



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Институт морских технологий, энергетики и строительства

«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
(программа повышения квалификации)

«Теория Упругости»

Трудоемкость – 48 ч.

Разработчик: кафедра теории механизмов и машин и деталей машин

Авторы: кандидат технических наук, доцент Сукиасов Владимир Георгиевич

г. Калининград, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНЫЙ ПЛАН И КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	5
3 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)	6
3.1 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Теория упругости»	6
3.1.1 Пояснительная записка	6
3.1.2 Учебно-тематический план	6
3.1.3 Содержание дисциплины	7
3.1.4 Промежуточная аттестация по дисциплине	8
3.1.5 Обеспеченность образовательного процесса учебной литературой и информационными ресурсами	8
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	8
4.1 Материально-техническое обеспечение учебного процесса	8
4.2 Организация образовательного процесса	8
4.3 Кадровое обеспечение	8
4.4 Методические рекомендации по реализации программы	8
5 ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ	9

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа реализуется в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, квалификация бакалавр, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования РФ от «09» августа 2021г. № 729, Профессиональным стандартом 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04 марта 2014 года N 121н, Уставом Университета ФГБОУ ВО «КГТУ», Положением об организации и осуществлении образовательной деятельности по программам дополнительного образования и основным программам профессионального обучения ФГБОУ ВО «КГТУ», внутренними нормативными локальными актами.

Цель: приобретение систематических знаний в области теоретических основ и прикладных методов анализа напряженного состояния и прочности элементов машин и конструкций

Задачи:

- освоение понятийного аппарата, гипотез и принципов теории упругости;
- изучение способов и средств математического описания напряженно-деформированного состояния упругих тел;
- знакомство с общей структурой и существующими подходами к решению задач теории упругости;
- приобретение навыков применения основных соотношений для постановки и решения элементарных задач;
- совершенствование навыков самообразования.

Категория слушателей. (требования к квалификации слушателей):

Срок освоения: 48 ч.

Режим занятий: С отрывом от производства

Форма обучения: Очно-заочная

Лица, имеющие высшее профессиональное образование в сфере машиностроения, математики и механики

Планируемые результаты обучения. Компетентностный профиль программы.

Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения:

- ПК-1 – Готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин;

- ПК-2 – Готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям.

Профессиональный стандарт 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации N 121н от 04 марта 2014 года.

ОТФ: код А – «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы».

ТФ: код А/01.5 – «Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований».

- | | |
|--------------------|---|
| знания: | 1) цели и задачи проводимых исследований и разработок; |
| | 2) основные понятия, исходные гипотезы и принципы теории упругости; |
| | 3) структура основных соотношений теории упругости; |
| | 4) способы построения систем разрешающих уравнений; |
| | 5) сущность постановки задач теории упругости; |
| | 6) смысл и способы применения вариационных принципов. |
| умения: | 1) классифицировать задачи теории упругости; |
| | 2) формулировать статические и кинематические краевые условия; |
| | 3) применять методы анализа научно-технической информации. |
| навыки: | 1) использование математического аппарата анализа напряженного и деформированного состояния; |
| | 2) оперирование с векторными и тензорными величинами. |
| трудовые действия: | 1) сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний. |

2 УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Наименование предметов, курсов, дисциплин (модулей)	Всего часов	в том числе			Форма контроля
			ЛК	ПЗ	СР	
1	Теория упругости	46	24	4	18	-
	Итоговая аттестация	2	-	-	2	Зачет
	Итого	48	24	4	20	

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ учебной недели с начала обучения												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							И	×	×	×	×	×

- – учебная неделя;
- А – промежуточная аттестация;
- И – итоговая аттестация;
- × – нет недели

3 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

3.1 Рабочая программа дисциплины (модуля): «Теория упругости»

3.1.1 Пояснительная записка

Цель:	формирование теоретических знаний и практических навыков в области анализа напряженного состояния и прочности элементов машин и конструкций
В результате изучения слушатели должны:	
знать:	<ol style="list-style-type: none"> 1) цели и задачи проводимых исследований и разработок; 2) основные понятия, исходные гипотезы и принципы теории упругости; 3) структуру основных соотношений теории упругости; 4) способы построения систем разрешающих уравнений; 5) сущность постановки задач теории упругости; 6) смысл и способы применения вариационных принципов.
уметь:	<ol style="list-style-type: none"> 1) классифицировать задачи теории упругости; 2) формулировать статические и кинематические краевые условия; 3) применять методы анализа научно-технической информации.
владеть:	<ol style="list-style-type: none"> 1) навыками использования математического аппарата анализа напряженного и деформированного состояния; 2) навыками оперирования с векторными и тензорными величинами; 3) приемами сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

3.1.2 Учебно-тематический план

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	в том числе			Проверка знаний
			лекций	практ. занятий	СР	
1	Векторы и тензоры в трехмерном пространстве	2	1	-	1	-
2	Исходные гипотезы и принципы теории упругости	1	1	-	-	-
3	Анализ напряженного состояния	8	4	2	2	-
4	Анализ деформированного состояния	3	2	-	1	-
5	Определяющие соотношения линейной теории упругости	4	2	-	2	-
6	Формулировка задач теории упругости	6	4	-	2	-
7	Простейшие задачи теории упругости	4	2	-	2	-
8	Кручение призматических стержней	4	2	-	2	-
9	Плоская задача теории упругости	10	4	2	4	-
10	Вариационные принципы теории упругости	4	2	-	2	-
Итого:		46	24	4	18	-

