Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.11.2023 12:41:09
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /М.Н. Лукьянов/
«16» февраля 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория упругости

Направление подготовки/специальность
23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Профиль/специализация
Компьютерный инжиниринг в автомобилестроении

Квалификация
инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н. /В.И. Щербаков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»,
д.ф-м.н., доцент /А.А. Скворцов/

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины - приобретение новых и углубление уже полученных теоретических знаний о напряженно-деформированном состоянии упругих твердых тел и математических методов формулировки краевых задач и методов их решения с последующим анализом результата;

Задачи освоения дисциплины – подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению; подготовка специалистов для расчетно-экспериментальной, научно-исследовательской, производственно-технологической и инновационной деятельности в части определения и изучения упругих свойств конструкционных материалов, напряженно-деформированного состояния объектов машиностроения, их несущей способности, устойчивости и долговечности.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Теория упругости» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы специалиста.

Данная дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- математика;
- теоретическая механика;
- сопротивление материалов;
- вычислительная механика;
- прочность машин и аппаратов;
- динамика машин;
- конструирования и расчет наземных транспортных систем.

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

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	- Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	**Знать:** - современное состояние и тенденции развития существующих методов расчета упругих сред и соответствующие критерии оценки результатов. **Уметь:** - формулировать основные цели и задачи исследования упругого состояния различных систем кон-

		струкций. **Владеть:** - современными программными средствами решения линейно-упругих задач .
УК - 1	- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	**Знать:** - уравнения основных вариантов теории упругости, методы их использования при разработке конструкторско-технологических проектов машиностроительных изделий. **Уметь:** - применять законы и методы теории упругости к решению прикладных проектно-конструкторских, производственно-технологических и научно-исследовательских задач на основе современных компьютерных технологий, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение. **Владеть:** - математическими методами расчета и анализа процессов упругого сопротивления материалов в технических системах, современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами, способами оценки технического уровня проектируемых изделий машиностроения.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов, из них 36 часов – лекции, 18 часов – семинарские занятия, 54 часа - самостоятельная работа). Структура и содержание дисциплины по видам работ представлены в Таблице 1.

Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Теория деформированного состояния.

Математическая модель твердого деформируемого тела. Тензор деформации. Соотношения Коши. Преобразование компонент тензора деформаций при повороте осей координат. Главные деформации и инварианты тензора деформаций. Условия совместности деформаций.

Раздел 2. Теория напряженного состояния.

Внешние и внутренние силы. Вектор и тензор напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия. Главные напряжения и инварианты тензора напряжений.

Раздел 3. Соотношения между компонентами тензора деформации и компонентами тензора напряжений.

Упругий потенциал и дополнительная работа. Обобщенный закон Гука. Упругие постоянные и различные формулы закона Гука для изотропного те-

ла. Удельная потенциальная энергия линейно-упругого тела. Формулы Грина, Кастильяно, Клапейрона, Бетти.

Раздел 4. Основные уравнения и задачи теории упругости.

Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи. Уравнения упругого равновесия в перемещениях. Общее решение уравнений в перемещениях. Основные уравнения в напряжениях. Полуобратный метод.

Раздел 5. Общие теоремы и вариационные принципы.

Теорема о единственности решения задачи теории упругости. Теоремы Клапейрона, Лагранжа, Кастильяно, Бетти. Принцип минимума дополнительной работы.

Раздел 6. Кручение прямых стержней произвольного поперечного сечения.

Постановка задачи и основные уравнения. Теорема о циркуляции касательного напряжения. Функция кручения и функция напряжения. Теорема о максимуме касательного напряжения. Мембранная и гидродинамическая аналогия. Решение задачи кручения в рядах. Прямые методы решения вариационной задачи кручения. Кручение стержней многосвязного тонкостенного замкнутого профиля. Центр кручения.

Раздел 7. Изгиб прямых стержней произвольного поперечного сечения

Постановка задачи и основные уравнения. Функция напряжений. Центр изгиба. Решение задачи изгиба в рядах. Вариационная постановка задачи изгиба.

