

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.13	Теория пластин и оболочек

Код направления подготовки	15.03.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП (профиль)	Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов
Год начала подготовки	2013
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Доцент кафедры Сопротивления материалов	Кандидат техн. наук, доцент		Астахова Августина Яковлевна

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Сопротивления материалов:**

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой Сопротивления материалов			Доктор техн. наук, профессор Андреев Владимир Игоревич	
Год обновления	2014	2015	2016	
Номер протокола	№ 12	№ 1		
Дата заседания кафедры	2.07.2014	31.08.2015		

**Рабочая программа утверждена и согласована:**

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель	Леонтьев А.Н.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория пластин и оболочек» является подготовка бакалавров к проведению самостоятельных расчетов по определению напряженно-деформированного состояния в различного вида оболочках и тонких пластинах.

Задачи дисциплины: студент должен

- овладеть навыками расчета элементов тонкостенных строительных конструкций, пластин и оболочек на прочность, жесткость, устойчивость, несущую способность;
- научиться правильно выбирать конструкционные материалы и формы, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений.

«Теория пластин и оболочек» является дисциплиной, на которой базируется изучение специальных курсов тонкостенных строительных конструкций.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить рефераты, доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати	ПК-6	<b>Знает</b> основные принципы, положения и гипотезы теории пластин и оболочек; законы статики твердых тел, практические методы расчета при действии различных внешних нагрузок; прочностные характеристики и свойства конструкционных материалов.	З1
		<b>Умеет</b> грамотно составлять расчетные схемы, использовать законы статики при составлении уравнений равновесия пластин и оболочек, определять внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения; определять необходимые размеры из условий прочности, жесткости и устойчивости.	У1
		<b>Имеет навыки</b> определения напряженно-деформированного состояния пластин и оболочек при различных воздействиях с помощью современной вычислительной техники с использованием готовых программ; выбора конструкционных материалов, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности.	Н1

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория пластин и оболочек» относится к вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению 15.03.03 «Прикладная механика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Теория пластин и оболочек» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения таких общеобразовательных дисциплин, как «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Сопроотивление материалов», «Теория упругости».

*Требования к входным знаниям, умениям студентов*

Для освоения дисциплины «Теория пластин и оболочек» студент должен:

*Знать:* фундаментальные основы высшей математики, теории упругости и пластичности, основные физические явления и законы классической физики, современные средства вычислительной техники.

*Уметь:* самостоятельно использовать математический аппарат, необходимый для освоения курса, применять полученные знания по математике, физике, теории упругости, работать на персональном компьютере.

*Владеть:*

- приемами дифференцирования и интегрирования функций;
- первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов и оформления результатов расчета.

Дисциплины, для которых дисциплина «Теория пластин и оболочек» является предшествующей:

«Производственная преддипломная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности».

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

*Структура дисциплины:*

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				КСР		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КР/КР			
1	Общая теория изгиба	7	1-8	6		16		12	18	Выдача РГР на 3 неделе.

	прямоугольных и круглых пластин.									
2	Общая теория оболочек. Безмоментная теория. Краевой эффект.	7	9-12	6		8		2	6	
3	Осесимметричные оболочки вращения. Неосесимметричные оболочки. Метод разделения переменных.	7	13-16	4		8		2	6	
4	Моментная теория цилиндрических оболочек.		17-18	2		4		2	6	
	<b>Итого:</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>		<b>18</b>	<b>36</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
5	Моментная теория осесимметричных оболочек вращения	8	1-8	16		12		3	70	Выдача курсовой работы на 4-й неделе.
6	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек	8	7-10	4		6		3	30	
7	Основы теории пологих оболочек	8	10-12	4		6		3	23	
	<b>Итого:</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>24</b>		<b>24</b>		<b>9</b>	<b>123</b>	<b>Курсовая работа, Зачет</b>
	<b>Итого:</b>	<b>7,8</b>	<b>30</b>	<b>42</b>		<b>60</b>		<b>27</b>	<b>159</b>	<b>Зачет с оценкой, курсовая работа, зачет</b>

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Содержание лекционных занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Общая теория изгиба прямоугольных и круглых пластин.	Основные понятия и гипотезы теории пластин. Перемещения и деформации в пластине при изгибе. Напряжения и усилия в сечениях пластины. Выражение внутренних усилий через прогиб. Уравнения равновесия элемента плоскости пластины. Уравнение Софи Жермен-Лагранжа. Граничные	6

