



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой МГУиБМ
д.ф.-м.н., профессор


Л.Ю. Коссович
"29" августа 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
председатель НМК механико –
математического факультета


к.ф.-м.н., доцент
С.В. Тышкевич
"29" августа 2022 г.

Фонд оценочных средств

Текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине
Теория тонких упругих оболочек

Направление подготовки бакалавриата
01.03.03 Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки бакалавриата
Механика деформируемых тел и сред

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов, 2022 год

Карта компетенций

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)	Виды заданий и оценочных средств
<p>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.</p>	<p>1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p>	<p>Знать: – постановку основных задач теории упругих тонких оболочек; – основные этапы построения и исследования моделей, описывающих деформацию тонкой упругой оболочки.</p>	<p>Собеседование</p>
		<p>Уметь: – анализировать задачи, выделяя ее базовые составляющие; – осуществлять декомпозицию задачи.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>
		<p>Владеть: – навыками анализа задачи с выделением ее базовых составляющих.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>
	<p>2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p>	<p>Знать: – основные источники информации по теории упругих тонких оболочек; – способы извлечения необходимой научно-технической информации из электронных и бумажных носителей по теории упругих</p>	<p>Собеседование</p>

		тонких оболочек.	
		<p>Уметь: – находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p>	Разноуровневые задачи и задания
		<p>Владеть: – навыками критического анализа информации по применению теории упругих тонких оболочек к практическим задачам.</p>	Разноуровневые задачи и задания
	<p>3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и</p>	<p>Знать: – основные аналитические методы решения задач теории упругих тонких оболочек.</p>	Собеседование

	недостатки.	Уметь: – оценить достоинства и недостатки различных вариантов решения задач теории упругих тонких оболочек.	Разноуровневые задачи и задания
		Владеть: – навыками выбора оптимального решения для поставленной задачи.	Разноуровневые задачи и задания
	4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.	Знать: – основные положения теории упругих тонких оболочек и их обоснование.	Собеседование
		Уметь: – грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки в области применения теории упругих тонких оболочек; – отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.	Разноуровневые задачи и задания

		<p>Владеть: – навыками формирования собственных суждений и оценок в области применения теории упругих тонких оболочек; – навыками грамотного, логичного и аргументированного изложения своей позиции по вопросам применения теории упругих тонких оболочек.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>
	<p>5.1_Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Знать: – основные математические модели теории упругих тонких оболочек и методы их исследования.</p>	<p>Собеседование</p>
		<p>Уметь: – определить практические последствия решения задач в области применения теории упругих тонких оболочек; – оценить практические последствия решения задач в области применения теории упругих тонких оболочек.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>

		<p>Владеть: – навыками определения и оценивания практических последствий применения решений задач теории упругих тонких оболочек к моделированию поведения реальных объектов.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
<p>УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих норм, имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p>	<p>Знать: – основные этапы физического и математического моделирования при решении задач о деформации тонкой упругой оболочки; – основные математические модели теории упругих тонких оболочек и методы их исследования.</p>	<p>Собеседование</p>
		<p>Уметь: – сформулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели; – определить ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>

		<p>Владеть: – навыками формулировки совокупности взаимосвязанных задач для достижения поставленной цели; – навыками определения ожидаемых результатов решения поставленных задач.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания,</p>
	<p>2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>Знать: – основные аналитические методы решения задач теории упругих тонких оболочек; – основные этапы физического и математического моделирования при решении задач теории упругих тонких оболочек.</p>	<p>Собеседование</p>
		<p>Уметь: – спроектировать решение конкретной задачи теории упругих тонких оболочек, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>

		<p>Владеть: – навыками проектирования решения задачи теории упругих тонких оболочек и выбора оптимального метода решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	Разноуровневые задачи и задания
	<p>3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.</p>	<p>Знать: – постановку и методы решения основных задач теории упругих тонких оболочек.</p>	Собеседование
		<p>Уметь: – правильно распределить время, выделенное на решение поставленной задачи; – решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.</p>	Разноуровневые задачи и задания,
		<p>Владеть: – навыками постановки и решения задач в области применения теории упругих тонких оболочек за установленное время.</p>	Разноуровневые задачи и задания

	<p>4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>Знать: – основные этапы физического и математического моделирования при решении задач теории упругих тонких оболочек; – основные математические модели теории упругих тонких оболочек и методы их исследования.</p>	Собеседование
		<p>Уметь: – публично представлять результаты решения конкретной задачи.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
		<p>Владеть: – навыками публичного представления результатов решения конкретной задачи о деформации тонкой упругой оболочки под действием заданной нагрузки.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
<p>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в</p>	<p>1.1_Б.УК-6. Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.)</p>	<p>Знать: – свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные и т.д.).</p>	Собеседование

