

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.В.ДВ.7.2	Основы механики композитов

Код направления подготовки	15.03.03
Направление подготовки	Прикладная механика
Наименование ОПОП	Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов (академический бакалавриат)
Год начала подготовки	2012
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения*	очная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
профессор	доктор физико-матем. наук, профессор		Турусов Р. А.
доцент	кандидат, техн. наук, доцент		Астахова А. Я.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (структурного подразделения):

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой сопротивления материалов			Д.т.н., профессор Андреев В. И.	
год обновления	2015	2016	2017	
Номер протокола	№1			
Дата заседания кафедры (структурного подразделения)	31.08.15			

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 «Основы механики композитов» является: ознакомление будущего инженера с принципами, основами и технологиями создания композиционных материалов; ознакомление с физико-механическими свойствами компонент и их реализацией в композите; подготовка к проведению самостоятельных исследований, расчетов основных элементов конструкций и применений композитов.

Задачи дисциплины дать студенту представление

- об особенностях механического поведения композиционных материалов, в том числе анизотропных, когда материал неотделим от конструкции;
- о технологической механике, о микро- и макро - масштабах рассмотрения композита,
- об адгезионной механике, о прочности и усталости.
- о материалах, технологиях, механических системах и процессах, необходимые для изучения специальных дисциплин на кафедрах материаловедения, металлических, неметаллических и клееных конструкций.

Приобретенные знания способствуют формированию физического воображения и инженерного мышления.

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 выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	ПК-1	Знает виды принципы, цели создания композиционных материалов, имеет представление об адгезии, распознает матрицу и наполнитель; имеет представление о прочности адгезионной связи и владеет методами ее оценки, о двух уровнях исследования и математического описания физико-механического поведения композитов – на микроуровне (дискретные модели) и на уровне сплошной анизотропной среды.	31
		Умеет применять основные уравнения теории упругости изотропных сплошных сред, определять условия на границе двух различных сред.	У1
-готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и	ПК-8	Знает методы определения внутренних усилий, напряжений, деформаций, перемещений, в простейших одномерных моделях композитов. Имеет представление о температурных напряжениях и неупругих (релаксационных) деформациях полимеров и композитов.	32

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
научекомких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня		Умеет применить свои знания для расчета основных физико-механических параметров композита (модулей Юнга, коэффициентов Пуассона, коэффициентов линейного температурного расширения) для анизотропных и изотропных моделей армированных и дисперснонаполненных полимеров с использованием соответствующего математического аппарата, современных интернет технологий и современных вычислительных комплексов (Microsoft Excel, Mathcad, Matlab, Abacus или Ansys).	У2
		Имеет навыки в привлечении полученных знаний, на основе выбранного математического аппарата, для решения задач о совместной работе и напряженно-деформированном состоянии составных элементов конструкций с применением анизотропных композитов.	Н2
-способностью составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	ПК-10	Имеет навыки выступления с докладами, способами подготовки презентаций и изложения результатов исследований в форме докладов и статей.	Н3

Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы механики композитов» относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы «Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов», является дисциплиной по выбору студентов.

Курс «Основы механики композитов» базируется на фундаментальных дисциплинах: «Физика», «Высшая математика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Теория упругости».

Требования к входным знаниям, умениям студентов.

Для освоения дисциплины "Основы механики композитов" студент должен:

Знать: фундаментальные основы высшей математики, включая курс дифференциальных уравнений; современные средства вычислительной техники и моделирования процессов; методы решения простейших задач теории упругости; основные теории прочности и их физические предпосылки; иметь понятие об адгезионной связи.

Уметь: самостоятельно использовать математический аппарат, имеющийся в литературе по механике материалов и строительным наукам; применять полученные знания по физике, теоретической механике и теории упругости при изучении курса «Основы механики композитов».

Владеть: первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров и расчетных программ и комплексов для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчетов; поисками современной научной литературы по специальности; навыками ведения физического эксперимента.

Освоение данной дисциплины необходимо для грамотного применения и расчетов конструкций из композиционных материалов.

Дисциплины, для которых дисциплина «Основы механики композитов», является предшествующей:

«Вычислительная механика»,

«Методы вычислительной механики»,

«Основы теории термоупругости».