3.1.3 Содержание дисциплины

Тема	Содержание темы
Векторы и тензоры в трехмерном пространстве	Системы координат и базисные векторы. Произведение векторов – скалярное, векторное, диадное. Определение тензора. Операции с тензорами.
Исходные гипотезы и принципы теории упругости	Гипотезы механики сплошных сред. Гипотезы линейной теории упругости. Гипотезы классической теории упругости. Принцип суперпозиции. Принцип локального действия.
Анализ напряженного состояния	Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Вектор напряжения. Напряженное состояние в точке. Преобразование компонент напряженного состояния при повороте координатных осей. Напряжения на наклонной площадке. Дифференциальные уравнения равновесия и статические краевые условия. Симметрия тензора напряжений. Главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Максимальные касательные напряжения. Эллипсоид Ляме. Шаровой тензор и девиатор напряжений. Круговая диаграмма Мора.
Анализ деформированного состояния	Понятие о деформировании и его количественном описании. Кинематические соотношения Коши. Компоненты тензора малой деформации. Главные направления и главные значения тензора деформации. Инварианты деформированного состояния. Шаровой тензор и девиатор деформации. Относительное изменение объема. Диаграмма Мора для деформаций. Максимальные сдвиги. Вектор относительного перемещения. Тензор и вектор малых поворотов. Условия совместности деформаций.
Определяющие соотношения линейной теории упругости	Закон Гука при одноосном растяжении-сжатии. Обобщенный закон Гука. Закон Гука при чистом сдвиге. Упругие постоянные для изотропной среды. Объемный модуль. Энергия деформации. Учет температурных деформаций.
Формулировка задач теории упругости	Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи теории упругости. Постановка задачи в перемещениях. Постановка задачи в напряжениях. Существование и единственность решения задачи теории упругости. Теорема Клапейрона. Полуобратный метод Сен-Венана.
Простейшие задачи теории упругости	Кручение круглого стержня. Чистый изгиб прямого бруса.
Кручение призматических стержней	Постановка задачи о кручении. Функция напряжений. Уравнение Пуассона. Формулировка краевых условий. Теорема о циркуляции касательных напряжений. Мембранная аналогия Прандтля. Кручение стержней односвязного поперечного сечения. Кручение стержней тонкостенного замкнутого профиля.
Плоская задача теории упругости	Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение. Краевые условия. Теорема Леви – Мичелла. Плоская задача в декартовых координатах. Постановка плоской задачи в полярных координатах. Осесимметричная плоская задача. Толстостенная труба под внутренним и наружным давлением. Напряженное состояние составного цилиндра. Неосесимметричная плоская задача в полярных координатах. Сжатие клина. Изгиб клина. Действие силы на полуплоскость. Изгиб криволинейного бруса. Растяжение полосы с малым круговым отверстием.
Вариационные принципы теории упругости	Принцип минимума потенциальной энергии. Принцип минимума дополнительной работы. Прямые методы решения задач теории упругости.

3.1.4 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация не предусмотрена.

3.1.5 Обеспеченность образовательного процесса учебной литературой и информационными ресурсами

Материалы дисциплины для слушателей размещены – <http://eios.klgtu.ru> ЭИОС КГТУ. Доступ к материалам осуществляется после регистрации на основании договора об оказании образовательных услуг по программе повышения квалификации.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

4.1 Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Лекционные и практические занятия проводятся в учебной аудитории. В ходе освоения дисциплины, обучающиеся используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета.

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обучающимся по образовательной программе обеспечивается доступ (удаленный доступ) является ежегодно обновляемым приложением к рабочим программам дисциплин (рассматривается УМС и утверждается отдельно) и размещается на официальном сайте в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса» и в ЭИОС.

4.2 Организация образовательного процесса

Реализация программы осуществляется в соответствии с требованиями к организации образовательного процесса в университете, изложенными в локальных нормативных актах.

4.3 Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается профессорско-преподавательским составом, отвечающим одному из следующих критериев:

- наличие ученой степени (ученого звания) по направлению читаемых дисциплин;
- наличие опыта практической работы не менее 5 лет по направлению дисциплины и опыта преподавательской работы не менее 2 лет.

К реализации программы привлекаются как штатные преподаватели университета, так и сторонние специалисты по договорам гражданско-правового характера.

4.4 Методические рекомендации по реализации программы

При реализации программы «Теория упругости» лекционные и практические занятия рекомендуется проводить с использованием интерактивных технологий.

5 ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ

К итоговой аттестации допускаются лица, выполнившие требования, предусмотренные программой, и успешно прошедшие все оценочные процедуры, предусмотренные программами профессиональных модулей.

Форма итоговой аттестации по программе «Теория упругости» – зачет. Слушателям после успешного окончания обучения (выполнившим все требования учебного плана) выдаются документы установленного образца о повышении квалификации (удостоверение о повышении квалификации).

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМТЭС



И.С. Александров

Зам. директора ИМТЭС по ДОиПП



А.И. Романовский