течение всей жизни.	для успешного выполнения порученной работы.	Уметь: – применять имеющиеся ресурсы (личностные, ситуативные, временные и т.д.) для успешного выполнения порученной работы.	Разноуровневые задачи и задания
		Владеть: – навыками использования имеющихся ресурсов (личностных, ситуативных, временных и т.д.) для успешного выполнения порученной работы.	Разноуровневые задачи и задания
	2.1_Б.УК-6. Понимает важность планирования перспективных целей деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.	Знать: – основы планирования целей деятельности.	Собеседование
		Уметь: – планировать цели деятельности с учетом условий, имеющихся средств, личностных возможностей, временной перспективы развития деятельности.	Разноуровневые задачи и задания

		<p>Владеть: – навыками планирования целей деятельности при решении задач теории тонких упругих оболочек с учетом условий, средств, личностных возможностей, временной перспективы развития деятельности.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>
	<p>3.1_Б.УК-6. Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда.</p>	<p>Знать: – основы планирования целей деятельности.</p>	<p>Собеседование</p>
		<p>Уметь: – реализовывать намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, временной перспективы развития деятельности.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
		<p>Владеть: – навыками реализации намеченных целей деятельности при решении задач о деформировании тонкой упругой оболочки с учетом условий, средств, личностных возможностей, временной перспективы</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>

		развития деятельности.	
<p>4.1_Б.УК-6. Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата.</p>	<p>Знать: – основы планирования целей деятельности.</p>	Собеседование	
	<p>Уметь: – критически оценить эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа	
	<p>Владеть: – навыками корректировки плана в зависимости от эффективности использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа	

	5.1_Б.УК-6. Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков.	Знать: – свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные и т.д.).	Собеседование
		Уметь: – видеть предоставленные возможности.	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
		Владеть: – способностью к использованию предоставляемых возможностей для приобретения новых знаний и навыков.	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
ПК-1. Способен составлять математические модели для расчета поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях.	1.1_Б.ПК-1. Демонстрирует знание классических уравнений механики и математической физики, основных инженерных теорий деформирования стержней, пластин и оболочек.	Знать: – классические уравнения механики и математической физики, основные положения, уравнения и методы теории тонких упругих оболочек.	Собеседование
		Уметь: – подобрать и сформулировать в соответствии с поставленной задачей классические уравнения механики и математической физики, основные положения и уравнения теории тонких упругих оболочек.	Разноуровневые задачи и задания

		<p>Владеть: – научной терминологией и математическими методами, необходимыми для постановки задач теории тонких упругих оболочек.</p>	Разноуровневые задачи и задания
	<p>2.1_Б.ПК-1. Способен осуществить сбор и обработку исходных данных по геометрии и физико-механическим характеристикам заданного элемента конструкции.</p>	<p>Знать: – основные способы сбора и обработки информации.</p>	Собеседование
		<p>Уметь: – осуществлять сбор и обработку данных о геометрии и физико-механических характеристиках элементов конструкций, имеющих форму тонкой оболочки.</p>	Разноуровневые задачи и задания
		<p>Владеть: – навыками получения путем непосредственного измерения либо использования информационных ресурсов данных о геометрических и физико-механических характеристик, необходимых для расчета тонких упругих оболочек, и методами их</p>	Разноуровневые задачи и задания

		обработки.	
3.1_Б.ПК-1. Способен сформулировать и обосновать математическую модель, описывающую деформацию заданного элемента под действием заданных нагрузок.	Знать: – основные модели деформирования тонкой упругой оболочки и области их применения.	Собеседование	
	Уметь: – выбрать, сформулировать и обосновать математическую модель деформирования тонкой упругой оболочки в соответствии с поставленной практической задачей.	Разноуровневые задачи и задания	
	Владеть: – навыками анализа и обобщения существующего опыта решения задач расчета тонких упругих оболочек, научной терминологией и математическими методами, необходимыми для составления и	Разноуровневые задачи и задания	

		обоснования модели деформирования тонкой оболочки.	
	4.1_Б.ПК-1. Способен составить конечно-элементную модель на основании данных о геометрии, физико-механических свойствах и нагружении элемента конструкции.	Знать: – основные положения метода конечных элементов и принципы работы современных программных пакетов, особенности применения метода конечных элементов при расчете тонких оболочек.	Собеседование
		Уметь: – сформулировать математическую постановку задачи о деформировании тонкой оболочки в терминах метода конечных элементов.	Разноуровневые задачи и задания
		Владеть: – навыками представления постановки задачи теории тонких упругих оболочек в различных формах, в том числе и в форме, подходящей для конечно-элементной реализации.	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа

	<p>5.1_Б.ПК-1. Способен оценить эффективность построенной модели с точки зрения точности расчета и экономии вычислительных ресурсов.</p>	<p>Знать: – основные гипотезы теории оболочек и пределы их применимости, асимптотические методы теории оболочек, методы построения уточненных теорий оболочек.</p>	Собеседование
	<p>Уметь: – определить порядок погрешностей расчета, связанных с погрешностями применяемой модели и вычислительными погрешностями.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа	
	<p>Владеть: – навыками определения пределов применимости и погрешности моделей теории тонких упругих оболочек, оценки вычислительных погрешностей и степени затраты вычислительных ресурсов при использовании известных методов решения задач теории тонких упругих оболочек.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа	