3. 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)
				Лекции	Практико-ориентированные занятия			КСР		
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР			
1	Виды, принципы и способы создания композиционных материалов и конструкций. Упруго-прочностные свойства композитов.	6	1	2				2	4	
2	Композиционные материалы на основе поли мерных матриц и ориентированных	6	2-3	4				2	6	

	армирующих волокон.									
3	Способы и режимы испытаний полимерных образцов. Основные уравнения механики изотропной полимерной среды	6	1,4-5	4		2		2	4	Устный опрос
4	Задачи технологической механики жестких полимеров. Усадка и неоднородное твердение. Температурные напряжения в полимерах	6	2,6-7	3		2		2	6	
5	Плоское напряженное состояние и изгиб жестких полимеров, применяемых в качестве матриц в композитах.	6	5,7-8	3		2		2	4	
6	Взаимодействие полимерной матрицы с армирующими волокнами. Смачивание и адгезия. Дискретные модели композитов.	6	7, 9-12	8		6		2	6	Коллоквиум
7	Условия монолитности армированных пластиков.	6	13	2				2	4	
8	Уравнения связи и система уравнений механики при плоском напряженном состоянии монолитных армированных пластиков.	6	13-15	4		2		2	4	
9	Постоянные упругой деформаций монолитных армированных пластиков. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Квазистатическое растяжение.	6	15-16	2		2		2	4	
	Итого:	6	16	32		16		18	42	Зачет

4. 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	Виды, принципы и способы создания композиционных материалов и конструкций. Упруго-прочностные свойства композитов.	Основной принцип создания композита – получение новых свойств. Основные виды композитов и способы их подразделения и получения. Неотделимость материала и конструкции оптимизация конструкций из композитов. Упруго – прочностные свойства композитов.	2
2	Композиционные материалы на основе поли мерных матриц и ориентированных армирующих волокон.	Достоинства и недостатки композитов с полимерной матрицей. Армированные полимеры. Свойства армирующих волокон. Напряжения и деформации. Полимерные матрицы, строение. Физические компоненты деформации полимерной среды.	4
3	Способы и режимы испытаний полимерных образцов. Основные уравнения механики изотропной полимерной среды.	Основные методы и режимы испытаний жестких полимеров. Растяжение с постоянной скоростью деформации. Ползучесть. Релаксация напряжений. Связь между напряженным и деформированным состоянием полимерной среды. Упругие, остаточные и высокоэластические деформации.	4
4	Задачи технологической механики жестких полимеров. Усадка и неоднородное твердение. Температурные напряжения в полимерах.	Напряжения в процессе твердения. Механические явления при фронтальном твердении. Температурные напряжения и релаксационные явления в полимерах. Эксперимент и теория.	3
5	Плоское напряженное состояние и изгиб жестких полимеров, применяемых в качестве матриц в композитах.	Основные уравнения механики гомогенной изотропной полимерной среды. Линеаризованные уравнения связи (конституционные соотношения). Плоское напряженное состояние. Декартовы и полярные координаты. Растяжение и ползучесть полимерной трубы. Чистый изгиб стержня прямоугольного сечения.	3
6	Взаимодействие полимерной матрицы с армирующими волокнами. Смачивание и адгезия. Дискретные модели композитов.	Дискретные модели композитов. Критерии прочности. Концентрация напряжений. Метод контактного слоя для расчета неоднородного распределения напряжений на границе раздела матрица – наполнитель. Прочность адгезионной связи. Связь прочности армированных пластиков с прочностью границы раздела (адгезионной прочностью).	8

7	Условия монолитности армированных пластиков.	О совместности работы волокна и полимерной матрицы в композите. Анализ краевого эффекта. Упругие деформации многослойного стержня при растяжении. Устойчивость трехслойной системы при сжатии. Об оптимальном содержании связующего. О приближенных выражениях условий монолитности.	2
8	Уравнения связи и система уравнений механики при плоском напряженном состоянии монолитных армированных пластиков.	Элементарный анизотропный слой параллельной структуры. Слой однонаправленной структуры. Общая форма уравнений связи ортотропного пластика. Пластик из двух групп слоев. Средние напряжения и деформации. Основные уравнения при плоском напряженном состоянии анизотропного пластика.	4
9	Постоянные упругой деформаций монолитных армированных пластиков. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Квазистатическое растяжение.	Общие соотношения для констант упругой деформации ортотропного пластика. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Квазистатическое растяжение монолитных пластиков однонаправленной и параллельных структур. Одноосное растяжение и сжатие анизотропных пластиков в произвольном направлении. Неупругое поведение армированных полимеров. Ползучесть, растяжение с постоянной скоростью деформации.	2
	Итого		32