Раздел 8. Плоская задача теории упругости.

Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Перемещения в плоской задаче. Функция Эри и граничные условия для нее. Теорема Леви. Представления бигармонической функции. Плоская задача в декартовых и в полярных координатах . Комплексная функция напряжений. Формулы Колосова- Мусхелишвили. Общее решение основной задачи для бесконечной плоскости с отверстием. Задача Кирша. Концентрация напряжений на концах прямолинейной щели. Вариационная постановка плоской задачи . Метод конечных элементов.

Раздел 9. Контактные задачи теории упругости.

Воздействие плоского штампа на полуплоскость. Воздействие круглого штампа на полупространство. Центр растяжения – сжатия в бесконечном теле. Задача Буссинеска. Задача о давлении двух шаров. Общая задача Герца.

Раздел 10. Задача термоупругости.

Закон Дюамеля-Неймана. Метод устранения деформаций. Теорема взаимности в термоупругости. Термоупругий потенциал перемещений. Интегральное решение. Двумерные задачи со стационарным потоком тепла.

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки и реализации компетентного подхода при изложении материала предусматривается методика преподавания дисциплины с использованием следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- проведение текущего контроля знаний студентов;
- организация интерактивных занятий по обсуждению инженерных решений, направленных на повышение надежности машин;
- использование технических средств интерактивного обучения (компьютеров и т.п.).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Используются варианты контрольных вопросов для экспресс-опросов и самостоятельной работы студентов на семинарах.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	- Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов
УК - 1	- Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции формируются поэтапно в ходе освоения дисциплин, практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине.

ПК-1 - Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов				
Показатель	Критерий оценивания			
	2	3	4	5
Знать: - современное состояние и тенденции развития существующих методов расчета упругих сред и соответствующие критерии оценки результатов.	Обучающийся не знает современного состояния и тенденций развития методов расчета линейно-упругих сред и критериев оценки результатов.	Обучающийся с трудом разбирается в современном состоянии и тенденциях развития математических методов расчета линейно-упругих сред, слабо знает критерии оценки.	Обучающийся хорошо разбирается и ориентируется в состоянии и тенденциях развития методов расчета линейно-упругих сред, испытывает затруднения в выборе критериев оценки.	Обучающийся отлично знает современные проблемы и пути развития методов расчета линейно-упругих сред, демонстрирует отличное знание при выборе приоритетных задач и критериев оценки.
Уметь: - формулировать основные цели и задачи исследования упругого состояния различных систем конструкций.	Обучающийся не умеет формулировать основные цели и задачи исследования упругого тела, не умеет разбираться в параметрах конструкции.	Обучающийся слабо умеет выдвигать цели и решать задачи линейного деформирования, недостаточно четко определяет основные параметры исследуемой конструкции.	Обучающийся хорошо умеет формулировать и решать задачи линейного деформирования, но допускает незначительные неточности при выборе параметров сложных систем.	Обучающийся отлично справляется с решением физически линейных задач, правильно формулирует цели и методы достижения результатов.
Владеть: - современными программными средствами решения линейно-упругих задач .	Обучающийся не владеет программными средствами решения линейных задач теории упругости.	Обучающийся не достаточно твердо владеет программными средствами решения линейных задач теории упругости.	Обучающийся хорошо владеет современными программными средствами расчета конструкций в рамках линейной упругости.	Обучающийся отлично владеет всем арсеналом современных программных средств расчета упругих конструкций.
УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий .				