<p>ПК-2. Способен к проведению расчетов поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях с использованием прикладных приближенных теорий и метода конечных элементов.</p>	<p>1.1_Б.ПК-2. Знает основные методы решения задач прикладных теорий стержней, пластин и оболочек, а также основы теории метода конечных элементов.</p>	<p>Знать: – методы аналитического и численного решения задач теории тонких упругих оболочек, математические методы, необходимые для решения таких задач.</p>	Собеседование
		<p>Уметь: – выбрать метод решения задачи теории упругих тонких оболочек в соответствии с поставленной практической задачей.</p>	Разноуровневые задачи и задания
		<p>Владеть: – навыками оценки применимости того или иного метода решения задач теории упругих тонких оболочек для решения поставленной практической задачи.</p>	Разноуровневые задачи и задания
	<p>2.1_Б.ПК-2. Способен получить и реализовать решение задачи о деформировании элемента конструкции под действием заданной нагрузки в случаях, когда задача допускает аналитическое</p>	<p>Знать: – основные задачи теории упругих тонких оболочек, допускающие аналитическое решение, постановки и методы решения таких задач.</p>	Собеседование

	решение.	<p>Уметь: – получить аналитическое решение задачи теории упругих тонких оболочек и реализовать его с использованием современных программных пакетов.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
		<p>Владеть: – методами математического анализа и теории дифференциальных уравнений в частных производных в применении к задачам теории упругих тонких оболочек, современной вычислительной техникой.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
	<p>3.1_Б.ПК-2. Способен построить и реализовать конечно-элементную расчетную схему с применением современных программных комплексов.</p>	<p>Знать: – области и пределы применимости двумерных теорий тонких упругих оболочек.</p>	Собеседование
		<p>Уметь: – оценить возможность применения двумерной теории оболочек и замены трехмерной сетки конечных элементов на двумерную с применением оболочечных элементов.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа

		<p>Владеть: – навыками аналитического решения задач теории оболочек и тестирования конечно-элементной расчетной схемы путем сравнения с аналитическим решением для некоторого частного случая, допускающего такое решение.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
	<p>4.1 Б.ПК-2. Способен подобрать и обосновать разбиение конструкции на конечные элементы, проанализировать влияние размеров сетки на точность расчетов.</p>	<p>Знать: – основные выводы общей теории оболочек о характере изменяемости напряженно-деформированного состояния в зависимости от формы оболочки и приложенных нагрузок, случаи появления быстро изменяющихся напряженных состояний, теорию краевого эффекта.</p>	Собеседование
		<p>Уметь: – качественно описать поведение напряженно-деформированного состояния тонкой оболочки заданной формы, загруженной заданным образом.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа

		<p>Владеть: – навыками аналитического решения задач теории оболочек и определения погрешности конечно-элементной расчетной схемы, в том числе влияния размеров сетки, путем сравнения с аналитическим решением для некоторого частного случая, допускающего такое решение.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
	<p>5.1_Б.ПК-2. Может провести верификацию полученных результатов и самостоятельно сформулировать выводы на основе анализа проведенных расчетов.</p>	<p>Знать: – научную литературу в области теории оболочек, общие закономерности поведения напряженно-деформированного состояния тонкой оболочки при действии нагрузок того или иного типа.</p>	Собеседование

		<p>Уметь: – оценить достоверность полученного решения путем сравнения с решениями аналогичных задач, полученными другими исследователями, сравнения решений одной и той же задачи, полученных разными методами, сопоставления полученного решения с общими физическими закономерностями и имеющимся практическим опытом.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
		<p>Владеть: – навыками выявления качественных характеристик поведения напряженно-деформированного состояния тонкой оболочки по количественным данным расчетов, формулировки выводов по полученным результатам, необходимой для этого научной и технической терминологией.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>

<p>ПК-4. Способен проводить экспериментальные исследования в области механики деформируемых тел (сред) и анализировать их результаты.</p>	<p>1.1_Б.ПК-4. Знает основные методы экспериментальных исследований в области механики деформируемых тел и сред.</p>	<p>Знать: – основные методы экспериментальных исследований процессов деформирования тонкой упругой оболочки.</p>	Собеседование
		<p>Уметь: – осуществлять поиск литературы о современных экспериментальных методах, пригодных для исследования процессов деформирования тонкой оболочки.</p>	Разноуровневые задачи и задания
		<p>Владеть: – навыками оценки применимости того или иного метода экспериментального исследования процессов деформирования тонкой упругой оболочки для случая, возникающего в поставленной практической задаче.</p>	Разноуровневые задачи и задания
<p>2.1_Б.ПК-4. Обладает знаниями о современном экспериментальном оборудовании, принципах его работы и порядке применения.</p>	<p>Знать: – основные типы и принципы работы современного экспериментального оборудования.</p>	Собеседование	