5.2. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Виды, принципы и способы создания композиционных материалов и конструкций. Упруго-прочностные свойства композитов.		
2	Композиционные материалы на основе полимерных матриц и		

	ориентированных армирующих волокон.		
3	Способы и режимы испытаний полимерных образцов. Основные уравнения механики изотропной полимерной среды.		
4	Способы и режимы испытаний полимерных образцов. Основные уравнения механики изотропной полимерной среды	Расчет неоднородного напряженного состояния (краевого эффекта) и прочности дискретной модели композита при сдвиге с учетом остаточных напряжений.	2
5	Задачи технологической механики жестких полимеров. Усадка и неоднородное твердение. Температурные напряжения в полимерах	Расчет прочности адгезионной связи волокна с полимерной матрицей с учетом краевого эффекта и остаточных напряжений.	2
6	Плоское напряженное состояние и изгиб жестких полимеров, применяемых в качестве матриц в композитах.	Расчет неоднородного напряженного состояния (краевого эффекта) и трансверсальной прочности дискретной модели композита с учетом остаточных напряжений.	2
7	Взаимодействие полимерной матрицы с армирующими волокнами. Смачивание и адгезия. Дискретные модели композитов.	Расчет существенно неоднородного напряженно-деформированного состояния тонких прослоек полимерного адгезива и определения модуля Юнга тонкой прослойки. Расчет модуля Юнга слоистого композита (стержня), анализ и сопоставление с экспериментом. Расчет модуля Юнга регулярного композита	6
8	Уравнения связи и система уравнений механики при плоском напряженном состоянии монолитных армированных пластиков.	Анализ влияния различных физико-механических параметров компонент и размера дисперсных частиц наполнителя на модуль Юнга регулярного композита.	2
9	Постоянные упругой деформаций монолитных армированных пластиков. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Квазистатическое растяжение.	Расчет усадочных и температурных напряжений в процессе отверждения и охлаждения ортотропной многослойной и толстостенной оболочке на металлическом упругом лейнере.	2
	Итого		16

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

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во
-------	--	-------------------	--------

			акад. часов
1	Виды, принципы и способы создания композиционных материалов и конструкций. Упруго-прочностные свойства композитов.	Композиты, наполнители и матрицы. Дисперсные и волокнистые наполнители. Технологии создания композиционных материалов. Свойства компонент, их реализация в композите и получение новых свойств.	4
2	Композиционные материалы на основе поли мерных матриц и ориентированных армирующих волокон.	Свойства различных волокон и полимерных матриц (адгезивов или связующих). Пучки волокон и микропластик. Упругие и прочностные свойства. Анизотропия свойств армированных полимеров. Методы расчета упругих характеристик. Формулы смеси.	6
3	Способы и режимы испытаний полимерных образцов. Основные уравнения механики изотропной полимерной среды.	Особенности механического поведения жестких полимеров, применяемых в качестве матриц (связующих) в конструкционных композиционных материалах. Растяжение с постоянной скоростью деформации, Ползучесть. Релаксация напряжений. Связь между напряженным, деформированным состоянием полимерной среды и временем. Упругие, остаточные и высокоэластические деформации.	4
4	Задачи технологической механики жестких полимеров. Усадка и неоднородное твердение. Температурные напряжения в полимерах.	Напряжения в растущем твердом теле (подвижная граница фазового превращения). Механические явления при фронтальном твердении – особенности задания граничных условий. Температурные напряжения и релаксационные явления в полимерах. Эксперимент и теория.	6
5	Плоское напряженное состояние и изгиб жестких полимеров, применяемых в качестве матриц в композитах.	Полная система уравнений механики гомогенной изотропной полимерной среды. Нелинейные и линеаризованные уравнения связи (конституционные соотношения) жестких полимеров. Плоское напряженное состояние. Декартовы и полярные координаты. Растяжение и ползучесть полимерной трубы. Чистый изгиб стержня прямоугольного сечения.	4
6	Взаимодействие полимерной матрицы с армирующими волокнами. Смачивание и адгезия. Дискретные модели композитов.	Адгезионная механика и дискретные модели композитов. Критерии прочности. Концентрация напряжений. Метод контактного слоя для расчета неоднородного распределения напряжений на границе раздела матрица – наполнитель. Прочность адгезионной	6

