

**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.5	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела

Код направления подготовки	15.04.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП (магистерская программа)	Механика деформируемого твердого тела
Год начала подготовки	2015
Уровень образования	магистратура
Форма обучения	очная

**Разработчики:**

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Доцент кафедры Сопротивления материалов	Кандидат техн. наук		Татусь Н.А.

**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	2015	2016		
Номер протокола	№ 1			
Дата заседания кафедры	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 «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела» является изучение студентами принципов моделирования физических явлений в рамках механики сплошной среды, определение параметров уравнений состояния тел в макроэксперименте, освоение задач тензометрии, постановка лабораторных и натурных экспериментов, освоение основ математической теории планирования эксперимента.

Задачами изучения дисциплины является формирование у обучающихся базовых знаний в области постановки эксперимента, опирающегося на современные информационные технологии в области средств измерения, сбора и обработки данных, освоение практических навыков разработки и использования систем сбора и обработки данных на основе компьютеров, микропроцессоров и микроконтроллеров, а также по взаимодействию вычислительной техники со средствами измерений.

## 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 физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности;	ПК-2	<b>Имеет навыки</b> определения напряженно-деформированного состояния в образце во время проведения эксперимента.	Н1
способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	ПК-3	<b>Знает</b> современную экспериментальную технику и методы определения механических характеристик.	32
		<b>Умеет</b> разрабатывать программу исследования материалов применяемых в различных областях техники.	У2
способностью самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня)	ПК-5	<b>Знает</b> принципы составления программ научных исследований механических характеристик материалов.	33
		<b>Умеет</b> обоснованно выбирать средства измерений при решении конкретных задач.	У3
готовностью к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения	ПК-18	<b>Умеет</b> пользоваться профессиональной литературой и работать	У4

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
безопасности		с современными средствами научно-технической информации.	
способностью проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях	ПК-26	<b>Знает</b> современные методы измерения механических характеристик материалов.	35
		<b>Умеет</b> планировать эксперимент и обрабатывать его результаты.	У5

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

Дисциплина «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела» относится к вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению 15.04.03 «Прикладная механика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения различных разделов физики и математики.

#### *Требования к входным знаниям, умениям студентов*

Для освоения дисциплины «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела» студент должен:

*Знать:* основы проведения эксперимента и основные понятия, современные средства вычислительной техники, методы решения задач «Сопrotивления материалов» для нахождения механических характеристик материалов

*Уметь:* использовать математический аппарат, работать на персональном компьютере, пользоваться основными офисными приложениями, применять при изучении курса знания, полученные по физике, сопротивлению материалов, теории упругости и строительной механике.

*Владеть:*

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

Дисциплины, для которых дисциплина «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела» является предшествующей:

- «Устойчивость упругих систем»,
- «Механика контактного взаимодействия и разрушения»,
- «Статистическая механика и теория надежности»,
- «Основы механики неоднородных тел»,
- «Расчеты зданий и сооружений на эксплуатационные и аварийные воздействия»,
- «Безопасность сооружений и сейсмостойкое строительство»,

«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 3 зачетные единицы 108 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			КСР			
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КПП/КР				
1	Введение. Общий обзор проблемы. Содержание курса. Объекты и цели исследований.	1	1	1		2		2	7		
2	Классификация экспериментальных методов механических испытаний материалов и конструкций.	1	2-3	2		2		2	7		
3	Методы и средства проведения эксперимента и измерения экспериментальных данных. Натурная тензометрия.	1	4-5	2		2		2	6		
4	Датчики. Виды, характеристики. Специальные виды испытаний.	1	6-7	1		2		2	7	Коллоквиум №1	
5	Основы	1	8	2		2		2	6		

	поляризационно-оптического метода									
6	Математические методы первичной обработки и расширенной интерпретации экспериментальных данных.	1	9-10	2		2		2	7	
7	Прогнозирование изнашивания с учетом механических, физико-химических и геометрических факторов	1	11-12	2		1		4	7	Коллоквиум №2
8	Усталостные свойства материалов. Основные понятия и экспериментальное оборудование.	1	13-14	2		1		2	7	
	<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>18</b>	<b>62</b>	<b>Зачет с оценкой</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	Введение. Общий обзор проблемы. Содержание курса. Объекты и цели исследований.	Методы измерения характеристик напряженно-деформированного состояния тел. Рентгенографический метод. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке; соотношение Вульфа-Брэгга. Анализ напряжений; формула Глокера-Хесса-Шаабера. Процедура определения (остаточных) напряжений в поликристаллическом материале рентгеновским методом.	1
2	Классификация экспериментальных методов механических испытаний материалов и конструкций.	Методы для определения механических характеристик. Примеры решения задач: определение остаточных напряжений по анализу деформационного отклика вблизи отверстия-индикатора;	2
3	Методы и средства проведения эксперимента и	Поляризационно-оптические методы. Явление двойного лучепреломления и поляризационно-оптический эффект: количественное описание.	2

