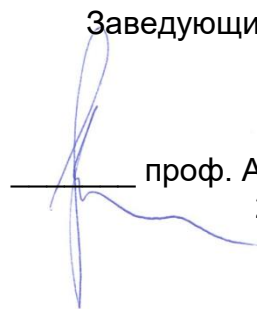


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

 проф. А.В. Ковалев
21.03.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Математические модели тонкостенных конструкций

1. Шифр и наименование направления подготовки:

01.03.03 Механика и математическое моделирование

2. Профиль подготовки: Компьютерный инжиниринг в механике сплошных сред

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Механики и компьютерного моделирования

6. Составители программы:

Минаева Надежда Витальевна, доктор физ-мат. наук, профессор, факультет ПММ, кафедра МиКМ

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ протокол №6 17.03.2025.

8. Учебный год: 2028 - 2029

Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины: сформировать у студентов не только знание теоретических основ, но и представление о введении наиболее обоснованных гипотез, позволяющих создать модель, приводящую задачу к разрешимой математической задаче.

Задачи учебной дисциплины: научить студента фундаментальным понятиям дисциплины, формулировать и доказывать основные классические и современные результаты дисциплины, овладеть навыками решения классических и современных задач с использованием современного программного обеспечения.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к блоку Б1 учебного плана, включена в его вариативную часть. При изучении дисциплины необходимы знания основных математических дисциплин, теоретической механики, основ механики сплошной среды и теории упругости. Она является предшествующей для таких дисциплин: теория разрушений, современные проблемы теории упругости, Стохастические модели в неоднородной теории упругости, современные проблемы теории пластичности

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способен строить математические модели для проведения расчетных работ с использованием современных инженерно-вычислительных комплексов	ПК-4.2	Выбирает эффективные математические модели и методы решения согласно поставленным прикладным задачам.	Знать: основные методики построения задач механики деформируемого твердого тела Уметь: применять методы решения проблемных ситуаций и проблем Владеть: современными методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний механики деформируемого твердого тела, фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук
ПК-5	Способен проводить расчетные исследования напряженно-деформированного состояния, прочности основных конструктивных элементов при воздействии силовых факторов на основе современных средств твердотельного 3D-моделирования	ПК-5.1	Накапливает и систематизирует знания о методах расчетных исследований напряженно-деформированного состояния тел (стержни, пластины, оболочки), прочности; основах компьютерного инжиниринга и виртуального моделирования проблем механики сплошных сред.	Знать: методах расчетных исследований напряженно-деформированного состояния тел (стержни, пластины, оболочки), прочности Уметь: применять методы решения расчетных исследований напряженно-деформированного состояния тел Владеть: методами решения задач МДТТ, пакетами компьютерного инжиниринга и виртуального моделирования проблем механики сплошных сред

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2/72

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 1
Аудиторные занятия		32	
В том числе:	лекции	16	16
	практические	16	16
	лабораторные		
Самостоятельная работа		40	40
Форма промежуточной аттестации зачет			
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Общие соотношения теории пластин и оболочек	Основные понятия, основные гипотезы теории оболочек. Моменты в оболочке. Усилия в оболочке. Вывод уравнений равновесия оболочки. Перемещения в оболочках. Граничные условия в теории оболочек.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.2	Безмоментное состояние оболочек	Условия существования безмоментного состояния. Безмоментное состояние оболочек вращения. Сферический купол под действием собственного веса. Безмоментное состояние цилиндрических оболочек	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.3	Напряжённое состояние цилиндрических оболочек	Осесимметричное напряжённое состояние цилиндрических оболочек. Напряжённое состояние длинных цилиндрических оболочек. Понятие краевого эффекта на примере цилиндрической оболочки.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.4	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек Власова.	Основные гипотезы и соотношения. Построение общего решения задачи	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.5	Осесимметричное напряжённое состояние	Напряжённое состояние конических оболочек при осесимметричном нагружении. Сферическая	«Математические модели

