании комфортных условий обучения, при которых студент или слушатель чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным сам процесс обучения, даёт знания и навыки, а также создать базу для работы по решению проблем после того, как обучение закончится.

Другими словами, интерактивное обучение – это, прежде всего, диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, между самими студентами.

Принципы работы на интерактивном занятии:

- занятие – не лекция, а общая работа.
- все участники равны независимо от возраста, социального статуса, опыта, места работы.
- каждый участник имеет право на собственное мнение по любому вопросу.
- нет места прямой критике личности (подвергнуться критике может только идея).
- все сказанное на занятии – не руководство к действию, а информация к размышлению.

Интерактивное обучение позволяет решать одновременно несколько задач, главной из которых является развитие коммуникативных умений и навыков. Данное обучение помогает установлению эмоциональных контактов между учащимися, обеспечивает воспитательную задачу, поскольку приучает работать в команде, прислушиваться к мнению своих товарищей, обеспечивает высокую мотивацию, прочность знаний, творчество и фантазию, коммуникабельность, активную жизненную позицию, ценность индивидуальности, свободу самовыражения, акцент на деятельность, взаимоуважение и демократичность. Использование интерактивных форм в процессе обучения, как показывает практика, снимает нервную нагрузку обучающихся, даёт возможность менять формы их деятельности, переключать внимание на узловые вопросы темы занятий.

Критерии оценивания работы студентов на интерактивных занятиях

Каждая форма интерактивного занятия нацелена на формирование у студентов навыков коллективной работы, а также навыков формулирования собственных выводов и суждений относительно проблемного вопроса. Вместе с тем, формы проведения предусмотренных занятий различаются, поэтому критерии оценивания устанавливаются отдельно для каждой формы занятий. Максимальный балл за участие в круглом столе, учебной дискуссии или деловой игре для студентов очной формы обучения – 2 балла.

Критерии оценивания работы студента при обсуждении проблемных вопросов в ходе проведения практического занятия

Критерий	баллы
Студент выступает с проблемным вопросом	0,7
Высказывает собственное суждение по вопросу, аргументировано отвечает на вопросы оппонентов	0,8
Демонстрирует предварительную информационную готовность к обсуждению	0,3
Грамотно и четко формулирует вопросы к выступающему	0,2
Итоговый максимальный балл	2,0

Критерии оценивания работы студента при проведении анализа конкретных ситуаций

Критерий	Балл
Предлагает собственные варианты решения проблемы, либо дополняет ответчика; демонстрирует предварительную информационную готовность по анализируемой теме	2,0
Участвует в обсуждениях, высказывает типовые рекомендации по рассматриваемой проблеме, готовит возражения оппонентам, однако сам не выступает и не дополняет ответчика; демонстрирует информационную готовность к игре	1,0
Принимает участие в обсуждении, однако собственной точки зрения не высказывает, не может сформулировать ответов на возражения оппонентов, демонстрирует слабую информационную подготовленность к игре	0,7
Принимает участие в работе, однако предлагает неаргументированные, не подкрепленные фактическими данными решения; демонстрирует слабую информационную готовность	0,5
Не принимает участия в работе, не высказывает никаких суждений, демонстрирует полную неосведомленность по сути изучаемой проблемы.	0

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Изучение дисциплины «Основы теории упругости» предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над материалами; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Изучение лекционного материала по конспекту лекций должно сопровождаться изучением рекомендуемой литературы, основной и дополнительной. Основной целью организации самостоятельной работы студентов является систематизация и активизация знаний, полученных ими на лекциях и в процессе подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

Основной целью организации самостоятельной работы студентов является систематизация и активизация знаний, полученных ими на лекциях и в процессе подготовки к практическим (семинарским) занятиям. Осмысленная самостоятельная работа сначала с учебным материалом в процессе подготовки к практическим занятиям, а затем и с научной информацией, необходима для того, чтобы заложить основы самоорганизации и самовоспитания, необходимые для привития умения в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы. Никакие знания, не подкрепленные самостоятельной деятельностью, не могут стать подлинным достоянием человека. Вузовская практика подтверждает, что только знания, добытые самостоятельным трудом, делают выпускника продуктивно мыслящим специалистом, способным творчески решать профессиональные задачи, уверенно отстаивать свои позиции.

Кроме того, самостоятельная работа имеет воспитательное значение: она формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации.