	измерения экспериментальных данных. Натурная тензометрия.	Плоский полярископ. Закон Вертгейма. Изоклины, полосы, изохромы. Круговой полярископ. Раздельное определение компонент напряжений. Объемная фотоупругость. Метод «замораживания». Метод оптически-чувствительных покрытий. Методы голографической интерферометрии. Введение в оптическую голографию.	
4	Датчики. Виды, характеристики. Специальные виды испытаний.	Изучение основных методов измерений напряжений. Методы реперных точек и регулярных сеток. Применение для микромеханических испытаний. Метод муаровых полос. Измерение тангенциальных перемещений (деформаций): интерпретация картин полос в случаях одноосного и двухосного деформированного состояния.	1
5	Основы поляризационно-оптического метода	Методы спекл-интерферометрии. Спекл-эффект. Условия образования и размеры спеклов в плоскости изображений линзовой системы (в субъективной спекл-структуре). Метод спекл-фотографии. Вариант метода для измерения наклонов при изгибе пластин. Принцип корреляционной спекл-интерферометрии. Реализация метода при фотографической записи изображений. Регистрация полей перемещений методом электронной цифровой спекл-интерферометрии. Оптические схемы для измерения отдельных компонент вектора перемещений.	2
6	Математические методы первичной обработки и расширенной интерпретации экспериментальных данных.	Методы математической статистики в экспериментальных исследованиях. Оценка погрешностей и характеристик распределения случайных величин. Методы интерполяции дискретных экспериментальных данных. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов. Дисперсионный анализ.	2
7	Прогнозирование изнашивания с учетом механических, физико-химических и геометрических факторов	Лекция содержит основные понятия о трибологии (науке о трении). В представленной части предполагается изучить подход профессора Ю.Н. Дроздова к прогнозированию изнашивания, основанный на применении безразмерных инвариантов. Планируется изучение инвариантов, характеризующих: толщину эластогидродинамического смазочного слоя, механических и геометрических факторов изнашивания, физико-химические факторы, теплофизические факторы.	2
8	Усталостные свойства материалов. Основные понятия и экспериментальное оборудование.	В лекции планируется дать основные понятия по причинам и условиям возникновения усталостного разрушения узлов и деталей машин. Проанализирована схема усталостного излома с ее основными зонами: фокус излома и	2

		очаг разрушения; вторичные ступеньки и рубцы; усталостные линии; зоны ускоренного развития излома; зона долома. Даны основные схемы построения кривых усталости по результатам испытаний, классифицированы схемы изменения напряжений во времени.	
--	--	---	--

### 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	Введение. Общий обзор проблемы. Содержание курса. Объекты и цели исследований.	Изучение основной методики подхода к постановке эксперимента.	2
2	Классификация экспериментальных методов механических испытаний материалов и конструкций.	Изучение расчетных зависимостей для расчета тензометрических мостов.	2
3	Методы и средства проведения эксперимента и измерения экспериментальных данных. Натурная тензометрия.	Расчет параметров необходимых датчиков для проведения эксперимента	2
4	Датчики. Виды, характеристики. Специальные виды испытаний.	Изучение основных зависимостей для определения напряжений в материале	2
5	Основы поляризационно-оптического метода	Оптические схемы для измерения отдельных компонент вектора перемещений	2
6	Математические методы первичной обработки и расширенной интерпретации экспериментальных данных.	Изучение основных зависимостей для планирования эксперимента и обработки первичных данных	2
7	Прогнозирование изнашивания с учетом механических, физико-химических и геометрических	Знакомство с основными видами инвариантов для определения интенсивности изнашивания.	1

	факторов		
8	Усталостные свойства материалов. Основные понятия и экспериментальное оборудование.	Изучение основных расчетных зависимостей для определения параметров усталостной долговечности.	1