		связи. Связь прочности армированных пластиков с прочностью границы раздела (адгезионной прочностью).	
7	Условия монолитности армированных пластиков.	Анализ краевого эффекта в месте разрушения волокна в композите. Устойчивость трехслойной системы при сжатии. Оптимальном содержании связующего. Приближенные выражения условий монолитности.	4
8	Уравнения связи и система уравнений механики при плоском напряженном состоянии монолитных армированных пластиков.	Модели слоистой структуры с учетом релаксационно-упругого поведения полимера-связующего. Общая форма уравнений связи ортотропного пластика. Основные уравнения при плоском напряженном состоянии анизотропного пластика.	4
9	Постоянные упругой деформации монолитных армированных пластиков. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Квазистатическое растяжение.	Технические постоянные упругой деформации ортотропного пластика. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Одноосное растяжение и сжатие анизотропных пластиков в произвольном направлении. Неупругое поведение армированных полимеров. Понятие о трещиностойкости.	4
	Итого		42

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

Самостоятельная работа

- формирует у обучающихся на каждом этапе их движения от незнания к знанию необходимые объем и уровень знаний, навыки и умения для решения познавательных задач;

- создает у студента психологическую установку на систематическое пополнение своих знаний и выработку умений ориентироваться в потоке научной информации;

- становится важнейшим условием самоорганизации обучающегося в овладении методами профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа охватывает как внеаудиторную, так и аудиторную деятельность; любой вид самостоятельной учебной или коммуникативной деятельности, выполненной в режиме взаимоконтроля, самоконтроля или отдаленного во времени контроля преподавателя.

К обязательной самостоятельной работе относятся все задания, выполняемые в соответствии с учебным планом: работа над лекциями с использованием в качестве источника знаний учебную, научную, справочную литературу; устному опросу, коллоквиуму и зачету.

Перечисленные классификации представляют внешнюю сторону самостоятельной работы. По внутреннему содержанию деятельности ее можно систематизировать по главным звеньям учебного процесса, дидактическим целям и выявить следующую классификацию:

- по приобретению новых знаний,
- по образованию умений и навыков деятельности,

- по применению знаний в профессиональной деятельности,
- на повторение и проверку знаний, умений и навыков.

Вопросы для самоконтроля при подготовке к устному опросу.

1. Основной принцип создания композита, наполнители и матрицы. Дисперсные и волокнистые наполнители.
2. Технологии создания композиционных материалов.
3. Свойства компонент, их реализация в композите и получение новых свойств.
4. Свойства различных волокон и полимерных матриц (адгезивов или связующих).
5. Пучки волокон и микропластик. Упруго – прочностные свойства композитов.
6. Анизотропия свойств армированных полимеров.
7. Достоинства и недостатки композитов с полимерной матрицей.
8. Полимерные матрицы, строение. Физические компоненты деформации полимерной среды.
9. Методы расчета упругих характеристик. Формулы смеси.
10. Основные методы и режимы испытаний жестких полимеров. Растяжение с постоянной скоростью деформации.
11. Ползучесть. Релаксация напряжений. Связь между напряженным, деформированным состоянием полимерной среды и временем.
12. Упругие, остаточные и высокоэластические деформации.

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	8	9
ПК-1	+	+	+	+					
ПК-8				+	+	+	+	+	+
ПК-10			+		+	+	+	+	+

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	
		Устный опрос	Коллоквиум	Зачет	
1	2	3	4	5	6
ПК-1	31	+		+	+
	У1	+		+	+
ПК-8	32		+	+	+
	У2		+	+	+
	Н2			+	+
ПК-10	Н3	+	+		+
ИТОГО		+	+	+	+

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

Дифференцированный зачет/Экзамен учебным планом не предусмотрен.