		<p>Уметь: – осуществлять поиск литературы об экспериментальном оборудовании, позволяющем исследовать процессы деформирования тонкой упругой оболочки.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>
		<p>Владеть: – навыками оценки применимости того или иного экспериментального оборудования для исследования процессов деформирования тонкой упругой оболочки, возможных в случае поставленной практической задачи.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания</p>
	<p>3.1_Б.ПК-4. Способен применить специализированное программное обеспечение при проведении экспериментальных исследований.</p>	<p>Знать: – особенности вычислительных задач, возникающих при экспериментальном исследовании процессов деформирования тонкой упругой оболочки, методы решения таких задач.</p>	<p>Собеседование</p>

		<p>Уметь: – решать задачи по определению механических свойств тонкой оболочки по имеющимся экспериментальным данным о её деформировании с помощью аналитических методов для оценки правильности работы программного обеспечения.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
		<p>Владеть: – навыками анализа и оценки достоверности результатов обработки экспериментальных данных с помощью современного программного обеспечения с точки зрения соответствия основным положениям и выводам теории упругости и теории упругих тонких оболочек.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
	<p>4.1_Б.ПК-4. Знает основные методы обработки экспериментальных данных и может их применить.</p>	<p>Знать: – определения, механический смысл и размерности экспериментально определяемых величин, характеризующих напряженно-деформированное состояние тонкой оболочки.</p>	<p>Собеседование</p>

		<p>Уметь: – произвести расчет требуемых величин, характеризующих напряженно-деформированное состояние тонкой оболочки, по имеющимся экспериментальным данным.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
		<p>Владеть: – навыками использования современной вычислительной техники для обработки экспериментальных данных о процессах деформирования тонкой упругой оболочки.</p>	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
	<p>5.1_Б.ПК-4. Способен самостоятельно обнаружить закономерности в результатах проведенных экспериментальных исследований, сопоставить их с результатами других исследователей и теоретическими предсказаниями.</p>	<p>Знать: – основные положения механики сплошных сред, теории упругости, теории упругих тонких оболочек, основные закономерности поведения напряженно-деформированного состояния тонкой оболочки под действием того или иного типа нагрузок.</p>	Собеседование

		<p>Уметь: – осуществить поиск научной литературы по экспериментальным и теоретическим исследованиям процессов деформирования тонкой упругой оболочки.</p>	Разноуровневые задачи и задания
		<p>Владеть: – навыками выявления качественных характеристик поведения напряженно-деформированного состояния тонкой оболочки по количественным данным экспериментальных исследований, формулировки выводов по полученным результатам, необходимой для этого научной и технической терминологией.</p>	Разноуровневые задачи и задания
<p>ПК-5. Способен подготовить планы исследований в области механики деформируемых тел (сред) и рекомендации по практическому применению научных результатов</p>	<p>1.1_Б.ПК-5. Обладает навыками поиска, анализа и обобщения научно-технической информации в области механики деформируемых тел и сред.</p>	<p>Знать: – основные методы и способы сбора, обработки, анализа и обобщения информации в области задач о деформировании тонкой упругой оболочки.</p>	Собеседование

		<p>Уметь: – находить и систематизировать источники для сбора информации в области задач о деформировании тонкой упругой оболочки.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
		<p>Владеть: – навыками анализа и обобщения имеющейся научно-технической информации о процессах деформирования тонкой упругой оболочки.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
	<p>2.1_Б.ПК-5. Может разработать план научно-исследовательской деятельности в соответствии с поставленной задачей на основе передового отечественного и международного опыта.</p>	<p>Знать: – цели, задачи и этапы научно-исследовательской деятельности в области исследования процессов деформирования тонкой упругой оболочки.</p>	<p>Собеседование</p>
		<p>Уметь: – сформулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности для случая конкретной практической задачи, составить примерный план.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>

		<p>Владеть: – научно-технической терминологией, необходимой для грамотного составления планов научно-исследовательской деятельности в области задач о деформировании тонких упругих оболочек.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>
	<p>3.1_Б.ПК-5. Способен определить возможность применения известных результатов научных исследований для заданной практической цели и сформулировать рекомендации по внедрению.</p>	<p>Знать: – основные положения и пределы применимости двумерных теорий тонких упругих оболочек, основные методы расчета на прочность по данным о напряженном состоянии тонкой оболочки.</p>	<p>Собеседование</p>
		<p>Уметь: – оценить возможность применения результатов научных исследований для заданной практической цели с точки зрения применимости используемой теории, точности метода расчета и других параметров.</p>	<p>Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа</p>

		Владеть: – навыками определения соответствия между требованиями практики и возможностями теории тонких упругих оболочек.	Разноуровневые задачи и задания, Контрольная работа
--	--	--	--

Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Семестр	Шкала оценивания			
	2	3	4	5
7 семестр	<p>Студент не знает основных определений и понятий теории тонких упругих оболочек, не понимает ее предмета, областей применения, не может сформулировать основные результаты курса, не умеет решать задачи.</p>	<p>Студент ошибается в основных определениях и понятиях теории тонких упругих оболочек, не четко формулирует основные задачи, умеет решать только простые задачи. Может сформулировать основные результаты курса теории тонких упругих оболочек, но не может их обосновать.</p>	<p>Студент знает основные определения и понятия курса теории тонких упругих оболочек, понимает ее цели и задачи. Может сформулировать основные результаты курса и обосновать большинство из них. Затрудняется при обосновании возможности применения безмоментной теории оболочек.</p>	<p>Студент знает основные определения и понятия курса теории тонких упругих оболочек, понимает ее цели и задачи. Умеет решать задачи различной сложности. Может сформулировать и обосновать основные положения курса.</p>
8 семестр	<p>Студент не знает основных определений и понятий теории простого краевого эффекта и динамической теории оболочек, не понимает их целей и задач, областей применения, не может сформулировать основные положения курса, не умеет решать задачи.</p>	<p>Студент знает основные определения и понятия теории простого краевого эффекта и динамической теории оболочек, умеет решать только простые задачи. Не всегда правильно понимает области применения теории простого краевого эффекта и динамической теории оболочек.</p>	<p>Студент знает основные определения и понятия теории простого краевого эффекта и динамической теории оболочек, понимает их цели и задачи, области применения. Может сформулировать основные результаты курса и обосновать большинство из них. Затрудняется при обосновании применимости теории пологих оболочек.</p>	<p>Студент знает основные определения и понятия теории простого краевого эффекта и динамической теории оболочек, понимает их цели и задачи, уверенно владеет методами решения задач. Умеет решать задачи различной сложности. Может сформулировать и обосновать основные результаты курса.</p>

Оценочные средства

1.1 Задания для текущего контроля

1) Задания для оценки УК-1, ПК-1.

1. Кейс-задача – не предусматривается.
2. Доклад – не предусматривается.
3. Реферат – не предусматривается.
4. Контрольная работа – не предусматривается
5. Тесты - не предусматривается.

6. Задания для практических занятий

Практические занятия, посвященные решению конкретных задач, являются необходимым условием усвоения теоретических знаний, полученных в данном курсе. Рекомендуется требовать от студентов четкой формулировки постановки задачи, обоснование выбора метода решения, соблюдение логической последовательности действий, самостоятельного выполнения всех необходимых математических выкладок.

Критерии оценивания. Работа студента на практических занятиях оценивается положительно, если:

- студент получил верное решение поставленной задачи;
- решение получено с достаточной степенью самостоятельности;
- студент способен ответить на дополнительные вопросы, связанные с постановкой задачи и примененным им методом её решения.

Работа студента на практических занятиях считается неудовлетворительной, если

- студент получает неверные решения задач и не способен найти свою ошибку;
- студент не способен решить задачу без постоянной помощи со стороны преподавателя;
- студент не проявляет активности на практических занятиях.

Темы практических занятий

1. Формулировка уравнений теории оболочек для оболочек заданной геометрии.
2. Асимптотические методы теории оболочек.
3. Применение метода расчленения напряженно-деформированного состояния оболочки.
4. Вариационные принципы в теории оболочек.

Примеры типовых заданий

1. Записать полную систему уравнений теории оболочек для цилиндрической (сферической) оболочки, произвольной оболочки вращения.
2. Вывести уравнения неразрывности деформаций.
3. Вывести уравнения полубезмоментной теории оболочек, используя асимптотические методы.
4. Получить выражение для потенциальной энергии оболочки в развернутой форме.

2) Задания для оценки УК-2, ПК-2.

1. Кейс-задача – не предусматривается.
2. Доклад – не предусматривается.
3. Реферат – не предусматривается.
4. Контрольная работа

Контрольная работа является одним из механизмов текущего контроля успеваемости и отработки навыков применения теоретических знаний, полученных в

данном курсе, при решении практических задач и в научно-исследовательской работе. Рекомендуется приготовить билеты с различными задачами по числу студентов.

Требования к содержанию и оформлению работы

Для контроля понимания логической структуры материала необходимо, чтобы оформленная контрольная работа имела следующую структуру:

1. Постановка задачи (форма оболочки, условия загрузки и закрепления, какие величины требуется найти). Основные уравнения теории оболочек, граничные условия.
2. Обоснование упрощения исходных уравнений, если таковое требуется. Обоснование выбора метода решения.
3. Решение поставленной задачи (со всеми выкладками).

Критерии оценивания. Оценка «зачтено» ставится в том случае, если:

- работа содержит верное решение поставленной задачи;
- работа соответствует предъявляемым требованиям к структуре и оформлению;
- работа выполнена самостоятельно;
- студент способен ответить на дополнительные вопросы, связанные с постановкой задачи и примененным им методом её решения.

Оценка «не зачтено» ставится в том случае, если:

- структура и оформление работы не соответствуют предъявляемым требованиям;
- задача решена неверно;
- очевидно, что решение задачи получено не самим студентом;
- студент не может ответить на дополнительные вопросы, касающиеся постановки задачи и метода её решения.

Примеры типовых заданий для контрольных работ

Задача 1

Определить напряженное состояние цилиндрического резервуара с эллиптическим днищем, наполненного жидкостью с постоянным давлением величины p . Толщина оболочки равна h . Для решения задачи использовать метод расчленения НДС. Получить выражения для усилий и моментов.