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

Учебным планом курсовые работы и курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Введение. Общий обзор проблемы. Содержание курса. Объекты и цели исследований.	Современные рентгеновские дифрактометры. Особенности метода нейтронографии. Основные понятия метода акустической эмиссии.	7
2	Классификация экспериментальных методов механических испытаний материалов и конструкций.	Определение деформационных свойств композиционных материалов; определение параметров напряженного состояния в конструкции с трещиной.	7
3	Методы и средства проведения эксперимента и измерения экспериментальных данных. Натурная тензометрия.	Изучение основных видов датчиков. Оптические схемы регистрации голограмм (Габора, Лейта-Упатниекса, Денисюка). Голографическая интерферометрия. Методы реального времени и двух экспозиций. Основное уравнение для расшифровки интерферограмм в терминах компонент перемещений.	6
4	Датчики. Виды, характеристики. Специальные виды испытаний.	Методы теневого и проекционного муара для измерения приобретаемой кривизны при изгибе пластин. Способы реализации эксперимента (изготовление образцовых растров). Высокотемпературные испытания. Метод теневых картин (каустик).	7
5	Основы поляризационно-оптического метода	Метод фазовых шагов: 3-х и 4-х -шаговые варианты. Восстановление непрерывного поля приращенной фазы предметной световой волны. Восстановление поля перемещений точек на поверхности.	6
6	Математические методы первичной обработки и расширенной интерпретации экспериментальных данных.	Численное дифференцирование. Вычисление деформаций по измеренным значениям перемещений. Численное интегрирование. Основы математической теории планирования эксперимента. Многофакторный эксперимент.	7



7	Прогнозирование изнашивания с учетом механических, физико-химических и геометрических факторов	Обзор существующих подходов для прогнозирования параметров изнашивания для различных видов изнашивания (абразивный, коррозионно-эрозионный, адгезионный и т.д.)	7
8	Усталостные свойства материалов. Основные понятия и экспериментальное оборудование.	Поиск узлов и элементов конструкций, работающих в условиях циклических нагрузок. Анализ их долговечности, расчет ресурса.	7

## **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 «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела» 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.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен владеть основными методами исследования и решения задач сопротивления материалов и строительной механики с позиций вариационного исчисления. Необходима выработка первичных навыков перевода реальной задачи на язык вариационного исчисления, построение соответствующей математической модели, выбор нужного метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата.

При подготовке к сдаче экзамена рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

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	8
ПК-2		+	+					
ПК-3			+	+	+			
ПК-5				+	+	+		
ПК-18		+			+	+	+	
ПК-26	+						+	+

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	
		Коллоквиум №1	Коллоквиум №2		
1	2	3	5	6	7
ПК-2	Н1	+		+	+
ПК-3	32		+	+	+
	У2	+		+	+
ПК-5	33		+	+	+
	У3	+		+	+
ПК-18	У4			+	+
ПК-26	35	+	+	+	+
	У5			+	+
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)

Н1	Обучающийся с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы.	Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.	Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Обучающийся свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал из литературы, правильно обосновывает принятое решение.
32	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера. Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала	Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы.	Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; использует в ответе дополнительный материал.
У2	Обучающийся неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос.	Обучающийся твердо знает материал. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятое решение
33	Обучающийся не	Теоретическое	Теоретическое	Теоретическое

	знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой	содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера. Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала	содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы.	содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал.
У3	Обучающийся неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос.	Обучающийся твердо знает материал. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятое решение
У4	Обучающийся неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос.	Обучающийся твердо знает материал. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятое решение

	не выполнено.			
35	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера. Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала	Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы.	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал.
У5	Обучающийся неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.	Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос.	Обучающийся твердо знает материал. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятое решение

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

Учебным планом курсовые работы и курсовые проекты не предусмотрены.

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

Учебным планом проведение промежуточной аттестации в форме Зачета не предусмотрено.

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.

Примерные вопросы для коллоквиумов:

1. Анализ напряжений; формула Глокера-Хесса-Шаабера.
2. Процедура определения (остаточных) напряжений в поликристаллическом материале рентгеновским методом. Плоский полярископ. Закон Вертгейма. Изоклины, полосы, изохромы. Круговой полярископ.
3. Раздельное определение компонент напряжений. Метод разности касательных напряжений.
4. Объемная фотоупругость. Метод «замораживания».
5. Метод оптически-чувствительных покрытий.
6. Методы голографической интерферометрии.
7. Введение в оптическую голографию.
8. Оптические схемы регистрации голограмм (Габора, Лейта-Упатниекса, Денисюка).
9. Голографическая интерферометрия. Методы реального времени и двух экспозиций.
10. Основное уравнение для расшифровки интерферограмм в терминах компонент перемещений. Методы реперных точек и регулярных сеток.