		условия на контуре пластины. Основные уравнения изгиба круглых пластин.	
2	Общая теория оболочек. Безмоментная теория. Краевой эффект.	Геометрия пространственной кривой и поверхности. Параметрическое и векторное уравнение кривой. Естественный трехгранник Френе. Параметры Ламе. Первая квадратичная форма поверхности. Вторая квадратичная форма поверхности. Кривизны нормального и наклонного сечений. Формула Менье. Главные кривизны и линии главных кривизн. Гауссова кривизна поверхности. Дифференцирование координатных ортов. Уравнение Кодацци-Гаусса. Гипотезы теории тонких оболочек. Перемещения и деформации срединной поверхности оболочки. Компоненты тангенциальной и изгибной деформации. Уравнение совместности деформаций срединной поверхности оболочки. Выражения перемещений и деформаций эквидистантной поверхности через перемещения и деформации срединной поверхности. Теория простого краевого эффекта для оболочки произвольной формы. Основные допущения по А.Л. Гольденвейзеру и упрощения основных уравнений. Разрешающие уравнения теории простого краевого эффекта.	6
3	Осесимметричные оболочки вращения. Неосесимметричные оболочки. Метод разделения переменных.	Безмоментная теория оболочек вращения. Основные уравнения безмоментной теории. Уравнения осесимметричного нагружения оболочек. Определения усилий, перемещений и деформаций. Оболочки, срединная поверхность которых представляет поверхность вращения второго порядка. Неосесимметрично нагруженные оболочки. Метод разделения переменных. Решение в тригонометрических рядах. Безмоментная теория цилиндрических оболочек.	4
4	Моментная теория цилиндрических оболочек.	Моментная теория цилиндрических оболочек. Уравнения моментной теории круговой цилиндрической оболочки. Расчет незамкнутых цилиндрических оболочек.	2
5	Моментная теория осесимметричных оболочек вращения	Уравнения общей моментной теории оболочек вращения. Уравнения осесимметричной деформации. Осесимметричные деформации цилиндрической оболочки. Расчет длинных и коротких цилиндрических оболочек. Краевой эффект. Расчет сопряжений цилиндрической оболочки с различными конструктивными элементами. Уравнения Мейснера для произвольной оболочки вращения и их приближенное решение. Краевой эффект в непологих оболочках вращения. Краевые усилия и соответствующие им краевые перемещения. Расчет сопряжений с различными конструктивными элементами.	16
6	Полубезмоментная	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек.	4

	теория цилиндрических оболочек	Основные гипотезы и уравнения. Уравнения полубезмоментной теории круговой цилиндрической оболочки.	
7	Основы теории пологих оболочек.	Теория пологих оболочек. Гипотезы и допущения теории. Уравнение теории пологих оболочек.	4

### 5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

### 5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Общая теория изгиба прямоугольных и круглых пластин	Расчет прямоугольных пластин с помощью двойных тригонометрических рядов.	2
		Расчет прямоугольных пластин с помощью одинарных тригонометрических рядов.	2
		Расчет прямоугольной пластины при частичном нагружении равномерной нагрузкой по площади прямоугольника. Расчет прямоугольной пластины на действие сосредоточенной силы.	2
		Расчет круглой пластины, шарнирно опертой по контуру на действие равномерно распределенной нагрузки. Расчет круглой пластины, жестко заделанной по контуру.	2
		Расчет кольцевой пластины при различных случаях опирания внутреннего и внешнего контуров.	2
		Расчет круглой пластины, нагруженной в центре сосредоточенной силой.	2
		Расчет на устойчивость прямоугольных пластин.	4
2	Общая теория оболочек. Безмоментная теория. Краевой эффект.	Расчет цилиндрического резервуара со сферическим и эллиптическим днищами.	2
		Расчет торовой оболочки на внутреннее давление.	2
		Расчет полусферического сосуда, наполненного жидкостью. Расчет оболочки вращения, нагруженной силами собственного веса.	4
3	Осесимметричные оболочки вращения. Неосесимметричные оболочки. Метод разделения переменных.	Напряжения и усилия в сечениях оболочки. Граничные условия на контуре оболочки. Основные уравнения безмоментной теории. Граничные условия на контуре. Условия применимости безмоментной теории. Расчет сферического купола на действие ветровой нагрузки.	6
		Расчет цилиндрической оболочки с днищами на действие внутреннего давления с учетом краевых эффектов.	2

4	Моментная теория цилиндрических оболочек.	Расчет цилиндрической оболочки на действие нагрузки, равномерно распределенной по окружности и на действие осесимметричных краевых нагрузок.	4
5	Моментная теория осесимметричных оболочек вращения.	Расчет произвольной оболочки вращения на действие осесимметричных краевых нагрузок. Расчет сопряжения цилиндрической оболочки со сферическим днищем.	12
6	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек	Расчет незамкнутой цилиндрической оболочки по полубезмоментной теории. Усилия и перемещения.	6
7	Основы теории пологих оболочек.	Решение уравнений теории пологих оболочек.	6