	оболочек вращения.	оболочка при осесимметричном нагружении	тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.6	Краевой эффект.	Основные гипотезы краевого эффекта. Основные уравнения краевого эффекта	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.7	Поперечный изгиб пластин.	Основные соотношения в декартовых координатах. Решение Навье для свободно опёртых прямоугольных пластин. Изгиб круглых пластин. Условия на границе зон с различными решениями	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.8	Температурные напряжения в оболочках.	Температурные напряжения и деформации в терминах теории оболочек. Применение вычислительных методов при расчёте температурных напряжений.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.9	Вариационные методы в теории оболочек.	Выражение внутренней энергии в терминах теории оболочек. Кинематическое вариационное уравнение для оболочек. Пример использования вариационного уравнения Лагранжа для пластин на упругом основании.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
2. Практические занятия			
1.1	Общие соотношения теории пластин и оболочек	Основные понятия, основные гипотезы теории оболочек. Моменты в оболочке. Усилия в оболочке. Вывод уравнений равновесия оболочки. Перемещения в оболочках Граничные условия в теории оболочек.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.2	Безмоментное состояние оболочек	Условия существования безмоментного состояния. Безмоментное состояние оболочек вращения. Сферический купол под действием собственного веса. Безмоментное состояние цилиндрических оболочек	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.3	Напряжённое состояние цилиндрических оболочек	Осесимметричное напряжённое состояние цилиндрических оболочек Напряжённое состояние длинных цилиндрических оболочек. Понятие краевого эффекта на примере цилиндрической оболочки.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.4	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек Власова.	Основные гипотезы и соотношения. Построение общего решения задачи	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261

1.5	Осесимметричное напряжённое состояние оболочек вращения.	Напряжённое состояние конических оболочек при осесимметричном нагружении. Сферическая оболочка при осесимметричном нагружении	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.6	Краевой эффект.	Основные гипотезы краевого эффекта. Основные уравнения краевого эффекта	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.7	Поперечный изгиб пластин.	Основные соотношения в декартовых координатах. Решение Навье для свободно опёртых прямоугольных пластин. Изгиб круглых пластин. Условия на границе зон с различными решениями	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.8	Температурные напряжения в оболочках.	Температурные напряжения и деформации в терминах теории оболочек. Применение вычислительных методов при расчёте температурных напряжений.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
1.9	Вариационные методы в теории оболочек.	Выражение внутренней энергии в терминах теории оболочек. Кинематическое вариационное уравнение для оболочек. Пример использования вариационного уравнения Лагранжа для пластин на упругом основании.	«Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Общие соотношения теории пластин и оболочек	2			4	6
2.	Безмоментное состояние оболочек	2	2		4	8
3.	Напряжённое состояние цилиндрических оболочек	2	2		4	8
4.	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек Власова.	2	2		4	8
5.	Осесимметричное напряжённое состояние оболочек вращения.	2	2		4	8
6.	Краевой эффект.	1	2		4	7
7.	Поперечный изгиб пластин.	2	4		8	14
8.	Температурные напряжения в оболочках.	1	1		4	6
9.	Вариационные методы в теории оболочек.	2	1		4	7

	Итого:	16	16		40	72
--	--------	----	----	--	----	----

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др)

Освоение дисциплины «Математические модели тонкостенных конструкций» включает лекционные занятия, практические занятия и самостоятельную работу обучающихся.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению теоретических основ проектного менеджмента, ключевых принципов, базовых понятий, стандартов и методологий.

Практические занятия предназначены для формирования умений и навыков, закрепленных компетенций по ОПОП. Они организовываются в виде работы над практикоориентированными заданиями, домашние задания, собеседования, выполнение реферата.

Самостоятельная работа студентов включает в себя проработку учебного материала лекций, разбор заданий, подготовку реферата.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется подробно конспектировать лекционный материал, просматривать основную и дополнительную литературу по соответствующей теме, чтобы систематизировать изучаемый материал.