Систематическая самостоятельная работа студентов под управлением преподавателя по развитию навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса при изучении дисциплины «Основы теории упругости» студентами направления подготовки «Основы теории упругости» предусматривается рабочей программой в объеме 68 часов для студентов очного отделения и 94 часов для студентов заочного отделения.

Основными задачами самостоятельных внеаудиторных занятий являются:

- закрепление, углубление, расширение и систематизация занятий;
- формирование профессиональных умений и навыков;
- формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;
- мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению дисциплины;
- развитие самостоятельности мышления;
- формирование уверенности в своих силах, волевых черт характера, способности к самоорганизации;

- овладение технологическим учебным инструментом.

Методические указания включают в себя задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний, задания самостоятельной работы для формирования умений и задания для самостоятельного контроля знаний.

Задания для закрепления и систематизации знаний включают в себя перечень тем докладов и рефератов, а также рекомендации по подготовке реферата и доклада.

Задания для формирования умений содержат ситуационные задачи по курсу.

Задания для самостоятельного контроля знаний позволят закрепить пройденный материал и сформировать навыки формулирования кратких ответов на поставленные вопросы.

Задания включают вопросы для самоконтроля и тесты для оценки уровня освоения материала теоретического курса. Для удобства работы с материалом, все задания разбиты по темам дисциплины.

Самостоятельный контроль знаний студентами позволяет сформировать следующие компетенции: ОПК-4, ПК-5, ПСК-1.4.

Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Основные понятия теории упругости	Работа с учебной литературой. Подготовка докладов. Поиск и обзор научных публикаций, электронных источников информации, подготовка заключения по обзору Работа над рефератами. Выполнение расчетных заданий, анализ результатов, составление выводов на основе выполненных расчетных заданий. Анализ фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа. Выполнение домашних заданий. Подготовка к зачету с оценкой.	Опрос. Текущий контроль. Проверка практикума. Проверка домашних заданий. Оценка выступлений. Контрольная работа. Тестирование.
2.	Силы и напряжения		
3.	Теория деформаций		
4.	Обобщенный закон Гука		
5.	Основные уравнения теории упругости		
6.	Плоская задача теории упругости		
7.	Примеры решения задач в цилиндрических координатах		
8.	Расчет пластин		
9.	Расчет оболочек		
10.	Вариационные методы решения задач строительной механики и теории упругости		

Задания самостоятельной работы для закрепления и систематизации знаний включают подготовку презентации и доклада.

Презентация, согласно толковому словарю русского языка Д.Н. Ушакова: «... способ подачи информации, в котором присутствуют рисунки, фотографии, анимация и звук».

Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MS Word, AcrobatReader, LaTeX-овский пакет beamer. Самая простая программа для создания презентаций – MicrosoftPowerPoint.

Для подготовки презентации необходимо собрать и обработать начальную информацию. Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации: вы хотите свою аудиторию мотивировать, убедить, заразить какой-то идеей или просто формально отчитаться.

2. Определить каков будет формат презентации: живое выступление (тогда, сколько будет его продолжительность) или электронная рассылка (каков будет контекст презентации).

3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.

4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.

5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.

6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).

7. Проверить визуальное восприятие презентации.

К видам визуализации относятся иллюстрации, образы, диаграммы, таблицы. Иллюстрация – представление реально существующего зрительного ряда. Образы – в отличие от иллюстраций – метафора. Их назначение – вызвать эмоцию и создать отношение к ней, воздействовать на аудиторию. С помощью хорошо продуманных и представляемых образов, информация может надолго остаться в памяти человека. Диаграмму используют для убедительной демонстрации данных, для пространственного мышления в дополнение к логическому. Таблица – конкретный, наглядный и точный показ данных. Ее основное назначение – структурировать информацию, что порой облегчает восприятие данных аудиторией.

Практические советы по подготовке презентации

- готовьте отдельно: печатный текст + слайды + раздаточный материал;
- слайды – визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации – устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства и эмоции;
- рекомендуемое число слайдов - 17-22;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего; план сообщения; краткие выводы из всего сказанного; список использованных источников;
- раздаточный материал – должен обеспечивать ту же глубину и охват, что и живое выступление: люди больше доверяют тому, что они могут унести с собой, чем исчезающим изображениям, слова и слайды забываются, а раздаточный материал остается постоянным осязаемым напоминанием; раздаточный материал важно раздавать в конце презентации; раздаточный материалы должны отличаться от слайдов, должны быть более информативными.

Доклад, согласно толковому словарю русского языка Д.Н. Ушакова: «... сообщение по заданной теме, с целью внести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой, познавательный интерес к научному познанию».

Тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме учебного занятия. Материалы при его подготовке, должны соответствовать научно-методическим требованиям вуза и быть указаны в докладе. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания. Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.

Работа студента над докладом-презентацией включает отработку умения самостоятельно обобщать материал и делать выводы в заключении, умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, отработку навыков ораторства, умения проводить диспут.

Докладчики должны знать и уметь: сообщать новую информацию; использовать технические средства; хорошо ориентироваться в теме всего семинарского занятия; дискутировать и быстро отвечать на заданные вопросы. Преподаватель обычно заранее сообщает, сколько времени отводится докладчику (5-7 минут). Уложиться в регламент очень важно, так как в противном случае вас прервут, вы не успеете сказать всего, что рассчитывали, причем, вероятно, самого главного, поскольку обычно в конце доклада делаются выводы. От того качество выступления станет намного ниже и произведенное вами впечатление, как и полученная оценка, оставят желать лучшего.

Устное выступление, чтобы быть удачным, должно хорошо восприниматься на слух, то есть быть интересно для аудитории подано. Поэтому не меньшее внимание, чем написание самого доклада, следует уделить его чтению. Написав черновой вариант, попробуйте прочесть его самому себе или кому-то из взрослых или друзей вслух. При этом нужно читать не торопясь, но без лишней медлительности, стараясь приблизить темп речи к своему обычному темпу чтения вслух.

Если ваш текст окажется невозможно прочитать за установленное регламентом время, лучше пересмотреть доклад и постараться сократить его, избавиться от лишних эпитетов, вводных оборотов – там, где без них можно обойтись. Выводы следует пронумеровать и изложить в виде тезисов, сделав их максимально чёткими и краткими.

Не пытайтесь выступить экспромтом или полукспромтом, не отступайте в момент выступления слишком далеко от подготовительного текста.

При обсуждении доклада отвечайте на вопросы конкретно, логично, по теме, с выводами и обобщением, проявляя собственное отношение к проблеме.

В конце доклада укажите используемую литературу.

Приводимые в тексте цитаты и выписки обязательно документируйте со ссылками на источник.

Подготовка реферата:

Реферат (от лат. *refere* «сообщаю») – краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания научного труда (трудов), литературы по теме.

Это самостоятельная научно-исследовательская работа студента, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на неё. Содержание реферата должно быть логичным; изложение материала носить проблемно-тематический характер. Тематика рефератов обычно определяется преподавателем, но в определении темы инициативу может проявить и студент.

Прежде чем выбрать тему для реферата, автору необходимо выяснить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко её изучить.

В зависимости от количества реферируемых источников выделяют следующие виды рефератов:

- монографические – рефераты, написанные на основе одного источника, при этом реферат не копирует дословно содержание первоисточника, а представляет собой новый вторичный текст, создаваемый в результате систематизации и обобщения материала первоисточника, его аналитико-синтетической переработки;

- обзорные – рефераты, созданные на основе нескольких исходных текстов, объединенных общей темой и сходными проблемами исследования.

Этапы работы над рефератом:

а). Выбор темы реферата.

Не беритесь за тему, которую вам навязывают, когда к ней, что называется, не лежит душа. В большинстве случаев хорошо получается только та работа, к которой испытываешь интерес. Предпочтительно, чтобы окончательная формулировка темы была чёткой и достаточно краткой. В ней не должно быть длинных, придаточных предложений. Хорошо, если в названии будет указан ракурс вашего подхода к теме. Не считайте, что тема должна полностью определять все содержание и строение дисциплины. Как правило,

в процессе написания выявляются новые нюансы вопроса, порой возникают довольно продуктивные отвлечения от основной темы, и сама формулировка проблемы часто конкретизируется и немного меняется. Лучше подкорректировать тему под уже написанный текст, чем переписывать текст до тех пор, пока он, наконец, идеально совпадёт с выбранной вами темой. Поэтому формулируйте тему так, чтобы была возможность всё-таки её подкорректировать. Если тема уже утверждена, а вам вдруг она показалась уже не интересной, слишком простой или, наоборот, слишком трудной, не просите заменить её. Раз так получилось, с большей вероятностью можно предположить, что как только тему сменят, она опять вам разонравится. Старайтесь доводить начатое дело до конца. Однако, если написанная работа никак не клеится и вы уверены, что это из-за темы, - попробуйте её сменить.