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам  
(при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом выделение часов для контактной работы со студентами не предусмотрено.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Общая теория изгиба прямоугольных и круглых пластин.	Неосесимметричный изгиб круглой пластины. Расчет пластин на устойчивость. Устойчивость прямоугольных пластин. Вариационные методы расчета пластин. Принцип минимума потенциальной энергии. Принцип возможных перемещений. Метод Ритца. Метод Бубнова-Галеркина. Выполнение РГР.	18
2	Общая теория оболочек. Безмоментная теория. Краевой эффект.	Различные случаи постановки статических и кинематических граничных условий на контуре оболочки. Особенности постановки граничных условий на контуре оболочки. Особенности постановки граничных условий в безмоментной теории оболочек. Представление общего напряженно-деформированного состояния оболочки в виде суммы двух состояний – безмоментного состояния и краевого эффекта.	6
3	Осесимметричные оболочки вращения. Неосесимметричные оболочки. Метод разделения переменных.	Расчет замкнутых оболочек вращения, находящихся под действием внутреннего давления. Расчет цилиндрических, конических и сферических оболочек. Расчет цилиндрических резервуаров с полусферическим и эллиптическим днищами по безмоментной теории.	6
4	Моментная теория цилиндрических оболочек.	Уравнения замкнутой круговой цилиндрической оболочки.	6

5	Моментная теория осесимметричных оболочек вращения	Краевой эффект в непологих осесимметричных оболочках от краевых воздействий. Длинные и короткие оболочки. Расчет сопряжения цилиндрической оболочки. Расчет сопряжения цилиндрической оболочки с днищами различной формы. Метод сил. Выполнение курсовой работы, подготовка к ее защите.	70
6	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек	Примеры расчета замкнутых круговых цилиндрических оболочек по полубезмоментной теории.	30
7	Основы теории пологих оболочек	Расчет пологих оболочек вращения.	23

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Теория пластин и оболочек» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

Расчетно-графическая работа «Расчет прямоугольных и кольцевых пластин при изгибе» и курсовая работа «Расчет цилиндрического сосуда со сферическим днищем на действие внутреннего давления» составляют часть самостоятельной работы студентов. Они предназначены для закрепления учебного материала, излагаемого на лекциях и практических занятиях. Самостоятельно работая над РГР и курсовой работой, обучающийся приобретает первичные навыки расчета реальной конструкции, построения соответствующей математической модели, выбора нужного метода ее решения, интерпретации и оценки полученного результата.

Выполнение РГР и курсовой работы способствуют развитию у студентов навыков самостоятельного решения задач, расчета элементов строительных конструкций, поиску оптимальных решений, научного подхода к решению поставленных задач с привлечением INTERNET-ресурсов, умению пользоваться учебной и справочной литературой.

При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебные материалы, указанные в разделе 8.



## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)						
	1	2	3	4	5	6	7
ПК-6	+	+	+	+	+	+	+

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

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания				Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация			
		Защита РГР	Дифференцированный зачет	Защита курсовой работы	Зачет	
1	2	3	4	5	6	7
ПК-6	З1		+		+	+
	У1	+	+	+		+
	Н1	+	+	+		+
	ИТОГО	+	+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Дифференцированного зачета

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Обучающийся не знает значительной части программного материала по теории изгиба тонких прямоугольных и круглых пластин, гипотез, дифференциального уравнения изгиба Софи Жермен, способов определения внутренних усилий с помощью двойных и	Теоретическое содержание курса освоено частично, обучающийся имеет знания только некоторых разделов общей теории изгиба прямоугольных и круглых пластин.	Теоретическое содержание курса освоено полностью. Обучающийся твердо знает основные положения и гипотезы общей теории изгиба прямоугольных и круглых пластин, по существу излагает их, не допуская существенных неточностей.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, использует в ответе материал из учебной литературы.

	одинарных тригонометрических рядов, условий прочности и жесткости прямоугольных и круглых пластин, принципов расчета на устойчивость прямоугольных пластин.			
У1	Обучающийся не умеет выполнять практические задания по обозначению компонентов напряженно-деформированного состояния в тонких пластинах, постановки граничных условий на кромках прямоугольных и круглых пластин.	Обучающийся не усвоил деталей расчета, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в практических заданиях программного материала общей теории изгиба прямоугольных и круглых пластин,.	Обучающийся грамотно выполняет предложенные практические задания, не допуская существенных неточностей, по обозначению компонентов напряженно-деформированного состояния в тонких пластинах, постановки граничных условий на кромках прямоугольных и круглых пластин.	Обучающийся умеет тесно увязывать теорию с практикой, абсолютно правильно, самостоятельно выполнил практические задания по обозначению компонентов напряженно-деформированного состояния в тонких пластинах, постановки граничных условий на кромках прямоугольных и круглых пластин.
Н1	Обучающийся не имеет навыков самостоятельной работы в решении практических задач по расчету тонких пластин с помощью двойных и одинарных тригонометрических рядов при действии распределенных и сосредоточенных нагрузок, формулировки условий прочности и жесткости прямоугольных и круглых пластин.	Обучающийся не имеет достаточных навыков самостоятельной работы для получения правильного результата расчета тонких пластин с помощью двойных и одинарных тригонометрических рядов при действии распределенных и сосредоточенных нагрузок, формулировки условий прочности и жесткости прямоугольных и круглых пластин.	Обучающийся продемонстрировал навыки самостоятельной работы в решении практических задач по расчету тонких пластин с помощью двойных и одинарных тригонометрических рядов при действии распределенных и сосредоточенных нагрузок, формулировки условий прочности и жесткости прямоугольных и круглых пластин.	Обучающийся продемонстрировал навыки самостоятельной работы в получении правильного результата расчета.