Текущая аттестация. В течение семестра обучающимся предлагается выполнить практикоориентированные, домашние задания. К промежуточной аттестации, проводимой на последнем занятии, представляется контрольная работа.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения следует выполнять все указания преподавателя по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Кисилев, В. В. Нелинейно-упругие узоры из вмятин на поверхностях нагруженных пластин и оболочек / В. В. Кисилев, Д. В. Долгих. – Москва : Физматлит, 2012. – 164 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467669 (дата обращения: 09.11.2021). – ISBN 978-5-9221-1437-0. – Текст : электронный.
2	Абдулхаков, К. А. Расчет на прочность элементов конструкций : учебное пособие : [16+] / К. А. Абдулхаков, В. М. Котляр, С. Г. Сидорин ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 118 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258612 (дата обращения: 09.11.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1324-8. – Текст : электронный.
3	Хайруллин, Ф. С. Расчет тонкостенных конструкций сложной формы на основе аппроксимирующих функций с конечными носителями / Ф. С. Хайруллин ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 176 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258834 (дата обращения: 09.11.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1335-4. – Текст : электронный.

4	Вильде, М. В. Краевые и интерфейсные резонансные явления в упругих телах / М. В. Вильде, Ю. Д. Каплунов, Л. Ю. Коссович. – Москва : Физматлит, 2010. – 280 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457479 (дата обращения: 09.11.2021). – Библиогр.: с. 271-279 – ISBN 978-5-9221-1280-2. – Текст : электронный.
5	Присекин, В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : учебник / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2009. – 240 с. : табл., ил. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436040 (дата обращения: 09.11.2021). – Библиогр.: с. 232. – ISBN 978-5-7782-1287-9. – Текст : электронный.
6	Иванов, С.П. Изгиб прямоугольных пластин: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ (Поволжский государственный технологический университет), 2011. — 96 с. — Режим доступа: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=50195
7	Виноградов, Ю.И. Методы исследования концентрации напряжений в тонкостенных элементах конструкций аэрокосмических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2011. — 90 с. — Режим доступа: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=52303

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
8	Прикладные задачи механики композитных цилиндрических оболочек : практическое пособие : [16+]. – Москва : Физматлит, 2013. – 405 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468704 (дата обращения: 10.11.2021). – ISBN 978-5-9221-1538-4. – Текст : электронный.
9	Тимошенко, С. П. Пластинки и оболочки : практическое пособие / С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер ; под ред. Г. С. Шапиро ; пер. с англ. В. И. Контовт. – Изд. 2-е, стереотип. – Москва : Наука, 1966. – 636 с. : черт. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=615225 (дата обращения: 10.11.2021). – Текст : электронный.
10	Тимошенко, С. П. Устойчивость стержней, пластин и оболочек: избранные работы : сборник научных трудов / С. П. Тимошенко ; под ред. Э. И. Григолюк. – Москва : Наука, 1971. – 807 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561949 (дата обращения: 10.11.2021). – Текст : электронный.
11	Кисилев, В. В. Нелинейно-упругие узоры из вмятин на поверхностях нагруженных пластин и оболочек / В. В. Кисилев, Д. В. Долгих. – Москва : Физматлит, 2012. – 164 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467669 (дата обращения: 10.11.2021). – ISBN 978-5-9221-1437-0. – Текст : электронный.
12	

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
13	Электронная библиотека ВГУ www.lib.vsu.ru
14	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" https://biblioclub.lib.vsu.ru/
15	Электронно-библиотечная система "Лань" https://lanbook.lib.vsu.ru/
16	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" https://studmedlib.lib.vsu.ru/
17	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" http://rucont.ru
18	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: «Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к практическим занятиям, работа над рефератом, темы которого приведены в п.20, и подготовку к промежуточной аттестации.