б). Разработка плана реферата

Структура реферата должна быть следующей:

1. Титульный лист
2. Содержание (в нём последовательно излагаются названия пунктов реферата, указываются страницы, с которых начинается каждый пункт).
3. Введение (формулируется суть исследуемой проблемы, обосновывается выбор темы, определяется её значимость и актуальность, указывается цель задачи реферата, даётся характеристика используемой литературы).
4. Основная часть (каждый раздел её, доказательно раскрывая отдельную проблему или одну из её сторон, логически является продолжением предыдущего; в основной части могут быть предоставлены таблицы, графики, схемы).
5. Заключение (подводятся итоги или даётся обобщённый вывод по теме реферата, предлагаются рекомендации).

6. Список использованных источников.

Введение к реферату – важнейшая его часть. Здесь обычно обосновывается актуальность выбранной темы, цель и задачи, краткое содержание, указывается объект рассмотрения, приводится характеристика источников для написания работы и краткий обзор имеющейся по данной теме литературы. Актуальность предполагает оценку своевременности и социальной значимости выбранной темы, обзор литературы по теме отражает знакомство автора с имеющимися источниками, умение их систематизировать, критически рассматривать, выделять существенное, определять главное.

Основная часть. Основная часть реферата структурируется по главам и параграфам (пунктам и подпунктам), количество и название которых определяются автором. Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме работы и полностью её раскрывать. Данные главы должны показать умение студента сжато, логично и аргументировано излагать материал, обобщать, анализировать и делать логические выводы. Основная часть реферата, помимо почерпнутого из разных источников содержания, должна включать в себя собственное мнение студента и сформулированные выводы, опирающиеся на приведенные факты.

В основной части реферата обязательными являются ссылки на авторов, чьи позиции, мнения, информация использованы в реферате. Ссылки на источники могут быть выполнены по тексту работы постранично в нижней части страницы (фамилия автора, его инициалы, полное название работы, год издания и страницы, откуда взята ссылка) или в конце цитирования - тогда достаточно указать номер литературного источника из списка использованной литературы с указанием конкретных страниц, откуда взята ссылка. (Например, 7 - номер источника в списке использованной литературы, С. 67–89). Номер литературного источника должен указываться после каждого нового отрывка текста из другого литературного источника. Цитирование и ссылки не должны подменять позиции автора реферата.

Заключительная часть предполагает последовательное, логически стройное изложение обобщенных выводов по рассматриваемой теме. Заключение не должно превышать

объем двух страниц и не должно слово в слово повторять уже имеющийся текст, но должно отражать собственные выводы о проделанной работе, а может быть, и о перспективах дальнейшего исследования темы. В заключении целесообразно сформулировать итоги выполненной работы, кратко и четко изложить выводы, представить анализ степени выполнения поставленных во введении задач и указать то новое, что лично для себя студент вынес из работы над рефератом.

Список использованной литературы составляет одну из частей работы, отражающую самостоятельную творческую работу автора, и позволяет судить о степени фундаментальности данного реферата. В список использованной литературы необходимо внести все источники, которые были изучены студентами в процессе написания реферата.

Если введение и заключение обычно бывают цельными, то основная часть, в свою очередь, подвергается более дробной рубрикации на главы и параграфы. Она осуществляется посредством нумерации и заголовков.

Каждый заголовок должен строго соответствовать содержанию следующего за ним текста.

Название глав и параграфов не следует делать ни слишком многословными, длинными, ни чересчур краткими. Длинные заголовки, занимающие несколько строк, выглядят громоздкими и с трудом воспринимаются. Тем более, что названия глав и параграфов набираются более крупными буквами. Слишком краткое название теряет всякую конкретность и воспринимается как общее. В заголовок не следует включать узкоспециальные термины, сокращения, аббревиатуру, формулы.

Помимо выделения частей текста, имеющих названия и номера, существует более дробная рубрикация без использования номеров и названий. Это деление текста на абзацы, то есть периодическое логически обусловленное отделение фрагментов написанного друг от друга с отступом вправо в начале первой строчки фрагмента. Абзацы позволяют сделать излагаемые мысли более рельефными, облегчают восприятие текста при чтении и его осмысление.

Желательно, чтобы объем абзацев был средним. Редкость отступов делает текст монотонным, а чрезмерная частота мешает сосредоточиться читателю на мысли автора. Между абзацами непременно должна существовать логическая связь, объединяющая их в цельное повествование.

в). Стилистика текста реферата

Очень важно не только то, как вы раскроете тему, но и язык, стиль, общая манера подачи содержания.

