

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

УТВЕРЖДАЮ

Председатель МК
_____ А.Н. Леонтьев

« __ » _____ 2015г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Основы механики композиционных материалов»

Уровень образования

магистратура

Направление подготовки/специальность

15.04.03 «Прикладная механика»

Направленность (профиль)
программы

Механика деформируемого твердого тела

г. Москва
2015 г.

1. Фонд оценочных средств – неотъемлемая часть нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения студентами основной профессиональной образовательной программы высшего образования.

2. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Основы механики композиционных материалов» утвержден на заседании кафедры Сопротивления материалов.

Протокол №1 от « 31 » августа 2015г.

3. Срок действия ФОС: 2015/2016 учебный год.

(2015г.)

1. Структура дисциплины (модуля)

Разделы теоретического обучения

№	Наименование раздела теоретического обучения
1	Контактные задачи в механике композитов и адгезионных (клеевых) соединений. Метод контактного слоя в механике композитов
2	Микро и макромодели композиционных материалов и адгезионных соединений. Критерии разрушения.
3	Синергизм упругих и температурных характеристик адгезива в состоянии тонких прослоек между жесткими пластинами субстрата.
4	Композит на основе полимерной матрицы и дисперсных частиц. Регулярный композит.
5	Релаксационное поведение тонких прослоек полимерного адгезива и слоистого композита.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы – освоение компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) – получение знаний, умений, навыков.

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
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	Знает методы исследования упругих и температурных характеристик, концентрации напряжений и результаты их применения, особенности применения критериев разрушения в механике моделей композитов и адгезионной механике.	З1
		Умеет применять метод контактного слоя к расчету существенно неоднородного распределения напряжений на границе контакта адгезив – субстрат для различных моделей композитов, представление и реализацию математической модели современными интернет технологиями и современными вычислительными	У1

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		комплексами (Лира, Mathcad, Matlab, Abacus или Ansys).	
способностью разрабатывать и реализовывать проекты по интеграции фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в соответствующих отраслях науки с целью коммерциализации и внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро	ПК-23	Умеет применить приобретенные знания и соответствующий математический аппарат для решения задач о совместной работе и напряженно-деформированном состоянии составных элементов конструкций с применением анизотропных композитов.	У2
		Имеет навыки в определении истинной прочности адгезионной связи адгезив - субстрат (полимер – наполнитель) и параметров контактного слоя, в исследовании длительной трансверсальной прочности композита и адгезионного соединения с учетом линейного и нелинейного характера деформирования полимерной прослойки адгезива	Н2
способностью консультировать инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, по вопросам внедрения наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем)	ПК-25	Знает методы исследования, анализа свойств и расчета композитов на основе полимерной матрицы, позволяющие объяснить различные аспекты поведения композита, для обеспечения их работоспособности, способствующих созданию эффективных разновидностей композиционных материалов.	33
способностью проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях	ПК-26	Умеет применить системный подход к решению теоретических и прикладных вопросов, связанных с технологией создания исследуемых композитов, с оценкой их способности оказывать сопротивление механическим воздействиям.	У4

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

3.1. 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
ПК-3	+	+	+	+	+
ПК-23			+	+	+
ПК-25	+	+	+	+	+
ПК-26			+	+	+

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

3.2.1. 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	Экзамен	
1	2	3	4	5	6
ПК-3	З1	+	+	+	+
	У1	+		+	+
ПК-23	У2		+	+	+
	Н2		+	+	+
ПК-25	З3		+	+	+
ПК-26	У4		+		+
ИТОГО		+	+	+	+

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

Критерии оценивания:

- полнота усвоения материала,
- качество изложения материала,
- применение теории на практике,
- правильность выполнения заданий,
- выполнение заданий с нетиповыми условиями,
- аргументированность решений.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Обучающийся не	Обучающийся имеет	Обучающийся твердо	Теоретическое

33	знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не знает основных видов и способов подразделения и получения армированных материалов, методов и режимов испытаний композитов.	знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	знает материал, грамотно и по существу излагает связь между напряженным и деформированным состоянием полимерной среды, знает дискретные модели композитов, критерии прочности, метод расчета концентрации напряжений, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.	содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал о совместности работы волокна и полимерной матрицы в композите, дает анализ состояния краевого эффекта, оптимального содержания связующего, о приближенных выражениях условий монолитности.
У1 У2	Необходимые практические компетенции не сформированы. Не ориентируется в вопросах адгезии и адгезионной механики и их роли и влиянии на механические свойства композитов. Не знает основных режимов механических испытаний полимеров-связующих композите. Не умеет оценивать механические свойства композитов исходя из знания термоупругих параметров компонент, составляющих композит.	Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Слабо владеет материалом, связанным с механикой композиционных материалов. Не может сформулировать чётко основные проблемы композитов. Не имеет понятия о микромеханике композитов.	Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Грамотно и по существу излагает суть проблем и применённого им подхода к решению поставленной перед ним задачи технологической механики намоточного композита. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос о роли адгезионного взаимодействия в микро и макро механике композита.	Обучающийся свободно справляется с задачами и вопросами, относящимися к компетенции микро и макро механики композиционных материалов; использует в ответе дополнительный материал из физики и механики композитов и составляющих их компонент; предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; грамотно анализирует полученные результаты.
Н2	Обучающийся допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями	Обучающийся допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала,	Правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач,	Обучающийся не только свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает

	выполняет практические работы не может увязывать теорию с практикой. Не имеет представлений о проблеме реализации высоких физико-механических свойств волокон в в волокнистом композите. Не имеет навыков в оценке механических свойств композитов по формулам смеси.	испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике. Слабо владеет экспериментальными и теоретическими методами оценки физико-механических свойств полимеров и композитов	владеет необходимыми навыками оценки термоупругих свойств композитов, исходя из свойств компонент. Владеет приемами определения и решения задач концентрации напряжений в моделях армированных композитов.	и анализирует принятое решение, в ответах проявляется научный подход к рассматриваемой проблеме механики композитов . Разбирается в методе контактного слоя и его применении к механике адгезионных соединений и дискретных моделей армированных композитов. Имеет навыки по теоретической оценке механических свойств армированных и дисперсно наполненных полимеров.
--	---	---	--	--

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

Аттестация обучающихся в форме курсовой работы/проекта учебным планом не предусмотрена.

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

Аттестация обучающихся в форме Зачета учебным планом не предусмотрена.

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

3.3.1. *Текущий контроль*

Примерные темы для коллоквиума 1

№№	Вопросы к коллоквиуму
1	Расчет неоднородного напряженного состояния (краевого эффекта) и прочности дискретной модели композита при сдвиге с учетом остаточных напряжений.
2	Исследование влияния различных параметров модели на измеряемую в опытах среднюю адгезионную прочность модели в испытаниях на сдвиг.
3	Расчет прочности адгезионной связи волокна с полимерной матрицей с учетом краевого эффекта и остаточных напряжений.

4	Исследование влияния различных параметров модели на измеряемую в опыте среднюю прочность адгезионной связи волокно – полимер.
5	Метод контактного слоя и его эффективность.
6	Сравнение теории с экспериментом для различных моделей, применяемых в испытаниях: Армирующее волокно (стержень) в полимерной матрице.
7	Сравнение теории с экспериментом для различных моделей, применяемых в испытаниях: Соединение типа «нахлестка» в испытаниях на сдвиг
8	Сравнение теории с экспериментом для различных моделей, применяемых в испытаниях: Нормальный отрыв цилиндрических соединений.
9	Синергизм упругих и температурных характеристик сравнительно мягкого адгезива в состоянии тонких прослоек между жесткими пластинами субстрата

Коллоквиум 2 проводится в форме презентаций. В докладе быть изложены цель и постановка задачи, исходные параметры моделей, диапазон их изменения с целью последующего анализа влияния их на конечный результат. В пояснительной записке обучающийся достаточно подробно освещает теорию, метод расчета и расчет в системе MATCAD. Графики, отражающие влияние заданных параметров на конечный результат. Анализ результатов. Выводы. Защита проходит в виде выступления на занятии.

1. Расчет упругих констант дисперсно – наполненного (на примере модели регулярного композита) и армированного полимера.
2. Расчет релаксационных констант армированного полимера.
3. Расчет температурных напряжений в жестком полимере при различных режимах изменения температуры (охлаждение, нагревание, скорость, циклы) с учетом релаксационного поведения.
4. Определение упругих констант тонкой полимерной прослойки и слоистого композита.
5. Расчет температурных напряжений в дисперсно - наполненном композите. Модель регулярного композита при учёте контактного слоя.
6. Модель передачи усилия от цельного волокна к разорванному в армированном материале. Влияние адгезионного взаимодействия и жёсткости матрицы на длину и величину краевого эффекта.
7. Расчет температурных напряжений в слоистом композите.
8. Моделирование взаимодействия оправки и композитного цилиндра ортотропной структуры при намотке с натяжением (напряженно-деформированное состояние (НДС) растущего составного тела).
9. Моделирование взаимодействия оправки и композитного цилиндра ортотропной структуры при охлаждении. Влияние толщины композита.
10. Намоточный композитный цилиндр. Сопоставление НДС модели сплошной среды с моделью слоистой структуры при изменении температуры.
11. Трансверсальная длительная прочность слоистой структуры. Уравнение связи между напряжениями, деформацией и временем. Кинетика напряженного состояния и критерии разрушения.
12. Моделирование взаимодействия оправки и композитного цилиндра однонаправленной структуры при намотке с натяжением (напряженно-

деформированное состояние (НДС) растущего составного тела) и при последующем нагревании и охлаждении.

13. Фильтрационная модель намоточного композита на оправке при нагревании с учетом начального поля напряжений, создаваемого при намотке.
14. Разработка методов определения параметров контактного слоя из экспериментальных результатов определения средней прочности адгезионной связи, полученных на различных стандартных моделях.
15. Расчёт термоупругих параметров композита ортотропной (продольно-поперечной) структуры. Расчет температурных напряжений в конструкции: композитный цилиндр на стальной цилиндрической оправке.

3.3.2. Промежуточная аттестация

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

Промежуточная аттестация осуществляется в конце третьего семестра в виде экзамена, завершая изучение данной дисциплины.