Для обеспечения самостоятельной работы студентов в электронном курсе дисциплины на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» сформирован учебно-методический комплекс, который включает в себя: программу курса, учебные пособия и справочные материалы, методические указания по выполнению заданий. Студенты получают доступ к данным материалам на первом занятии по дисциплине.

Указанные в учебно-методическом комплексе учебные пособия и справочные материалы, приведены в таблице ниже:

№ п/п	Источник
1.	Онлайн-курс, размещенный на LMS-платформе edu.vsu.ru: «Математические модели тонкостенных конструкций» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=6261
2.	Семыкина Т.Д. Некоторые вопросы теории оболочек. Методическое пособие / Т.Д. Семыкина – Воронеж. ВГУ, 2006 https://lib.vsu.ru/cgi-bin/zgate?present+5006+default+24+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам.

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале. Применяются разные типы лекций (вводная, обзорная, информационная, проблемная).

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.;

- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекций специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

Учебная аудитория для практических занятий: специализированная мебель, персональные компьютеры в количестве, обеспечивающем возможность индивидуальной работы, компьютер преподавателя, мультимедийное оборудование (проектор, экран).

Для самостоятельной работы необходимы компьютерные классы, помещения, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

Программное обеспечение: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Общие соотношения теории пластин и оболочек	ПК-4	ПК-4.2	Собеседование
2.	Безмоментное состояние оболочек	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Собеседование
3.	Напряжённое состояние цилиндрических оболочек	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Практикоориентированные задания/домашние задания
4.	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек Власова.	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Собеседование
5.	Осесимметричное напряжённое состояние оболочек вращения.	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Практикоориентированные задания/домашние задания
6.	Краевой эффект.	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Собеседование
7.	Поперечный изгиб пластин.	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Практикоориентированные задания Контрольная работа
8.	Температурные напряжения в оболочках.	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Практикоориентированные задания
9.	Вариационные методы в теории оболочек.	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.1	Практикоориентированные задания
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практикоориентированные задания/домашние задания

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий из задачников и пособий из п.16

Описание технологии проведения. Проводится путем проверки выполненных упражнений

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики напряжённо-деформированного состояния упругих тел.
Хорошо	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики напряжённо-деформированного состояния упругих тел, но есть некоторые ошибки.
Удовлетворительно	Неправильное решение задачи, но верно выбран метод решения.
Неудовлетворительно	Неправильное решение задачи, причем неверно выбран метод решения.

Задания для контрольной работы

Найти функцию прогиба и максимальные значения прогиба и изгибающего момента шарнирно опертой пластины, находящейся под действием равномерно распределенной и концентрической нагрузок.

Описание технологии проведения. Выполняется самостоятельно студентом и предоставляется в печатном виде или прикрепляется файл в курсе «ММТК», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle) для проверки преподавателем.

Критерии оценки и шкалы.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное решение задачи.
Хорошо	Правильное решение задачи, но есть некоторые ошибки.
Удовлетворительно	Неправильное решение задачи, но верно выбран ход решения.
Неудовлетворительно	Неправильное решение задачи, причем неверно выбран ход решения.

Вопросы для собеседований

1. Основные понятия теории оболочек.
2. Гипотезы Кирхгофа-Лява.
3. Определение безмоментного состояния.
4. Условия существования безмоментного состояния
5. Оболочки равного сопротивления, оптимальная форма резервуара.
6. Полумоментная теория цилиндрических оболочек Власова (модель оболочки, необходимые условия)
7. Определение и алгоритм расчета краевого эффекта
8. Уравнение Софи Жермен
9. Методы Навье и Леви. Какой в каком применяется для прямоугольных пластин
10. Знать, какая буква что обозначает в формулах из 1.7. Их предварительно выписать на листик и иметь при себе.
11. Почему уравнений равновесия остается 5 из 6?