Научный текст красив, когда он максимально точен и лаконичен. Используемые в нём средства выражения, прежде всего, должны отличаться точностью, смысловой ясностью. Ключевые слова научного текста – это не просто слова, а понятия. Когда вы пишете, пользуйтесь понятийным аппаратом, то есть установленной системой терминов, значение и смысл которых должен быть для вас не расплывчатым, а чётким и ясным. Необходимость следить за тем, чтобы значение используемых терминов соответствовало принятому в данной дисциплине употреблению.

Вводные слова и обороты типа «итак», «таким образом» показывают, что данная часть текста служит как бы обобщением изложенного выше. Слова и обороты «следовательно», «отсюда следует, что...» свидетельствуют о том, что между сказанным выше и тем, что будет сказано сейчас, существуют причинно-следственные отношения. Слова типа «вначале», «во-первых», «во-вторых», «прежде всего», «наконец», «в заключении сказанного» указывают на место излагаемой мысли или факта в логической структуре текста. Слова и обороты «однако», «тем не менее», «впрочем», «между тем» выражают наличие противоречия между только что сказанным и тем, что сейчас будет сказано.

Обороты типа «рассмотрим подробнее...» или «перейдём теперь к...» помогают более чёткой рубрикации текста, поскольку подчёркивают переход к новой невыделенной особой рубрикой части изложения.

Показателем культуры речи является высокий процент в тексте сложносочинённых и сложноподчинённых предложений. Сплошной поток простых предложений производит впечатление примитивности и смысловой бедности изложения. Однако следует избегать слишком длинных, запутанных и громоздких сложных предложений, читая которые, к концу забываешь, о чём говорилось в начале.

В тексте не должно быть многословия, смыслового дублирования, тавтологий. Его не стоит загромождать витиеватыми канцелярскими оборотами, ненужными повторами. Никогда не употребляйте слов и терминов, точное значение которых вам не известно.

г). Цитаты и ссылки

Необходимым элементом написания работы является цитирование. Цитаты в умеренных количествах украшают текст и создают впечатление основательности: вы подкрепляете и иллюстрируете свои мысли высказываниями авторитетных учёных, выдержками из документов и т. д. Однако цитирование тоже требует определённых навыков, поскольку на цитируемый источник надо грамотно оформить ссылку. Отсутствие ссылки представляет собой нарушение авторских прав, а неправильно оформленная ссылка рассматривается как серьёзная ошибка. Умение правильно, с соблюдением чувства меры, к месту цитировать источник – один из самых необходимых навыков при выполнении рефератов и докладов, т. к. обилие цитат может произвести впечатление несамостоятельности всей работы в целом.

Наиболее распространённая форма цитаты – прямая.

Например: «Язык, - отмечал А. П. Чехов, - должен быть прост и изящен».

Если вы цитируете источник, обязательно нужно на него сослаться. В студенческих работах обычно это делается с помощью внутритекстовых сносок.

д). Сокращения в тексте

В текстах принята единая система сокращений, которой необходимо следовать и при написании работы. Обязательно нужно сокращать слова «век», «год» при указании конкретных дат и просто хронологических границ описываемых явлений и событий. Когда эти слова употребляются в единственном числе, при сокращении оставляется только первая буква: 1967 г., XX в. Если речь идёт о нескольких датах или веках, или о периоде, длившемся с какого – то года по какой – то на протяжении нескольких веков, первая буква слова «век» или «год» удваивается: 1902 – 1917 гг., X – XIV вв.

Сложные термины, названия организаций, учреждений, политических партий сокращаются с помощью установленных аббревиатур, которые состояются из первых букв каждого слова, входящего в название. Так, вместо слов «высшее учебное заведение» принято писать «вуз» (обратите внимание на то, что в данном случае все буквы аббревиатуры – строчные). Название учебных и академических учреждений тоже сокращаются по первым буквам: Российская Академия наук – РАН. В академическом тексте можно пользоваться и аббревиатурами собственного сочинения, сокращая таким образом, часто встречающихся в работе сложные составные термины. При первом употреблении такой аббревиатуры необходимо в скобках или в сноске дать её объяснение.

В конце предложения (но не в середине!) принято иногда пользоваться установленными сокращениями некоторых слов и оборотов, например: «и др.» (и другие), «и т. п.» (и тому подобное), «и т. д.» (и так далее), «и пр.» (и прочее).оборот «то есть» сокращается по первым буквам: «т. е.». Внутри предложения такие сокращения не допускаются.