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

Курсовые работы/курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

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 32	Не знает значительной части программного материала: основных принципов, целей создания композиционных материалов; не имеет представление об адгезии, матрице и наполнителе; не имеет представление о прочности адгезионной связи и методов ее оценки, не знает способов и режимов испытания полимерных образцов, основных уравнений механики изотропной полимерной среды, задач технологической механики жестких полимеров.	Обучающийся твердо знает материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. Знает методы определения внутренних усилий, напряжений, деформаций, перемещений в простейших одномерных моделях композитов; имеет представление о температурных напряжениях и неупругих (релаксационных) деформациях полимеров и композитов.
У1 У2	Неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы по применению основных уравнений теории упругости изотропных сплошных сред, по определению условия на границе двух	Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, не допуская существенных неточностей, выполняет практические работы. Умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний по

	различных сред, затрудняется в применении методов оценки прочности адгезионной связи, для расчета основных физико-механических параметров композита.	расчету основных физико-механических параметров композита (модулей Юнга, коэффициентов Пуассона, коэффициентов линейного температурного расширения) для анизотропных и изотропных моделей армированных и дисперснонаполненных полимеров с использованием соответствующего математического аппарата, современных интернет технологий и современных вычислительных комплексов (Microsoft Excel, Mathcad, Matlab, Abacus или Ansys).
Н2 Н3	Не имеет навыков в освоении практических задач, особенностей расчета двух уровней исследования и математического описания физико-механического поведения композитов.	Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, с привлечением полученных знаний, на основе выбранного математического аппарата. Подготовлена презентация темы, выбранной студентом, которая демонстрирует умение грамотно излагать и анализировать результаты исследований.

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

Студенты готовятся к коллоквиуму по следующим темам, по одной из тем готовят презентацию с обстоятельным изложением темы, содержащую элементы научного исследования.

№№	Вопросы к коллоквиуму
1	Расчет упругих констант дисперсно наполненного и армированного полимера
2	Расчет релаксационных констант армированного полимера
3	Расчет температурных напряжений в полимере
4	Определение упругих констант тонкой полимерной прослойки.
5	Расчет температурных напряжений в дисперсно наполненном композите
6	Расчет упругих констант дисперсно наполненного полимера с учетом размера частиц

7	Расчет температурных напряжений в слоистом композите
8	Расчет упругих характеристик слоистой структуры
9	Расчет термоупругих констант однонаправлено армированного полимера модулей Юнга, коэффициентов Пуассона и коэффициентов линейного температурного расширения.
10	Расчет термоупругих констант дисперсно наполненного полимера на модели регулярного композита с кубическими частицами.
11	Расчет с привлечением метода контактного слоя упругих констант (модуля Юнга) дисперсно наполненного полимера на модели регулярного композита с кубическими частицами. Влияние размера частиц.
12	Расчет методом контактного слоя передачи усилий в однонаправлено армированной матрице от цельного волокна к разорванному.
13	Ремонт зданий с помощью композитов - армированных полимеров. Расчет неоднородного напряженного состояния системы балка – предварительно натянутый композит (одномерная задача). Идеи по ликвидации изгиба балки углепластиком.

7.3.2. Промежуточная аттестация

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

Курсовые работы/курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

Вопросы к зачету.

1. Основные виды композитов и способы их подразделения и получения.
2. Упруго – прочностные свойства композитов.
3. Армированные полимеры. Свойства армирующих волокон. Напряжения и деформации.
4. Армированные полимеры. Полимерные матрицы, строение. Физические компоненты деформации полимерной среды.
5. Основные методы и режимы испытаний жестких полимеров. Растяжение с постоянной скоростью деформации. Ползучесть. Релаксация напряжений.
6. Связь между напряженным и деформированным состоянием полимерной среды. Упругие, остаточные и высокоэластические деформации.
7. Температурные напряжения и релаксационные явления в полимерах. Эксперимент и теория.
8. Основные уравнения механики гомогенной изотропной полимерной среды. Линеаризованные уравнения связи (конституционные соотношения). Плоское напряженное состояние.
9. Дискретные модели композитов. Критерии прочности. Концентрация напряжений. Метод контактного слоя для расчета неоднородного распределения напряжений на границе раздела матрица – наполнитель.