7.2.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетвор.)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
31	Обучающийся не знает значительной	Теоретическое содержание темы	Теоретическое содержание курса	Обучающийся глубоко усвоил программный

	части программного материала, гипотез, основных положений моментной теории осесимметричных оболочек вращения, состояния краевого эффекта в непологих оболочках вращения.	курсовой работы «Расчет цилиндрического сосуда со сферическим днищем на действие внутреннего давления» освоено частично, обучающийся имеет знания некоторых частей темы.	освоено полностью. Обучающийся твердо знает основные положения и гипотезы моментной теории осесимметричных оболочек вращения, состояния краевого эффекта в непологих оболочках вращения.	материал и четко, исчерпывающе правильно анализирует результаты расчета по безмоментной теории и с учетом состояния краевого эффекта, выполнение условия прочности, использует в ответе материал из учебной литературы.
У1	Обучающийся не выполняет практические задания по обозначению направления действия краевых усилий и соответствующих им краевых перемещений.	Обучающийся не усвоил деталей расчета, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки, нарушения логической последовательности в изложении последовательности расчета.	Обучающийся, не допуская существенных неточностей, объясняет направления действия краевых усилий и соответствующих им краевых перемещений.	Обучающийся умеет тесно увязывать теорию с практикой, абсолютно правильно объясняет условия применения безмоментной теории расчета цилиндрических, сферических оболочек и состояния краевого эффекта в решении практической задачи по расчету цилиндрического сосуда со сферическим днищем на действие внутреннего давления.
Н1	Не имеет навыков самостоятельной работы в решении практической задачи по расчету цилиндрического сосуда со сферическим днищем на действие внутреннего давления.	Обучающийся не имеет достаточных навыков определения усилий и перемещений по безмоментной теории, в составлении системы канонических уравнений, допускает значительные неточности в объяснении определения ее коэффициентов и получении правильного результата расчета.	Обучающийся, не допуская существенных неточностей, продемонстрировал навыки самостоятельной работы в определении усилий и перемещений по безмоментной теории, в построении эпюр погибов и изгибающих моментов по моментной теории с учетом состояния краевого эффекта.	Обучающийся продемонстрировал навыки самостоятельной работы в получении правильного результата расчета и четком изложении последовательности расчета: составлении системы канонических уравнений, в определении ее коэффициентов, для нахождения внутренних усилий и перемещений с учетом состояния краевого эффекта в области сопряжения цилиндрического сосуда со сферическим днищем при действии внутреннего давления.

7.2.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	Не знает значительной части программного материала по моментной теории осесимметричных оболочек вращения, по полубезмоментной теории цилиндрических оболочек, основам теории пологих оболочек, допускает существенные ошибки.	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

У1	Неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы по обозначению компонентов усилий и напряжений на кромках бесконечно малого элемента срединной поверхности оболочки, принятых в общей теории оболочек, в моментной теории оболочек, в безмоментной теории оболочек, в полубезмоментной теории оболочек, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.	Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, не допуская существенных неточностей, выполняет практические работы по обозначению компонентов усилий и напряжений на кромках бесконечно малого элемента срединной поверхности оболочки, принятых в общей теории оболочек, в моментной теории оболочек, в безмоментной теории оболочек, в полубезмоментной теории оболочек. Защищена курсовая работа на тему «Расчет цилиндрического сосуда со сферическим днищем на действие внутреннего давления».
Н1	Не имеет навыков в освоении практических задач, особенностей расчета упругих тонких оболочек по общей теории оболочек, моментной теории оболочек, безмоментной теории оболочек, полубезмоментной теории оболочек	Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

7.3. *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

#### 7.3.1. Текущий контроль

Контролируется посещение лекций и практических занятий.

Защита РГР на тему «Расчет прямоугольных и кольцевых пластин при изгибе» проводится в форме компьютерного тестирования. Для проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования на кафедре сопротивления материалов имеется компьютерный класс и большое количество тестов по проверке знаний студентов. Тест по расчетно-графической работе содержит пять вопросов (два теоретических вопроса и три достаточно простые задачи). Для защиты работы студент должен правильно ответить на три вопроса. Студенту предоставляется возможность проходить тестирование три раза по каждой работе.

Типовые варианты задания для защиты РГР.