Некоторые виды сокращений допускаются и требуются только в ссылках, тогда как в самом тексте их не должно быть. Это «см.» (смотри), «ср.» (сравни), «напр.» (например), «акад.» (академик), «проф.» (профессор).

Названия единиц измерения при числовых показателях сокращаются строго установленным образом: оставляется строчная буква названия единицы измерения, точка после неё не ставится: 3л (три литра), 5м (пять метров), 7т (семь тонн), 4 см (четыре сантиметра).

Рассмотрим теперь правила оформления числительных в академическом тексте. Порядковые числительные – «первый», «пятых», «двести восьмой» пишутся словами, а не цифрами. Если порядковое числительное входит в состав сложного слова, оно записывается цифрой, а рядом через дефис пишется вторая часть слова, например: «девятипроцентный раствор» записывается как «9 – процентный раствор».

Однозначные количественные числительные в тексте пишутся словами: «в течение шести лет», «сроком до пяти месяцев». Многозначные количественные числительные записываются цифрами: «115 лет», «320 человек». В тех случаях, когда числительным начинается новый абзац, оно записывается словами. Если рядом с числом стоит сокращённое название единицы измерения, числительное пишется цифрой независимо от того, однозначное оно или многозначное.

Количественные числительные в падежах кроме именительного, если записываются цифрами, требуют добавления через дефис падежного окончания: «в 17-ти», «до 15-ти». Если за числительным следует относящееся к нему существительное, то падежное окончание не пишется: «в 12 шагах», а не в «12-ти шагах».

Порядковые числительные, когда они записываются арабскими цифрами, требуют падежных окончаний, которые должны состоять: из одной буквы в тех случаях, когда перед окончанием числительного стоит одна или две согласные или «й»: «5-я группа», а не «5-ая», «в 70-х годах», а не «в 70-ых»; Из двух букв, если числительное оканчивается на согласную и гласную: «2-го», а не «2-ого» или «2-о».

Если порядковое числительное следует за существительным, к которому относится, то оно пишется цифрой без падежного окончания: «в параграфе 1», «на рис. 9».

Порядковые числительные, записываются римскими цифрами, никогда не имеют падежных окончаний, например, «в XX веке», а не «в XX-ом веке» и т. п.

е). Оформление текста

Реферат должен быть отпечатан на компьютере. Текст реферата должен быть отпечатан на бумаге стандартом А4 с оставлением полей по стандарту: верхнее и нижнее поля по 2,0 см., слева – 3 см., справа – 1 см.

Заглавия (название глав, параграфов) следует печатать жирным шрифтом (14), текст – обычным шрифтом (14) и интервалом между строк 1,5.

В тексте должны быть четко выделены абзацы. В абзаце отступление красной строки должно составлять 1,25 см., т. е. 5 знаков (печатается с 6-го знака).

Работа должна иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номер страницы ставится внизу страницы по центру без точки на конце.

Нумерация страниц документа (включая страницы, занятые иллюстрациями и таблицами) и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозной, первой страницей является титульный лист.

На втором листе документа помещают содержание, включающее номера и наименование разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа (части) и обозначаться арабскими цифрами без точки, записанными с абзачного отступа. Раздел рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки, кратко и четко отражающие содержание разделов и подразделов. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов по слогам в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояния между заголовком и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно 3-4 интервалам.

Обширный материал, не поддающийся воспроизведению другими способами, целесообразно сводить в таблицы. Таблица может содержать справочный материал, результаты расчетов, графических построений, экспериментов и т. д. Таблицы применяют также для наглядности и сравнения показателей.

При выборе темы реферата старайтесь руководствоваться:

- вашими возможностями и научными интересами;
- глубиной знания по выбранному направлению;
- желанием выполнить работу теоретического, практического или опытно – экспериментального характера;
- возможностью преемственности реферата с выпускной квалификационной работой.

Объем реферата может колебаться в пределах 5 – 15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в её объем.

Реферат должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

ж). Составление библиографии и подбор источников по теме (как правило, при разработке реферата используется не менее 8 – 10 различных источников).

Список использованной литературы составляет одну из частей работы, отражающую самостоятельную творческую работу автора, и позволяет судить о степени фундаментальности данного реферата. В список использованной литературы необходимо внести все источники, которые были изучены студентами в процессе написания реферата.

Студенты самостоятельно подбирают литературу, необходимую при написании реферата. Для этого вы должны научиться работать с каталогами.