10. Прочность адгезионной связи. Связь прочности армированных пластиков с прочностью волокон и границы раздела (адгезионной прочностью).
11. О совместности работы волокна и полимерной матрицы в композите. Анализ краевого эффекта. Об оптимальном содержании связующего. О приближенных выражениях условий монолитности.
12. Элементарный анизотропный слой параллельной структуры. Слой однонаправленной структуры. Общая форма уравнений связи ортотропного пластика. Основные уравнения при плоском напряженном состоянии анизотропного пластика.
13. Общие соотношения для констант упругой деформации ортотропного пластика. Одноосное растяжение и сжатие анизотропных пластиков в произвольном направлении.
14. Особенности термоупругого поведения слоистых структур. Физические причины и математическое описание.

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 ФГБОУ ВО 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.

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 МГСУ		
1	Основы механики композитов	Строительные материалы. Материало-ведение. Технология конструкционных материалов: учебник. – М.: Изд-АСВ, 2011.-519с /ред.В.Г.Микульского, Г.П.Сахарова/.	317	25
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ МГСУ		
2	Основы механики композитов	Худяков В. А. Современные композиционные строительные материалы [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Худяков, А. П. Прошин, С. Н. Кислицына ; М. : Изд-во АСВ, 2006. - 141 с. : ил. - Библиогр.: с. 139	35	25
3		Основы механики сплошной среды. Курс лекций [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. Е. Победря, Д. В. Георгиевский. - М. : Физматлит, 2006. - 272 с.	15	25
4		Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2013. -637 с.	205	25

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	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

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

Курс лекций по дисциплине «Основы механики композитов» 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.

При подготовке к устному опросу, коллоквиуму, зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и источники интернет, <http://e.lanbook.com/>. ЭБС, издательство «Лань» - электронно-библиотечная система, включающая в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.

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

- 1) Освоить новые понятия и термины.
- 2) Уяснить и записать вопрос.
- 3) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы.
- 4) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки.
- 5) 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.

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	Виды, принципы и способы создания композиционных материалов и конструкций. Упруго-прочностные свойства композитов.	Лекции и практические занятия (методические материалы).	Сайт кафедры: http://www.mgsu.ru/university/about/Struktura/Kafedri/	100%
2	Композиционные материалы на основе поли мерных матриц и ориентированных армирующих волокон.			
3	Способы и режимы испытаний полимерных образцов. Основные уравнения механики изотропной полимерной среды.			
4	Задачи технологической механики жестких полимеров. Усадка и неоднородное твердение. Температурные напряжения в полимерах.			
5	Плоское напряженное состояние и изгиб жестких полимеров, применяемых в качестве матриц в композитах.			
6	Взаимодействие полимерной матрицы с армирующими волокнами. Смачивание и адгезия. Дискретные модели композитов.			
7	Условия монолитности армированных пластиков.			
8	Уравнения связи и система уравнений механики при плоском напряженном состоянии монолитных армированных пластиков.			
9	Постоянные упругой деформаций монолитных армированных пластиков. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Квазистатическое растяжение.			

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Виды, принципы и способы создания композиционных материалов и конструкций. Упруго-прочностные свойства композитов.	Лекции и практические занятия.	Microsoft Windows	DreamSpark subscription
2	Композиционные материалы на основе поли мерных матриц и ориентированных армирующих волокон.		Microsoft Office	Open License
3	Способы и режимы испытаний полимерных образцов. Основные уравнения механики изотропной полимерной среды.			
4	Задачи технологической механики жестких полимеров. Усадка и неоднородное твердение. Температурные напряжения в			

	полимерах.			
5	Плоское напряженное состояние и изгиб жестких полимеров, применяемых в качестве матриц в композитах.			
6	Взаимодействие полимерной матрицы с армирующими волокнами. Смачивание и адгезия. Дискретные модели композитов.			
7	Условия монолитности армированных пластиков.			
8	Уравнения связи и система уравнений механики при плоском напряженном состоянии монолитных армированных пластиков.			
9	Постоянные упругой деформаций монолитных армированных пластиков. Сравнение вычисленных и экспериментальных значений констант. Квазистатическое растяжение.			

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

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

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

Учебные занятия по дисциплине «Основы механики композитов» 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	Лекции	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

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