Показатель	Критерий оценивания			
	2	3	4	5
Знать: - уравнения основных вариантов теории упругости, методы их использования при разработке конструкторско-технологических проектов машиностроительных изделий.	Обучающийся плохо знает теорию упругости, ее уравнения, методы их использования при разработке конструкторско-технологических проектов машиностроительных изделий	Обучающийся демонстрирует удовлетворительные знания научных методов расчета и анализа линейно-упругих конструкций и технологических процессов.	Обучающийся хорошо знает методы применения уравнений теории упругого деформирования к расчету конструкций, но при этом допускает незначительные неточности.	Обучающийся отлично знает особенности и методы использования уравнений физически линейного состояния материала конструкции при проектировании машиностроительных изделий.
Уметь: - применять законы и методы теории упругости к решению прикладных проектно-конструкторских, производственно-технологических и научно-исследовательских задач на основе современных компьютерных технологий, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение.	Обучающийся не умеет использовать методы теории упругости при проектно-конструкторских разработках, плохо разбирается в программном обеспечении при решении задач.	Обучающийся демонстрирует не достаточно твердое умение при решении физически линейных задач при конструкторско-технологических разработках с использованием современного программного обеспечения.	Обучающийся хорошо умеет использовать методы теории упругости при решении технологических и научно-исследовательских проблем, испытывает некоторые затруднения при использовании программных средств.	Обучающийся отлично умеет применять полученные знания по теории упругости при научно-исследовательских работах по решению проектных задач, отлично умеет использовать современные компьютерные технологии.
Владеть: - математическими методами расчета и анализа процессов упругого сопротивления материалов в технических системах, современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизацион-	Обучающийся не владеет математическими методами программирования и расчета процессов упругого деформирования конструкций и не знает современных языков программирования.	Обучающийся слабо владеет математическими методами программирования и расчета упругого состояния конструкции при проектировании, неуверенно владеет конечно-элементной методикой и способами оценки	Обучающийся хорошо владеет современными математическими методами программирования и расчета упругого состояния конструкции при проектировании, уверенно владеет конечно-элементной	Обучающийся отлично владеет всем набором современных математических методов программирования и расчета упругого состояния конструкции, уверенно владеет конечно-элементной методикой и способами оценки

ными комплексами, способами оценки технического уровня проектируемых изделий машиностроения.		технического уровня проектируемых изделий.	методикой и способами оценки технического уровня проектируемых изделий.	технического уровня проектируемых изделий.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теория упругости».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандарт-

	ные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Допускает ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература

1. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0.

URL: https://urait.ru/bcode/453913

б) Дополнительная литература

1. Лотов, К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов / К. В. Лотов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 135 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10208-6.

URL: https://urait.ru/bcode/475085.

в) Электронный образовательный ресурс:

Курс «Теория упругости»

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=655

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для лекционных и практических занятий : столы учебные со скамьями, аудиторная доска, настенный проекционный экран. Рабочее место преподавателя: стол, стул.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей студентов, самостоятельности, ответственности и организованности.

Изучение дисциплины неразрывно связано с самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. При этом студент сам планирует свою самостоятельную работу, что создает более благоприятную обстановку и положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10 минут. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные и практические занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лек-

ций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед занятиями преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к лабораторной работе.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам.

После каждого лекционного и практического занятия следует сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен по дисциплине проводится в письменной форме с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Теория упругости» по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

п/п	Раздел	Се-ме-стр	Неде-ля се-местра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттеста-ции	
				л	п/с	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
Семестр 5															
1	Теория деформированного состояния.	5	1-2	2	1		3								
2	Теория напряженного состояния.	5	3-4	2	1		3								
3	Соотношения между компонентами тензора деформации и компонентами тензора напряжений.	5	5	2	1		3								
4	Основные уравнения и задачи теории упругости.	5	6	2	1		3								
5	Общие теоремы и вариационные принципы.	5	7	2	1		3								
6	Кручение прямых стержней произ-вольного поперечного сечения.	5	8	2	1		3								
7	Изгиб прямых стержней произвольно-го поперечного сечения	5	9	2	1		3								
8	Плоская задача теории упругости.	5	10-16	18	9		27								
9	Контактные задачи теории упругости.	5	17	2	1		3								
10	Задача термоупругости.	5	18	2	1		3								
ИТОГО				36	18		54							+	