Список использованной литературы, приводится в следующей последовательности:

- 1) законодательные акты (в хронологическом порядке);
- 2) статистические материалы и нормативные документы (в хронологическом порядке);
- 3) литературные источники (в алфавитном порядке) – книги, монографии, учебники и учебные пособия, периодические издания, зарубежные источники,
- 4) интернет-источники.

Для работ из журналов и газетных статей необходимо указать фамилию и инициалы автора, название статьи, а затем наименование источника со всеми элементами титульного листа, после чего указать номер страницы начала и конца статьи.

Для интернет-источников необходимо указать название работы, источник работы и сайт.

После списка использованной литературы могут быть помещены различные приложения (таблицы, графики, диаграммы, иллюстрации и пр.). В приложение рекомендуется выносить информацию, которая загромождает текст реферата и мешает его логическому восприятию. В содержательной части работы эта часть материала должна быть обобщена и представлена в сжатом виде. На все приложения в тексте реферата должны быть ссылки. Каждое приложение нумеруется и оформляется с новой страницы.

Примерная тематика докладов и рефератов

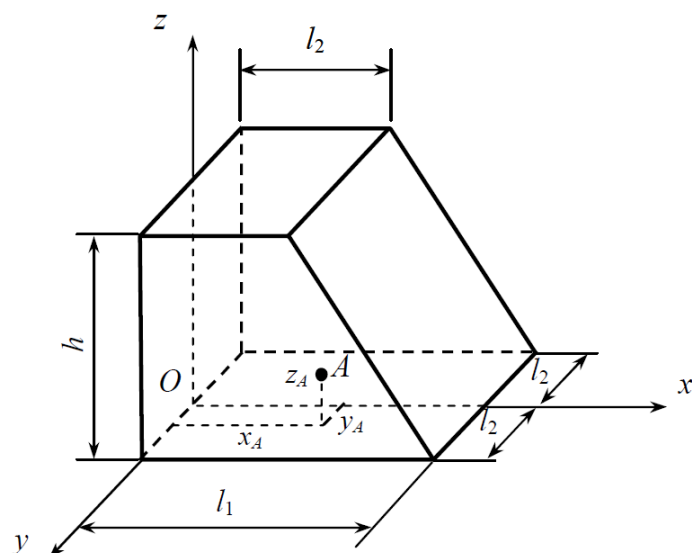
1. Предмет теории упругости. Прикладные аспекты теории упругости.
2. Нагрузки и напряжения. Перемещения и деформации. Тензоры напряжений и деформаций. Интенсивности напряжений и деформаций.
3. Главные напряжения и деформации.
4. Постановка задачи теории упругости. Уравнения равновесия (статики) элемента тела.
5. Геометрические уравнения. Уравнения совместности деформаций.

6. Физические уравнения.
7. Применение метода напряжений и метода перемещений.
8. Плоское напряжённое состояние. Основные уравнения плоской задачи.
9. Плоская деформация. Основные уравнения плоской задачи.
10. Разрешающие уравнения в напряжениях и перемещениях. Функция напряжений.
11. Методы решения плоской задачи для прямоугольных односвязных областей.
12. Плоская задача в полярных координатах.
13. Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа.
14. Метод Ритца. Принцип Кастильяно.
15. Линейно – упругий, нелинейно – упругий и упругопластичный материалы. Физическая нелинейность.
16. Постановка задачи и уравнения теории пластичности. Общее и различие с постановкой задачи теории упругости.
17. Активное нагружение и разгрузка. Повторно– переменное и знакопеременное нагружение.
18. Аппроксимация диаграмм деформирования материалов и требования к ней. Упругопластическая и жесткопластическая задачи.
19. Математическое моделирование поведения материалов и элементов конструкций в условиях повторно–попеременного и знакопеременного нагружений.
20. Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Треска – Сен – Венана – Леви. Критерий Губера – Мизеса – Генки. Условия упрочнения материала.
21. Простое и сложное нагружение. Теорема Ильюшина о простом нагружении. Основные типы теорий пластичности и их назначение.
22. Понятие о теории малых упругопластических деформаций Генки – Надаи и ее развитие А.А. Ильюшиным.
23. Понятие о теории пластического течения (дифференциальная теория).
24. Понятие и виды ползучести. Упругомгновенные деформации и деформации ползучести. Мера ползучести. Характеристика ползучести.
25. Модели упруговязких тел.
26. Линейная и нелинейная теории ползучести. Гипотезы линейной теории ползучести. Стареющие и нестареющие материалы. Принцип наложения деформаций ползучести, соответствующих приращениям напряжений.
27. Понятие о наследственной теории старения (теории ползучести Г.Н. Маслова – Н.Х. Арутюняна), теории упругой наследственности, теории старения.
28. Интегральные уравнения Вольтерры.