Задача 2

Выполнить расчет замкнутой цилиндрической оболочки, расположенной горизонтально, на действие собственного веса. Толщина оболочки равна h . В длину оболочку считать бесконечной. Обосновать возможность применения безмоментной теории, получить выражения для усилий, построить графики и проанализировать их.

Задача 3

Выполнить расчет цилиндрического резервуара со сферическим днищем, находящегося под действием гидростатического давления. Толщина стенки и днища равна h . Получить выражения для усилий и моментов, построить графики и проанализировать их.

Задача 4

Выполнить расчет эллиптического купола на действие сосредоточенной силы, приложенной в вершине. Толщина оболочка равна h . Положение края определяется углом параллели φ . Получить выражения для усилий и проанализировать их.

5. Тесты - не предусматривается.

6. Задания для практических занятий

Практические занятия, посвященные решению конкретных задач, являются необходимым условием усвоения теоретических знаний, полученных в данном курсе.

Рекомендуется требовать от студентов четкой формулировки постановки задачи, обоснование выбора метода решения, соблюдение логической последовательности действий, самостоятельного выполнения всех необходимых математических выкладок.

Критерии оценивания. Работа студента на практических занятиях оценивается положительно, если:

- студент получил верное решение поставленной задачи;
- решение получено с достаточной степенью самостоятельности;
- студент способен ответить на дополнительные вопросы, связанные с постановкой задачи и примененным им методом её решения.

Работа студента на практических занятиях считается неудовлетворительной, если

- студент получает неверные решения задач и не способен найти свою ошибку;
- студент не способен решить задачу без постоянной помощи со стороны преподавателя;
- студент не проявляет активности на практических занятиях.

Темы практических занятий

1. Решение задач безмоментной теории оболочек.
2. Расчет резервуаров на гидростатическое давление.
3. Решение задач общей теории оболочек вращения.
4. Решение задач теории пологих оболочек.

Примеры типовых заданий

1. Решить задачу о деформировании сферического купола с вырезом под действием усилий, приложенных на краю выреза и направленных вертикально. Другой край оболочки считать жестко закрепленным.

2. Выполнить расчет сферической оболочки на действие внутреннего гидростатического давления.

3. Рассчитать краевой эффект в замкнутой конечной цилиндрической оболочке с жестко закрепленными краями, находящейся под действием постоянного внутреннего давления.

3) Задания для оценки УК-1, УК-2, ПК-4.

1. Кейс-задача – не предусматривается.
2. Доклад – не предусматривается.
3. Реферат – не предусматривается.
4. Контрольная работа – не предусматривается
5. Тесты - не предусматривается.
6. Задания для практических занятий

Практические занятия, посвященные решению конкретных задач, являются необходимым условием усвоения теоретических знаний, полученных в данном курсе. Рекомендуется требовать от студентов четкой формулировки постановки задачи, обоснование выбора метода решения, соблюдение логической последовательности действий, самостоятельного выполнения всех необходимых математических выкладок.

Критерии оценивания. Работа студента на практических занятиях оценивается положительно, если:

- студент получил верное решение поставленной задачи;
- решение получено с достаточной степенью самостоятельности;
- студент способен ответить на дополнительные вопросы, связанные с постановкой задачи и примененным им методом её решения.

Работа студента на практических занятиях считается неудовлетворительной, если

- студент получает неверные решения задач и не способен найти свою ошибку;

- студент не способен решить задачу без постоянной помощи со стороны преподавателя;
- студент не проявляет активности на практических занятиях.

Темы практических занятий

1. Формулировка уравнений состояния в теории оболочек на основе гипотез Кирхгофа.
2. Построение уравнений состояния вариационными и асимптотическими методами.
3. Различные варианты уравнений состояния.

Примеры типовых заданий

1. Преобразовать уравнения обобщенного закона Гука с учетом гипотезы плоского напряженного состояния.
2. Вывести уравнения состояния классической теории оболочек на основе гипотез.
3. Вывести уравнения состояния в теории оболочек Тимошенко-Рейсснера на основе гипотез.
4. Сравнить уравнения состояния, полученные асимптотическими методами и на основе гипотез.

4) Задания для оценки УК-6, ПК-5.

1. Кейс-задача – не предусматривается.
2. Доклад – не предусматривается.
3. Реферат – не предусматривается.
4. Контрольная работа

Контрольная работа является одним из механизмов текущего контроля успеваемости и отработки навыков применения теоретических знаний, полученных в данном курсе, при решении практических задач и в научно-исследовательской работе. Рекомендуется приготовить билеты с различными задачами по числу студентов.

Требования к содержанию и оформлению работы

Для контроля понимания логической структуры материала необходимо, чтобы оформленная контрольная работа имела следующую структуру:

1. Постановка задачи (форма оболочки, условия загрузки и закрепления, какие величины требуется найти). Основные уравнения теории оболочек, граничные условия.
2. Обоснование упрощения исходных уравнений, если таковое требуется. Обоснование выбора метода решения.
3. Решение поставленной задачи (со всеми выкладками).