Описание технологии проведения. Проводится в устной форме на лекционных и практических занятиях.

Шкалы и критерии оценивания

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Знание основных соотношений теории пластин и оболочек. Владение основными методами решения задач. Умение получить основные характеристики напряжённо-деформированного состояния для частных случаев нагружения упругих тел.
Хорошо	Знание основных соотношений теории пластин и оболочек. Умение

	классифицировать основные задачи теории пластин и оболочек. Владение основными методами решения задач.
Удовлетворительно	Знание основных соотношений теории пластин и оболочек.
Неудовлетворительно	Нетвёрдое знание основных соотношений теории пластин и оболочек. Неумение классифицировать основные задачи теории пластин и оболочек Плохое владение методами решения задач.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

1. Основные понятия и постановка задач.
2. Геометрия оболочки, система координат.
3. Вывод уравнений равновесия в усилиях.
4. Вывод уравнений равновесия в моментах.
5. Перемещения в оболочке.
6. Деформация в оболочке.
7. Граничные условия.
8. Физические соотношения в упругих оболочках.
9. Основные теоремы в теории оболочек.
10. Основные уравнения безмоментного состояния
11. Безмоментное состояние цилиндров.
12. Безмоментное состояние замкнутой оболочки вращения при произвольной нагрузке
13. Оболочки равного сопротивления
14. Напряженное состояние цилиндрической оболочки
15. Полумоментная теория цилиндрических оболочек Власова
16. Определение и алгоритм расчета краевого эффекта
17. Основные уравнения краевого эффекта для осесимметричных оболочек.
18. Малые прогибы поперечно нагруженных пластин. Уравнение Софи Жермен
19. Метод Навье для расчета свободно опертых прямоугольных пластин

Описание технологии проведения Зачет проводится по КИМ, составленным на основе вопросов для подготовки к зачету.

Шкалы и критерии оценивания

Оценка	Критерии оценок
зачет	Знание основных соотношений механики тонкостенных конструкций. Умение классифицировать основные задачи ТПО. Владение основными методами решения задач. Умение получить основные характеристики напряженно-деформированного состояния для частных случаев нагружения тел.
незачет	Нетвёрдое знание основных соотношений механики <i>тонкостенных конструкций</i> . Неумение классифицировать основные задачи ТПО. Плохое владение методами решения задач.

20.3 Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).

1. закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Укажите гипотезы Кирхгофа-Лява, используемые в линейной теории пластин и оболочек.

- **прямолинейные волокна, перпендикулярные срединной поверхности до деформации, остаются такими же и после;**
- **нормальными напряжениями на площадках, параллельных срединной поверхности можно пренебречь.**
- статически эквивалентная на крае одних усилий другим система сил может оказать влияние на напряженное состояние оболочки лишь в непосредственной близости от этого края (на расстоянии, сравнимом с толщиной оболочки)
- геометрия оболочки должна быть такой, чтобы срединная поверхность не имела скачков изменения касательной в малой зоне.
- внешние нагрузки, приложенные к оболочке, не должны быть сосредоточенными, включать моменты и должны плавно меняться вдоль всей оболочки.
- условия закрепления краев оболочки должны быть таковы, чтобы края имели возможность свободно перемещаться в направлении нормали к поверхности, т.е. силы, приложенные к краям должны лежать в касательной плоскости к поверхности.

2. Укажите условия существования безмоментного состояния оболочки:

- прямолинейные волокна, перпендикулярные срединной поверхности до деформации, остаются такими же и после;
- нормальными напряжениями на площадках, параллельных срединной поверхности можно пренебречь.
- статически эквивалентная на крае одних усилий другим система сил может оказать влияние на напряженное состояние оболочки лишь в непосредственной близости от этого края (на расстоянии, сравнимом с толщиной оболочки)
- **геометрия оболочки должна быть такой, чтобы срединная поверхность не имела скачков изменения касательной в малой зоне.**
- **внешние нагрузки, приложенные к оболочке, не должны быть сосредоточенными, включать моменты и должны плавно меняться вдоль всей оболочки.**
- **условия закрепления краев оболочки должны быть таковы, чтобы края имели возможность свободно перемещаться в направлении нормали к поверхности, т.е. силы, приложенные к краям должны лежать в касательной плоскости к поверхности.**