**Расчет тонких пластин производится на основании гипотез Кирхгофа-Лява при выполнении условий \*\*\***

1. Толщина пластины значительно меньше размеров в плане
2. Прогиб пластины имеет один порядок с толщиной
3. Прогиб пластины и толщина связаны между собой соотношением  $w \leq h/4$
4. Прогиб пластины имеет один порядок с размерами в плане
5. Толщина пластины и меньший из размеров в плане связаны между собой соотношением

$$\frac{h}{a} = \left( \frac{1}{5} \div \frac{1}{80} \right)$$

Правильные ответы: 1),3),5).

**Внутренние усилия, возникающие в сечениях пластины при изгибе, выражаются через следующие напряжения...**

$$1. M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dz; \quad 2. M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y z dz$$

$$3. H = \int_{-h/2}^{h/2} \tau_{xy} dz; \quad 4. M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y z dz; \quad 5. M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dz$$

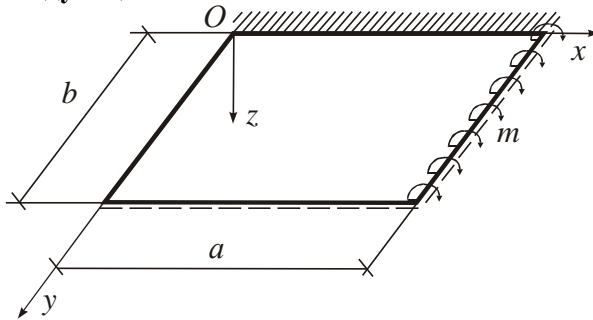
Правильные ответы: 1), 2)

Укажите верное выражение для приведенной поперечной силы вдоль оси  $Ox$ .

$$1. V_x = \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial y}; \quad 2. V_x = Q_x + \frac{\partial H}{\partial x}; \quad 3. V_x = Q_x + \frac{\partial H}{\partial y}; \quad 4. V_x = \frac{\partial H}{\partial y}; \quad 5. V_x = \frac{\partial M_y}{\partial y}$$

Правильный ответ 3).

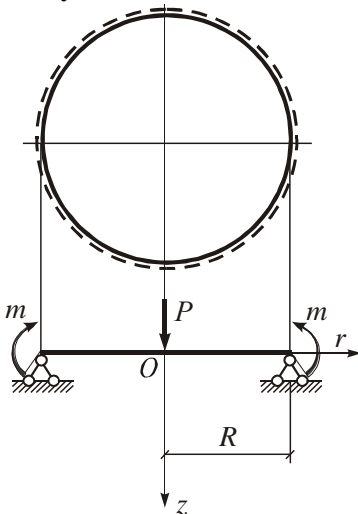
Граничные условия при изгибе прямоугольной пластины на краях  $x = a, y = 0$  являются следующими \*\*\*



1.  $y = 0, M_y = 0, V_y = 0$
2.  $y = 0, w = 0, \varphi_y = 0$
3.  $x = a, w = 0, \varphi_x = 0$
4.  $x = a, \varphi_x = 0, V_x = 0$
5.  $x = a, w = 0, M_x = -m$

Правильные ответы 2), 5).

Граничные условия при осесимметричном изгибе круглой пластины являются следующими:



1. при  $r = 0 M_r = 0$ ;      2. при  $r = 0 Q_r = P$ ;
3. при  $r = R w = 0$ ;      4. при  $r = R M_r = m$ ;      5. при  $r = R Q_r = \frac{P}{2}$

Правильные ответы: 3), 4).

**Укажите условие прочности для прямоугольной пластины по энергетической теории прочности.**

1.  $\frac{1}{6} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - 3\tau_{xy}^2} \leq \gamma_c R$
2.  $\frac{1}{2} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \leq \gamma_c R$
3.  $\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq \gamma_c R$
4.  $\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \leq \gamma_c R$
5.  $\frac{6}{h^2} \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \leq \gamma_c R$

Правильный ответ 4).

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в НИУ МГСУ.

В конце седьмого семестра промежуточная аттестация осуществляется в виде дифференцированного зачета.

#### Вопросы к дифференцированному зачету:

- 1 Основные понятия и гипотезы. Классификация пластин. Выражение деформаций через прогиб.
- 2 Внутренние усилия в сечениях пластины и их выражение через прогиб. Выражение напряжений через внутренние усилия. Эпюры напряжений в сечениях пластины.
- 3 Уравнения равновесия элемента срединной плоскости пластины. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями. Уравнение Софи Жермен-Лагранжа.
- 4 Граничные условия на краях прямоугольной пластины. Приведенные поперечные силы.
- 5 Расчет пластины шарнирно опертой по всему контуру. Решение в двойных тригонометрических рядах.
- 6 Расчет шарнирно опертой по контуру пластины при частичном нагружении равномерной нагрузкой и сосредоточенной силой.
- 7 Расчет пластины шарнирно опертой по двум противоположным краям. Решение в одинарных тригонометрических рядах.
- 8 Расчет пластин на прочность.
- 9 Расчет эллиптической пластины, жестко заделанной по контуру.
- 10 Основные уравнения изгиба круглой пластины. Внутренние усилия в сечениях пластины и их выражение через прогиб.
- 11 Основные уравнения осесимметричного изгиба круглой пластины. Общие выражения для перемещений и внутренних усилий.
- 12 Расчет сплошной пластины шарнирно опертой по контуру, при действии равномерной нагрузки.
- 13 Расчет сплошной пластины, жестко заделанной по контуру.
- 14 Общий случай изгиба круглых пластин.
15. Дифференциальное уравнение углов поворота при осесимметричном изгибе