Критерии оценивания. Оценка «зачтено» ставится в том случае, если:

- работа содержит верное решение поставленной задачи;
- работа соответствует предъявляемым требованиям к структуре и оформлению;
- работа выполнена самостоятельно;
- студент способен ответить на дополнительные вопросы, связанные с постановкой задачи и примененным им методом её решения.

Оценка «не зачтено» ставится в том случае, если:

- структура и оформление работы не соответствуют предъявляемым требованиям;
- задача решена неверно;
- очевидно, что решение задачи получено не самим студентом;

- студент не может ответить на дополнительные вопросы, касающиеся постановки задачи и метода её решения.

Примеры типовых заданий для контрольных работ «Собственные колебания тонких оболочек»

Задача 1

Определить собственные частоты осесимметричных колебаний замкнутой конечной цилиндрической оболочки, на торцах которой ставятся условия свободного края.

Задача 2

Определить собственные частоты круговой цилиндрической панели, прямоугольной в плане, используя теорию пологих оболочек. На краях панели ставятся условия шарнирного опирания.

Задача 3

Определить собственные частоты неосесимметричных колебаний сферической оболочки по безмоментной теории.

Задача 4

Определить собственные частоты сферической панели, прямоугольной в плане, используя техническую теорию оболочек. На краях панели ставятся условия шарнирного опирания.

5. Тесты - не предусматривается.

6. Задания для практических занятий

необходимым условием усвоения теоретических знаний, полученных в данном курсе. Рекомендуется требовать от студентов четкой формулировки постановки задачи, обоснование выбора метода решения, соблюдение логической последовательности действий, самостоятельного выполнения всех необходимых математических выкладок.

Критерии оценивания. Работа студента на практических занятиях оценивается положительно, если:

- студент получил верное решение поставленной задачи;
- решение получено с достаточной степенью самостоятельности;
- студент способен ответить на дополнительные вопросы, связанные с постановкой задачи и примененным им методом её решения.

Работа студента на практических занятиях считается неудовлетворительной, если

- студент получает неверные решения задач и не способен найти свою ошибку;
- студент не способен решить задачу без постоянной помощи со стороны преподавателя;
- студент не проявляет активности на практических занятиях.

Темы практических занятий

1. Собственные колебания цилиндрической оболочки.
2. Собственные колебания сферической оболочки.
3. Собственные колебания оболочек вращения.
4. Задачи устойчивости для цилиндрической оболочки при осевом сжатии.
5. Задачи устойчивости для цилиндрической оболочки при внешнем давлении.

Примеры типовых заданий

1. Получить характеристическое уравнение в задаче о колебаниях цилиндрической оболочки и исследовать его.

2. Определить критические нагрузки и формы потери устойчивости при сжатии замкнутой усеченной конической оболочки.
3. Определить критические нагрузки и формы потери устойчивости сферической панели, находящейся под действием внешнего давления.

Перечень литературы, используемой для проведения практических занятий:

1. Бегун П. И., Кормилицын О. П. Прикладная механика: учебник. Санкт-Петербург: Политехника, 2006.
2. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. Пер. с англ. Москва, УРСС, 2009.
3. Жилин П. А. Прикладная механика. Основы теории оболочек: учеб. Пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006.
4. Товстик П.Е. Устойчивость тонких оболочек: асимптотические методы. – М.:Наука. Физматлит, 1995.
5. Громыко А. О., Громыко О. В., Журавков М. А., Медведев Д. Г. Механика сплошной среды. Криволинейные брусья, пластины и оболочки: курс лекций. Минск: БГУ, 2005.

Промежуточная аттестация

1) Список вопросов к устному зачету (7 семестр)

№№	Вопрос	Компетенция в соответствии с РПД
1	Место и значение теории тонких оболочек в науке и технике.	УК-1, УК-6
2	Основные понятия и гипотезы теории тонких оболочек.	УК-1, ПК-1
3	Криволинейные координаты на поверхности.	ПК-1
4	Координатная сетка, образованная линиями главных кривизн.	ПК-1
5	Первая квадратичная форма поверхности.	УК-1
6	Параметры Ламе.	УК-1
7	Основные (базисные) вектора поверхности.	УК-1
8	Дифференцирование базисных векторов.	УК-1
9	Условия Гаусса-Кодацци.	УК-1, ПК-1
10	Математические модели тонких оболочек.	УК-1, ПК-1
11	Гипотезы Кирхгоффа-Лява.	УК-1, ПК-1
12	Закон изменения перемещений по толщине оболочки.	ПК-1
13	Определение деформаций срединной поверхности.	ПК-1
14	Деформация поверхности, параллельной срединной.	ПК-1
15	Уравнения неразрывности деформаций.	ПК-1
16	Основные типы оболочек, применяемых на практике.	УК-1, УК-6, ПК-1
17	Классификация оболочек по гауссовой кривизне.	УК-1, ПК-1
18	Усилия и моменты, возникающие в оболочке.	ПК-1
19	Дифференциальные уравнения равновесия элемента оболочки.	ПК-1
20	Соотношения упругости.	ПК-1 , ПК-4
21	Связь между внутренними усилиями с деформациями срединной поверхности.	ПК-1 , ПК-4
22	Формулы, определяющие основные напряжения через усилия и моменты.	ПК-1 , ПК-4