3. Какая форма резервуара для хранения жидкости будет оптимальной:

- **резервуар каплеобразной формы с плоским дном, с которым плавно сопрягается**
- резервуар имеет форму шара
- резервуар имеет форму цилиндра

4. Метод расчета длинных оболочек, позволяющий учитывать деформацию контура основан на:

- **полумоментной теория цилиндрических оболочек Власова**
- безмоментной теории цилиндрических оболочек
- методе возмущений
- методе неопределенных коэффициентов

5. Укажите модель оболочки, используемой в полумоментной теории цилиндрических оболочек Власова:

- **Оболочка состоит из бесконечного множества поперечных изгибаемых элементарных полосок, связанных между собой стержнями на шарнирах.**
- Цилиндрическая оболочка закреплена таким образом, чтобы края имели возможность свободно перемещаться в направлении нормали к поверхности, т.е. силы, приложенные к краям должны лежать в касательной плоскости к поверхности.
- Оболочка состоит из бесконечного множества продольных изгибаемых элементарных полосок, связанных между собой стержнями на шарнирах.
- Оболочка состоит из бесконечного множества поперечных изгибаемых элементарных стержней, связанных между собой шарнирами.

6. Какое состояние назвали краевым эффектом

- **Состояние, возникающее за счет нарушения условия существования безмоментного состояния и быстро затухающее при удалении от места существования этих возмущений**
- Состояние, при котором в оболочке присутствуют только нормальные и сдвиговые усилия.
- Состояние, при котором не выполняются гипотезы Кирхгофа-Лява

7. Из каких соотношений находят перерезывающие силы Q_x, Q_y

- **Уравнения равновесия**
- Геометрические соотношения
- Физические соотношения

8. Уравнение Софи Жермен имеет вид:

- $\Delta \Delta w = \frac{q}{D}$
- $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$
- $S_{12} + \frac{M_{12}}{R_1} = S_{21} + \frac{M_{21}}{R_2}$
- $\frac{1}{2}L = V$

9. граничные условия на защемленном крае $x = \text{const}$ имеют вид

- $w = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = 0$
- $w = 0, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0$

$$M_x = 0$$

$$Q_x - \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} = 0$$

10. граничные условия в случае свободного опирания по $x = \text{const}$ имеют вид

$$w = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = 0$$

$$w = 0, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0$$

$$M_x = 0$$

$$Q_x - \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} = 0$$

11. граничные условия в случае свободного свободного края $x = a$ имеют вид

$$w = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = 0$$

$$w = 0, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0$$

$$M_x = 0$$

$$Q_x - \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} = 0$$

12. Укажите формулу для вычисления цилиндрической жесткости:

$$D = \frac{12(1-\nu^2)}{Eh^3}$$

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$D = \frac{Eh^3}{1-\nu^2}$$

$$D = \frac{E}{12(1-\nu^2)}$$

13. Что такое оболочка?

- **тело, ограниченное двумя криволинейными поверхностями, расстояние между которыми (толщина) мало по сравнению с другими размерами тела.**
- тело, ограниченное двумя плоскостями, расстояние между которыми (толщина) мало по сравнению с другими размерами тела.
- тело, ограниченное двумя криволинейными поверхностями

2. открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Перемещения в оболочке.

2. Деформация в оболочке.
3. Граничные условия.
4. Основные теоремы в теории оболочек.
5. Напряженное состояние цилиндрической оболочки

Описание технологии проведения. Проводится в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ». Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только вопросы с кратким текстовым ответом или представленные в форме эссе

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно;
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.