В конце восьмого семестра промежуточная аттестация осуществляется в виде защиты курсовой работы и зачета и завершает изучение данной дисциплины.

Тема курсовой работы: «Расчет цилиндрического сосуда со сферическим днищем на действие внутреннего давления».

Материал – сталь  $E=2,1 \cdot 10^5$ ,  $\nu=0.3$ ,  $R=200$  Мпа,  $\gamma_c=1$

Материал – сталь  $E=2,1 \cdot 10^5$ ,  $\nu=0.3$ ,  $R=200$  Мпа,  $\gamma_c=1$

При заданных соотношениях размеров  $K_1 = \frac{R}{h}$  и  $K_2 = \frac{h_c}{h_{ц}}$  (в разных вариантах задания  $K_1=50, 60, 70, 80, 90, 100$   $K_2=1.6, 1.8, 2$ ) требуется :

1. Определить меридиальные и кольцевые усилия и перемещения в сферической  $T_{1c}^*$ ,  $T_{2c}^*$ ,  $\Delta R_c$  и цилиндрической  $T_{1ц}^*$ ,  $T_{2ц}^*$ ,  $\Delta R_{ц}$  оболочках по безмоментной теории.

2. Определить перемещения краев сферической и цилиндрической оболочек  $\delta_{ij}^c$ ,  $\delta_{ij}^{ц}$  от единичных краевых воздействий и внутреннего давления  $\Delta_{ip}^c$ ,  $\Delta_{ip}^{ц}$  и коэффициенты канонических уравнений метода сил  $\delta_{ij} = \delta_{ij}^c + \delta_{ij}^{ц}$ ,  $\Delta_{ip} = \Delta_{ip}^c + \Delta_{ip}^{ц}$ , усилия  $X_1$  и  $X_2$  краевого эффекта в месте сопряжения оболочек.

Все величины, относящиеся к сферической и цилиндрической оболочкам обозначить с индексом С и Ц вверху или внизу и выразить их в общем виде через  $p, h, E$ .

3. Для цилиндрической оболочки, используя формулы (6.75)(см. лекции) составить выражения для внутренних усилий и перемещений краевого эффекта.

4. Полагая, что безразмерная длина зоны действия краевого эффекта равна

$$X_k = \beta_{ц} * S_k = 3,$$

где  $S$  – переменная, отсчитывая от места сопряжения оболочек вдоль образующего цилиндра

$$S_k = \frac{X_k}{\beta_{ц}} = \frac{X_k * \sqrt{R * h_{ц}}}{\sqrt[4]{3 * (1 - \nu^2)}} = \frac{3 * \sqrt{R^2 / K_1}}{\sqrt[4]{3 * (1 - \nu^2)}} = \frac{2.33 * R}{\sqrt{K_1}},$$

Вычислить величины  $\xi^0$ ,  $M_1$ ,  $H^0 = Q$ ,  $T_2^0$  шагом деления  $S = 0.1 * S_k$  и построить эпюры  $M_1$ ,  $Q$ ,  $T_2 = T_2^0 + T_2^*$ .

5. Для сечения, где  $M_1 = M_{1max}$ ,  $M_{2max} = \nu * M_{1max}$  определить наибольшее по величине меридиальные, кольцевые прочностные напряжения

$$\sigma_1 = \frac{6 * M_1}{h^2} + \frac{T_1}{h}; \quad \sigma_2 = \frac{6 * M_2}{h^2} + \frac{T_2}{h};$$

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} - \sigma_1 * \sigma_2$$

6. Приняв  $h_{ц} = h = 1$  см, определить допустимую из условия прочности величину внутреннего давления  $p$  (КН/см<sup>2</sup>).

*Вопросы к защите курсовой работы:*

1. Уравнения общей моментной теории оболочек вращения.
2. Уравнения осесимметричной деформации оболочек вращения.
3. Осесимметричный изгиб цилиндрической оболочки. Расчет длинных цилиндрических оболочек. Краевой эффект. Расчет коротких оболочек.
4. Перемещения краев цилиндрической оболочки от краевых воздействий
5. Преобразование уравнений осесимметричной деформации оболочек вращения.
- Уравнения Мейснера.
6. Краевой эффект в неполюгах оболочках вращения.
7. Расчет длинных оболочек вращения, нагруженных краевыми воздействиями.
8. Расчет сопряжения цилиндрической оболочки с полусферическим днищем

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

Обучающимся заранее выдаются вопросы к зачету. Зачет проводится в устной форме.