23	Постановка граничных условий.	ПК-1
24	Полная система уравнений теории тонких оболочек.	ПК-1 , ПК-4
25	Типы напряженно-деформированного состояния тонких оболочек.	ПК-1 , ПК-4
26	Условия существования безмоментного состояния.	ПК-1 , ПК-4
27	Основные уравнения безмоментной теории оболочек.	ПК-1
28	Разрешающие уравнения безмоментной теории.	ПК-1
28	Симметричная деформация оболочек вращения.	ПК-1
30	Безмоментная теория резервуаров.	УК-2, ПК-2, ПК-5
31	Расчет цилиндрических резервуаров со сферическим и эллиптическим днищем.	УК-2, ПК-2
32	Расчет по безмоментной теории сферического купола на действие собственного веса.	УК-2, ПК-2, ПК-5
33	Полная система уравнений для оболочки вращения.	ПК-1
34	Уравнения осесимметричной деформации оболочек вращения.	ПК-1
35	Переменные Мейснера.	ПК-2
36	Интегрирование уравнений осесимметричной деформации методом Штаермана.	ПК-2
37	Осесимметричная деформация цилиндрических оболочек.	ПК-2

2) Список вопросов к устному экзамену (8 семестр)

№№	Вопрос	Компетенция в соответствии с РПД
1	Расчет цилиндрического резервуара.	УК-2, ПК-2
2	Исследование решения о напряженно-деформированном состоянии цилиндрической оболочки.	УК-2, УК-6, ПК-2
3	Асимптотические методы теории оболочек.	УК-6, ПК-1
4	Понятие изменяемости решения.	УК-2, УК-6, ПК-1
5	Малый параметр тонкостенности.	УК-2, УК-6, ПК-1
6	Показатель изменяемости.	УК-2, УК-6, ПК-1
7	Понятие о краевом эффекте.	УК-2, УК-6, ПК-1
8	Вывод уравнений теории краевого эффекта с использованием асимптотических методов теории оболочек.	УК-1, ПК-1
9	Метод расчленения напряженно-деформированного состояния оболочки.	УК-1, ПК-1
10	Порядок расчета оболочки с учетом краевого эффекта.	УК-2, ПК-2, ПК-5
11	Вырождение оболочки в пластинку.	УК-1, ПК-1
12	Понятие пологой оболочки.	ПК-1
13	Почти плоская система координат.	ПК-1
14	Гипотезы теории пологих оболочек.	ПК-1
15	Весьма пологие оболочки.	ПК-1
16	Разрешающие уравнения.	УК-1, ПК-1
17	Решение задачи о прямоугольной панели, шарнирно опертой по всем сторонам и загруженной равномерной нормальной нагрузкой.	УК-2, ПК-2
18	Основные уравнения динамической теории оболочек в	УК-1, ПК-1

	тензорной форме и в развернутой форме.	
19	Выражение для потенциальной энергии оболочки.	ПК-1
20	Собственные колебания оболочек.	УК-1, ПК-1, ПК-5
21	Классификация видов колебаний оболочек.	УК-1, ПК-1
22	Примеры решения задач о собственных колебаниях цилиндрических и сферических оболочек.	УК-2, ПК-2, ПК-5
23	Уравнения устойчивости оболочек.	УК-1, ПК-1
24	Виды потери устойчивости.	УК-1, ПК-1
25	Устойчивость безмоментного состояния выпуклой пологой оболочки.	УК-2, ПК-2
26	Формы потери устойчивости пологой оболочки.	УК-2, ПК-2
27	Круговая цилиндрическая оболочка при осевом сжатии.	ПК-2
28	Круговая цилиндрическая оболочка при внешнем давлении.	ПК-2
28	Оценка порядка критических нагрузок.	УК-2, УК-6, ПК-5

Методические рекомендации по подготовке и процедуре осуществления контроля.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория тонких упругих оболочек» проводится в виде устного зачета в седьмом семестре и устного экзамена в восьмом семестре. Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных, семинарских занятий и самостоятельной работы студента в течение семестров (разделы для самостоятельной работы студентов в течение семестров приведены в рабочей программе дисциплины).

Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине.

Критерии оценивания.

Во время зачета или экзамена студент должен дать полный ответ на вопросы билета, дать необходимые определения, доказать требуемые теоремы. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему курсу.

Во время ответа студент должен показать знание основных понятий теории тонких упругих оболочек, понимание логических взаимосвязей между ними, умение решать конкретные задачи и доказывать сформулированные утверждения.

Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (см. таблицу «Показатели оценивания планируемых результатов обучения»).

ФОС для проведения промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры математической теории упругости и биомеханики (протокол № 1 от 29 августа 2022 года).

Автор: профессор кафедры МТУ и БМ, д.ф.-м.н.

Вильде М.В.