7.3.2. *Промежуточная аттестация*

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

Промежуточная аттестация осуществляется в конце первого семестра в виде зачета с оценкой и завершает изучение данной дисциплины.

*Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:*

*Вопросы к зачету с оценкой:*

1. Напряжения, деформации, перемещения.
2. Тензометры, виды, характеристики.
3. Напряженное состояние. Виды.
4. Прочность. Упругость.
5. Методы определения НДС.
6. Машины для механических экспериментов.
7. Погрешность эксперимента.
8. Применение для микромеханических испытаний.
9. Метод муаровых полос.
10. Измерение тангенциальных перемещений (деформаций): интерпретация картин полос в случаях одноосного и двухосного деформированного состояния.
11. Анализ напряжений; формула Глокера-Хесса-Шаабера.
12. Процедура определения (остаточных) напряжений в поликристаллическом материале рентгеновским методом. Плоский полярископ. Закон Вертгейма. Изоклины, полосы, изохромы. Круговой полярископ.
13. Раздельное определение компонент напряжений. Метод разности касательных напряжений.
14. Объемная фотоупругость. Метод «замораживания».
15. Метод оптически-чувствительных покрытий.
16. Методы голографической интерферометрии.

17. Введение в оптическую голографию.
18. Оптические схемы регистрации голограмм (Габо́ра, Лейта-Упатниекса, Денисюка).
19. Голографическая интерферометрия. Методы реального времени и двух экспозиций.
20. Основное уравнение для расшифровки интерферограмм в терминах компонент перемещений. Методы реперных точек и регулярных сеток.
21. Вычисление деформаций по измеренным значениям перемещений. Численное интегрирование. Многоканальные испытательные установки и стенды для испытаний лабораторных образцов и натуральных конструкций.

*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 экзаменатору.

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.

## **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	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела	Кириленко, А. М. Диагностика железобетонных конструкций и сооружений [Текст] : научное издание / А. М. Кириленко ; [рец.: Ю. С. Кунин, В. И. Шейнин] ; ЗАО "Триада-Холдинг". - Москва : Архитектура-С, 2013. - 367 с	30	15
2	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела	Партон, В. З. Механика разрушения. От теории к практике [Текст] / В. З. Партон ; [рец. Л. И. Слепян]. - Изд. 3-е. - Москва : ЛКИ, 2010. - 239 с	30	15
3	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела	Шишмарев, В. Ю. Технические измерения и приборы [Текст] : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2012. - 384 с.	20	15
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела	Абиев, Р. Ш. Надежность механического оборудования и комплексов [Текст] : учебник для студентов ВПО, обучающихся по направлению 270100 - "Строительство" (специальность 270101 "Механическое оборудование и технологические комплексы предприятий строительных материалов, изделий и конструкций") / Р. Ш. Абиев, В. Г. Струков. – С.-Пб. : Проспект Науки, 2012. - 222 с.	6	15
2	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела	Малкин, В. С. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] : учебное пособие для вузов / В. С. Малкин. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. - 433 с.	10	15
3	Экспериментальная механика деформируемого твердого тела	Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций [Текст] : монография / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. - М. : Изд-во АСВ, 2009. - 357 с.	25	15

**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 России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
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	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/St">http://www.mgsu.ru/universityabout/St</a>



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

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.

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

<b>Организация деятельности обучающегося</b>
--

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</li> <li>2. Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</li> <li>3. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</li> <li>4. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.</li> <li>5. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</li> <li>6. Просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.)</li> </ol> |
|--|

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.</li> <li>2. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.</li> <li>3. Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу, изложение основных аспектов проблемы.</li> <li>4. Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала для написания курсовой работы/курсового проекта; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Конкретные требования по выполнению и оформлению курсовой работы/курсового проекта находятся в методических материалах по дисциплине.</li> </ol> |
|--|

**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

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

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 «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела» 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	стационарные (переносные) демонстрационного оборудования / мобильные наборы	аудитории /аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практическое занятие	мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	аудитории /аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению 15.04.03 «Прикладная механика».