Приложение 2.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Специальность: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Профили: «Компьютерный инжиниринг в автомобилестроении»

Формы обучения: очная

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Теория упругости»

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Теория упругости
ФГОС ВО **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:

КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**
индекс	**формулировка**			
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	**знать:** • современное состояние и тенденции развития существующих методов расчета упругих сред и соответствующие критерии оценки результатов **уметь:** • формулировать основные цели и задачи исследования упругого состояния различных систем конструкций **владеть:** • современными программными средствами решения линейно-упругих задач	самостоятельная работа, лабораторные работы, опрос на лабораторных занятиях	УО, ДС

УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	**знать:** • уравнения основных вариантов теории упругости, методы их использования при разработке конструкторско- технологических проектов машиностроительных изделий **уметь:** • применять законы и методы теории упругости к решению прикладных проектно-конструкторских, производственно-технологических и научно-исследовательских задач на основе современных компьютерных технологий, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение **владеть:** • математическими методами расчета и анализа процессов упругого сопротивления материалов в технических системах, современными языками программирования, конечно-элементными и оптимизационными комплексами, способами оценки технического уровня проектируемых изделий машиностроения	самостоятельная работа, лабораторные работы, опрос на лабораторных занятиях	УО, ДС

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине *Теория упругости*

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющих автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
2	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Приложение 2.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Теория упругости» по направлению подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

Дисциплина «Теория упругости»

Для 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Удельная потенциальная энергия линейно-упругого тела.

2. Функция Эри и граничные условия для нее.

Утверждено на заседании кафедры « ____ » _____ 20__ г., протокол № ____

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Вопросы для устного опроса студентов.

1. Предпосылки теории упругости.
2. Допущения теории упругости.
3. Теория напряженного состояния.
4. Метод сечений и образование тензора напряжений.
5. Роль тензора напряжений и формулировка полного напряженного состояния в точке деформированного тела.
6. Напряжения на площадке произвольно наклоненной к осям координат.
7. Формулировка граничных условий.
8. Выражение компонентов вектора полного напряжения на произвольной площадке через тензор напряжения.
9. Понятие о шаровом тензоре напряжений.
10. Дивиатор напряжений.
11. Физический смысл и роль шарового тензора и дивиатора напряжений.
12. Распадение общего тензора на шаровой и дивиатор.
13. Главные напряжения и главные площадки.
14. Вывод уравнения для вычисления главных напряжений.
15. Решение кубического уравнения для вычисления главных напряжений.
16. Вычисление направляющих косинусов для главных площадок.
17. Октаэдрические напряжения.
18. Интенсивность напряжений при растяжении и сдвиге.
19. Теория деформаций.
20. Важнейшие предположения относительно деформаций в точке нагруженного тела.
21. Тензор деформаций.
22. Деформация по произвольному направлению.
23. Выражение деформаций по произвольному направлению через тензор деформаций.
24. Перемещения в точке тела при его нагружении.
25. Компоненты вектора перемещений по осям координат.
26. Связь между перемещениями и деформациями в точке тела - соотношение Коши.
27. Уравнение совместности деформаций – уравнение Сен-Венена.
28. Обобщенный закон Гука.
29. Выражение закона Гука через деформации.
30. Выражение закона Гука через напряжения.
31. Уравнение закона Гука в форме Ляме.
32. Дивиаторная форма закона Гука.