Задания самостоятельной работы для формирования умений

Задание 1. Для тела, изображенного на рис., известны три компоненты вектора перемещения как функции координат x, y, z :

$$\left. \begin{aligned} u &= a \cdot (x^2 + \alpha \cdot y), \\ v &= b \cdot (\alpha \cdot x + y^2 + z^2), \\ w &= c \cdot (\alpha \cdot y + z^2). \end{aligned} \right\}$$



Числовые данные: $a = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$; $b = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$; $c = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-1}$; $\alpha = 0,5 \text{ м}$; $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $\nu = 0,25$; $l_1 = 0,4 \text{ м}$; $l_2 = 0,2 \text{ м}$; $h = 0,3 \text{ м}$; $x_A = 0,1 \text{ м}$; $y_A = -0,1 \text{ м}$; $z_A = 0,2 \text{ м}$.

Требуется:

1. Определить компоненты тензора деформаций и тензора напряжений в произвольной точке тела.

2. Определить компоненты объёмной нагрузки X , Y , Z и поверхностной нагрузки X_v , Y_v , Z_v на наклонной грани тела.

3. Записать тензор напряжений T_H , шаровой тензор T_{III} и девиатор напряжений D_H , а также определить инварианты тензора напряжений I_1 , I_2 , I_3 в точке A .

4. Определить величины главных напряжений σ_1 , σ_2 , σ_3 и наибольшего касательного напряжения $\tau_{\max}$ в точке A .

5. Определить погрешность вычисления инвариантов тензора напряжений в точке A .

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется в ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ (далее – Университет) с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- размещение в местах, доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, справочной информации о расписании учебных занятий в адаптированной форме;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь (в случае необходимости);
- выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- наличие в научно-технической библиотеке и читальных залах Университета Брайлевской компьютерной техники, электронных луп, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации;

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
- наличие мультимедийной системы;

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения Университета, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, в отдельных группах и удаленно с применением дистанционных технологий.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Категории студентов	Формы
С нарушением слуха	- в печатной форме - в форме электронного документа
С нарушением зрения	- в печатной форме увеличенным шрифтом - в форме электронного документа - в форме аудиофайла
С нарушением опорно-двигательного аппарата	- в печатной форме - в форме электронного документа; - в форме аудиофайла

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие оценочные средства:

Категории студентов	Виды оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушением слуха	тест	преимущественно письменная проверка
С нарушением зрения	собеседование	преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушением опорно-двигательного аппарата	решение дистанционных тестов, контрольные вопросы	организация контроля с помощью электронной оболочки MOODLE, письменная проверка

Студентам с ограниченными возможностями здоровья увеличивается время на подготовку ответов к зачёту, разрешается готовить ответы с использованием дистанционных образовательных технологий.

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

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены Университетом или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

- инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

- доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

- доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, с использованием услуг ассистента, устно). При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляются основная и дополнительная учебная литература в виде электронного документа в фонде библиотеки и / или в электронно-библиотечных системах. А также предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература и специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

Наличие специальных средств обучения инвалидов и лиц с ОВЗ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

Для обучающихся с нарушениями слуха предусмотрена компьютерная техника, аудиотехника (акустический усилитель звука и колонки), видеотехника (мультимедийный проектор, телевизор), используются видеоматериалы, наушники для прослушивания, звуковое сопровождение учебной литературы в электронной библиотечной системе «Консультант студента».

Для обучающихся с нарушениями зрения предусмотрена возможность просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. В библиотеке на каждом компьютере предусмотрена возможность увеличения шрифта, предоставляется бесплатная литература на русском и иностранных языках, изданная рельефно-точечным шрифтом (по Брайлю).

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата предусмотрено использование альтернативных устройств ввода информации (операционная система Windows), такие как экранная клавиатура, с помощью которой можно вводить текст. Учебные аудитории 101/2, 101/3, 101/4, 101/5, 110, 112, 113, 114, 116, 118, 119, 121, 123, 126, 1-100, 1-104, 1-106, 1-107

имеют беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В библиотеке специально оборудованы рабочие места, соответствующим стандартам и требованиям. Обучающиеся в удаленном доступе имеют возможность воспользоваться электронной базой данных научно-технической библиотеки Чувашского ГАУ, по необходимости получать виртуальную консультацию библиотекаря по использованию электронного контента.