Учебным планом проведение промежуточной аттестации в форме курсовой работы не предусмотрено.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины:

Экзамен проводится в устной форме.

Вопросы к экзамену – **базовый уровень**.

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.
10. Дискретные модели композитов. Метод контактного слоя для расчета неоднородного распределения напряжений на границе раздела матрица – наполнитель.

Вопросы к экзамену – **продвинутый уровень**.

1. Прочность адгезионной связи. Связь прочности армированных пластиков с прочностью границы раздела (адгезионной прочностью).
2. О совместности работы волокна и полимерной матрицы в композите. Анализ краевого эффекта. Об оптимальном содержании связующего. О приближенных выражениях условий монолитности.
3. Элементарный анизотропный слой параллельной структуры. Слой однонаправленной структуры. Общая форма уравнений связи ортотропного пластика. Основные уравнения при плоском напряженном состоянии анизотропного пластика.

4. Общие соотношения для констант упругой деформации ортотропного пластика. Одноосное растяжение и сжатие анизотропных пластиков в произвольном направлении.

Аттестация обучающихся в форме Зачета учебным планом не предусмотрена.

3.4. *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 контролируемые 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 экзамена 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 экзамену студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем по окончании экзамена сдается экзаменатору.

При проведении устного экзамена экзаменационный билет выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.

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.

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Действие	Сроки	Методика	Ответственный
Выдача вопросов к промежуточной аттестации	1 неделя семестра	На лекциях, по интернет.	Ведущий преподаватель
Консультации	Последняя неделя семестра, в сессию	На групповой консультации.	Ведущий преподаватель
Промежуточная аттестация	В сессию	Устно по билетам, с выдачей задач к билетам	Ведущий преподаватель.
Формирование оценки	На аттестации	В соответствии с критериями	Ведущий преподаватель.

4. Фонд оценочных средств для мероприятий текущего контроля обучающихся по дисциплине (модулю)

4.1. Состав фонда оценочных средств для мероприятий текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости включает в себя:

- материалы для проведения текущего контроля успеваемости
 - вопросы к коллоквиуму¹;
 - вопросы к коллоквиуму² и докладу;
- перечень компетенций и их элементов, проверяемых на каждом мероприятии текущего контроля успеваемости;
- систему и критерии оценивания по каждому виду текущего контроля успеваемости
- описание процедуры оценивания.

4.2. Система и критерии оценивания по каждому виду текущего контроля успеваемости

Для оценивания коллоквиума возможно использовать следующие критерии оценивания:

Код показателя оценивания	Не зачтено	Зачтено
Знания	Литературными источниками для изучения темы являются только краткие записи лекций, не отвечающие необходимому освоению темы.	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы. Из ответа студента следует, что использованы литературные источники из рекомендованного библиографического списка и другие источники по рассматриваемому вопросу, основные понятия проблемы изложены полно и глубоко, отмечена грамотность и культура изложения.
Умения	В основном даны не правильные ответы на все поставленные вопросы, обучающийся слабо представляет характер математической модели для реализации проблемы.	Материал систематизирован и структурирован; грамотно представлена математическая модель и ее реализация с использованием соответствующего математического аппарата, сделаны обобщения и научный анализ проблемы, аргументированы основные выводы продемонстрирована самостоятельность суждений.

4.3. Процедура оценивания при проведении текущего контроля успеваемости

Процедура оценивания при проведении текущего контроля успеваемости в форме коллоквиума.

Действие	Сроки	Методика	Ответственный
Выдача тем для	1 неделя	На практическом	Ведущий

коллоквиума.	семестра	занятия, через интернет.	преподаватель
Консультации по подготовке к коллоквиуму	2-6 неделя семестра	На практических занятиях.	Ведущий преподаватель, обучающийся
Подготовка к коллоквиуму.	2-7 неделя семестра	Дома, в библиотеке, использование ресурсов интернет.	Обучающийся
Проведение коллоквиума.	8 неделя семестра	Устный опрос, на группой консультации.	Обучающийся (лично).
Формирование оценки	На защите.	В соответствии со шкалой и критериями оценивания.	Ведущий преподаватель.
Объявление результатов оценки выполненного задания	На защите.	На групповой консультации.	Ведущий преподаватель

Перечень приложений:

Методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости

номер приложения	Наименование документов приложения
1	<i>Экзаменационные билеты</i>
2	<i>Бланк для оценки ответа обучающегося экзаменатором</i>
3	<i>Варианты тем для коллоквиумов 1 и 2..</i>
4	<i>Оценочный лист доклада.</i>

Примерный бланк для оценки ответа обучающегося экзаменатором

Критерии оценки	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Уровень усвоения материала, предусмотренного программой				
Умение выполнять задания, предусмотренные программой				
Уровень знакомства с дополнительной литературой				
Уровень раскрытия причинно-следственных связей				
Уровень раскрытия междисциплинарных связей				
Стиль поведения (культура речи, манера общения, убежденность, готовность к дискуссии)				
Качество ответа (полнота, правильность, аргументированность, его общая композиция, логичность)				
Общая оценка				