*Вопросы к зачету:*

1. Геометрия пространственной кривой. Естественный трехгранник Френе. Параметрические и векторное уравнение кривой. Единичные векторы касательной, главной нормали и бинормали. Кривизна кривой.
2. Геометрия поверхности. Криволинейные гауссовы координаты. Векторное уравнение поверхности. Единичные векторы касательных и нормали, Параметры Ламе. Первая квадратичная форма поверхности. Коэффициенты первой квадратичной формы. Вторая квадратичная форма. Коэффициенты второй квадратичной формы. Кривизны нормального и наклонного сечений. Формула Менье. Выражение для кривизны произвольного нормального сечения. Главные кривизны и линии главных кривизн. Гауссова кривизна поверхности. Геометрия поверхности вращения. Дифференцирование координатных ортов. Уравнения Кодацци-Гаусса.
3. Гипотезы теории тонких оболочек.
4. Перемещения и деформации срединной поверхности оболочки. Уравнение деформированной срединной поверхности. Компоненты тангенциальной и изгибной деформации и их выражения через перемещения. Уравнения совместности деформаций срединной поверхности.
5. Уравнение эквидистантной поверхности. Деформации эквидистантной поверхности и их выражения через деформации срединной поверхности.
6. Напряжения и усилия в сечениях оболочки. Выражение усилий через напряжения.
7. Соотношения упругости. Потенциальная энергия деформации.
8. Дифференциальные уравнения равновесия.
9. Граничные условия на контуре оболочки.
11. Теория простого краевого эффекта. Основные допущения. Разрешающие уравнения теории простого краевого эффекта.
12. Безмоментная теория оболочек вращения. Основные уравнения. Уравнения осесимметрично нагруженных оболочек. Определение усилий и перемещений. Расчет замкнутых оболочек на действие равномерного внутреннего давления. Цилиндрическая и коническая оболочки. Оболочки, срединная поверхность которых представляет поверхность вращения второго порядка. Торовая оболочка, нагруженная постоянным давлением. Полусферический сосуд, наполненный жидкостью. Оболочка вращения, нагруженная силами собственного веса. Осесимметричное кручение оболочки.
13. Несимметрично нагруженные оболочки вращения. Метод разделения переменных. Нагрузка «ветрового типа» (случай  $k=1$ ). Частный случай ( $k=0$ ) - осесимметричная деформация оболочек вращения.
14. Безмоментная теория цилиндрических оболочек. Граничные условия на торцах замкнутой цилиндрической оболочки.
15. Уравнения моментной теории круговой цилиндрической оболочки. Метод разделения переменных (решение в рядах Фурье)
16. Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек. Основные гипотезы и определения.
17. Уравнения общей моментной теории оболочек вращения.
18. Уравнения осесимметричной деформации оболочек вращения.
19. Осесимметричный изгиб цилиндрической оболочки. Расчет длинных цилиндрических оболочек. Краевой эффект. Расчет коротких оболочек.
20. Перемещения краев цилиндрической оболочки от краевых воздействий
21. Преобразование уравнений осесимметричной деформации оболочек вращения. Уравнения Мейснера.
22. Краевой эффект в неполюгах оболочках вращения.
23. Расчет длинных оболочек вращения, нагруженных краевыми воздействиями.



24. Расчет сопряжения цилиндрической оболочки с полусферическим дном

25. Теория пологих оболочек.

7.4. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче зачета в устной форме должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному зачету студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем по окончании зачета сдается преподавателю.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Результаты выполнения аттестационного испытания должны быть объявлены обучающимся в день его проведения и выставлены в зачетные книжки не позднее следующего рабочего дня после проведения.

Процедура защиты курсовой работы определена Положением о курсовых работах (проектах) НИУ МГСУ.

В восьмом семестре обучающиеся выполняют и защищают курсовую работу. Оценка по курсовой работе выставляется обучающимся на основании результатов защиты на комиссии курсовой работы при непосредственном участии преподавателей кафедры, руководителя курсовой работы, с возможным присутствием других обучающихся из учебной группы. Одной из форм защиты может быть презентация курсовой работы. Результаты защиты (оценка) вносятся в аттестационную ведомость курсовой работы с указанием темы курсовой работы, а также в зачетную книжку в раздел «Курсовые проекты (работы)».