33. Упругий потенциал.
34. Выражение упругого потенциала через деформации.
35. Выражение упругого потенциала через напряжения.
36. Смешанная форма упруго потенциала.
37. Теорема Клаперона.
38. Теорема Грина.
39. Теорема Бетти.
40. Формула Клаперона.
41. Формула Грина.
42. Формула Кастильяно.
43. Принцип Лагранжа – теорема о виртуальных работах.
44. Полная потенциальная энергия тела.
45. Потенциал внешних сил.
46. Потенциальная энергия деформаций.
47. Удельная потенциальная энергия деформаций.
48. Полуобратный метод Сен-Венана.
49. Кручение бруса произвольного сечения.
50. Функция кручения.
51. Функция напряжения при кручении бруса.
52. Граничные условия для функции кручения и для функции растяжения.
53. Уравнения связи между крутящим моментом и функции напряжения.
54. Изгиб стержней произвольного сечения.
55. Функции напряжений Прандтля.
56. Зависимость между изгибающим моментом и функции напряжений.
57. Плоская задача теории упругости.
58. Формы решения задач теории упругости.
59. Решение задачи теории упругости в перемещениях –уравнения Ляме.
60. Решение задачи теории упругости в напряжениях – уравнения Бельтрами-Митчелла.
61. Плоско-напряженное состояние – определение, примеры.
62. Плоское деформированное состояние – определение , примеры.
63. Тензор напряжений при плоском напряженном состоянии.
64. Тензор деформаций при плоском напряженном состоянии.
65. Закон Гука при плоском напряженном состоянии.
66. Напряжения на произвольной площадке в плоском напряженном состоянии.
67. Соотношение Каши при плоском напряженном состоянии.
68. Уравнение совместности деформаций.
69. Тензор напряжений при плоской деформации.

70. Тензор деформаций при плоской деформации.
71. Закон Гука при плоской деформации.
72. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии.
73. Главные напряжения при плоской деформации.
74. Определение главных площадок при плоском напряженном и плоском деформированном состоянии.
75. Решение задач при плоском напряженном состоянии.
76. Решение в перемещениях .
77. Решения в напряжениях.
78. Решения в напряжениях для длинной тонкой полосы- решения в полиномах.
79. Решения плоской задачи теории упругости в тригонометрических рядах.
80. Решение задачи Кирша о напряженном состоянии вокруг малого отверстия.
81. Задача Фламана о нагружении по краю полуплоскости.
82. Задача о клине, нагруженном в вершине.
83. Теорема о простом радиальном распределений нормальных напряжений.
84. Изгиб клина.
85. Задача о сосредоточенной силе действующей перпендикулярно краю полуплоскости.
86. Задача о силе действующей в точке вдоль края полуплоскости.
87. Задача о напряженном состоянии в клине под действием изгибающего момента в вершине.
88. Задача Буссинеска.
89. Задача о прямоугольном штампе, действующий на край полуплоскости.
90. Температурная задача теории упругости- основные допущения.
91. Уравнения Дуганеля – Неймана.
92. Контактная задача теории упругости.
93. Задача о контактом взаимодействии двух шаров.

ПРИМЕР ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

1. На какие части разлагается тензор напряжений?

А) на шаровой тензор и тензор главных напряжений;

Б) на девиатор напряжений и на шаровой тензор;

В) на девиатор напряжений и тензор главных напряжений.

2. Чему равна интенсивность нормальных напряжений при одноосном растяжении с напряжением σ?

А) 0;

Б) σ;

В) $\sigma/2$.

3. Можно ли представить девиатор деформаций в виде $e_{ij} = \varepsilon_{ij} - \delta_{ij}\varepsilon_0$?

А) да;

Б) нет;

В) другой ответ.

4. Что выражает равенство $\sigma_v = \sigma_{ij}n_in_j$ в общем случае?

А) нормальное напряжение на координатной площадке;

Б) главное напряжение;

В) нормальное напряжение на произвольной площадке.

5. Какое количество упругих констант имеется в уравнениях закона Гука для изотропного тела?

А) три;

Б) две;

В) одна.

6. Чему равна работа деформации в соответствии с теоремой Клапейрона?

А) работе внешних сил;

Б) половине работы внешних сил;

В) удвоенной работе внешних сил.

7. Если W является упругим потенциалом, то верны ли соотношения $\varepsilon_{ij} = \frac{\partial w}{\partial \sigma_{ij}}$?

А) иногда;

Б) всегда;

В) никогда.