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)

1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Теория пластин и оболочек	Соппротивление материалов с основами теории упругости и пластичности [Текст] : учебник для вузов / Г. С. Варданян [и др.] ; под ред. Г. С. Варданяна, Н. М. Атарова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Инфра-М, 2013. - 637 с	205	20
2	Теория пластин и оболочек	Соппротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 270800 "Строительство" : [в 3 ч.] / Н. М. Атаров [и др.] ; Московский государственный строительный университет ; [рец.: С. Н. Кривошапко, Н. Н. Шапошников]. - Москва : МГСУ, 2012 - 2014. Ч. 3 / под общ. ред. Н. М. Атарова. - 2-е изд., испр. и доп. - 2014. - 73 с.	300	20
3	Теория пластин и оболочек	Атаров, Н. М. Расчет кольцевых пластин с помощью электронных таблиц Microsoft Excel [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе специалитета по специальности 271101 - "Строительство уникальных зданий и сооружений" / Н. М. Атаров, В. Г. Богопольский ; Московский государственный строительный университет. - Москва : МГСУ, 2015. - 72 с.	50	20
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Теория пластин и оболочек	Амосов, А. А. Теория упругой устойчивости стержневых систем, пластин и оболочек [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Амосов, Р. М. Аль Малюль; - М.: МГСУ, 2010. - 96 с.	9	20
2	Теория пластин и оболочек	Амосов, А. А. Техническая теория тонких упругих оболочек [Текст] : монография / А. А. Амосов. - М. : МГСУ : Изд-во АСВ, 2009. - 301 с	355	20
3	Теория пластин и оболочек	Коргин А.В. Соппротивление материалов с примерами решения задач в системе Microsoft Excel: учеб пособие. - М.: Инфра- М, 2011. - 388 с.	150	20

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>

России	
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Организация деятельности учащегося.

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделений цветным маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;
- 2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;
- 3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки.
- 4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности записанного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости предполагается консультация с преподавателем.

Последовательность выполнения расчетно-графической и курсовой работ.

Расчетно-графическая и курсовая работы выдаются преподавателями, проводящими практические занятия в группах, индивидуально каждому студенту. Варианты РГР могут быть получены студентами через сайт кафедры при распечатке титульного листа каждой работы.

– Прорабатывается учебный материал по теме работы по конспекту лекций и практических занятий, а также по учебникам, учебным пособиям и методическим указаниям.

– Решаются задачи, входящие в РГР и курсовую работу.

– Проводятся консультации с преподавателем, ведущим практические занятия в группе. Консультации проводятся во внеаудиторное время в соответствии с имеющимся на кафедре графиком.

– Исправляются ошибки (если они имеются), указанные преподавателем во время консультаций.

– Оформляется расчетно-графическая работа, в виде пояснительной записки, содержащей расчетный и графический материал. Работа аккуратно выполняется от руки или в виде компьютерного набора на листах формата А-4, с титульным листом.

- Преподаватель подписывает выполненную работу с указанием даты, после чего обучающийся защищает расчетно-графическую и курсовую работы.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

*11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии	Степень обеспеченности (%)
1	Общая теория изгиба прямоугольных и круглых пластин.	РГР «Расчет прямоугольных и кольцевых пластин при изгибе»	Сайт кафедры: <a href="http://www.mgsu.ru/universit/about/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universit/about/Struktura/Kafedri/</a> Компьютерное тестирование.	<b>100</b>
2	Общая теория оболочек. Безмоментная теория. Краевой эффект.	Лекции. Практические занятия.	Слайд-презентации	<b>100</b>
3	Осесимметричные оболочки вращения. Неосесимметричные оболочки. Метод разделения переменных.			
4	Моментная теория цилиндрических оболочек.			
5	Моментная теория осесимметричных оболочек вращения			
6	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек			
7	Основы теории пологих оболочек			

*11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Общая теория изгиба прямоугольных и круглых пластин.	Защита РГР. Лекции и практические занятия.	Microsoft Windows	DreamSpark subscription
2	Общая теория оболочек. Безмоментная теория. Краевой эффект.			
3	Безмоментная теория оболочек вращения. Осесимметричные оболочки вращения. Неосесимметричные оболочки. Метод разделения переменных.			
4	Моментная теория			

	цилиндрических оболочек.			
5	Моментная теория осесимметричных оболочек вращения			
6	Полубезмоментная теория цилиндрических оболочек			
7	Основы теории пологих оболочек			
8	Моментная теория осесимметричных оболочек вращения	Курсовая работа	Microsoft Windows	DreamSpark subscription
			Лира	Платное ПО
			Sapfir 2013 R3	Платное ПО
			Microsoft Office	Open License
			Opera	Свободное ПО

### 11.3. Перечень информационных справочных систем

#### Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Теория пластин и оболочек» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекция	Проектор/тип № 3, интерактивная доска IQBoard PS S100, компьютер/тип № 2.	104г УЛБ, Компьютерный класс №1.
2	Практическое занятие	Проектор/тип № 3, интерактивная доска IQBoard PS S100, компьютер/тип № 2.	104г УЛБ, Компьютерный класс №1.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программой высшего образования по направлению 15.03.03 «Прикладная механика».