

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области

МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИРОДЫ, ОБЩЕСТВА
И ЧЕЛОВЕКА «ДУБНА»
(университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук

Кафедра «Энергия и окружающая среда»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-мето-
дической и научной работе

_____ С. В. Моржухина

« ____ » _____ 20__ г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика композитных материалов»

Направление подготовки
160100.62 «Авиастроение»

Профиль подготовки
«Самолетостроение»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

г. Дубна,
2014 г.

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВПО с учетом рекомендациями ПрООП ВПО по направлению и профилю подготовки бакалавров 160100 «Авиастроение».

Программа рассмотрена на заседании кафедры Энергия и окружающая среда

Протокол заседания № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

И.о. заведующего кафедрой _____ /Деникин А.С./

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета _____ /Деникин А.С./

Рецензент: _____
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

Руководитель библиотечной системы _____ /В.Г. Черепанова/

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.....	4
3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.....	4
4. Содержание и структура дисциплины.....	5
4.1. Структура дисциплины.....	5
4.2. Содержание разделов дисциплины.....	6
4.3. Практические занятия (семинары).....	7
4.4. Домашние работы.....	7
4.5. Контрольные работа:.....	8
5. Образовательные технологии	8
5.1. Методические рекомендации для студентов:.....	8
5.2. Методические рекомендации для преподавателей:.....	9
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	10
6.1. Контрольные вопросы по отдельным темам для проведения контрольных опросов и зачета.....	10
6.2. Задание для самостоятельной работы в Интернет.....	12
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	12
7.1. Основная литература.....	12
7.2. Дополнительная литература.....	12
7.3. Интернет-ресурсы.....	12
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	12

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью настоящей дисциплины является усвоение студентами базовых теоретических сведений в области механики композитных материалов (КМ), ознакомление с основными классами композитных материалов и их свойствами, основами расчёта композитных конструкций и методами изготовления.

Рассматриваются основные механические и физические характеристики КМ, основы прочности КМ, и их связь с составом и структурой материала и условиями эксплуатации, уравнения механики КМ, методы механических испытаний, прочность конструктивных элементов из КМ.

Курс содержит лекции, семинарские занятия, лабораторные работы и контрольную работу. Студенты выполняют контрольную работу и сдают зачеты и экзамены в соответствии с учебными планами по специальностям.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Механика композиционных материалов» изучается на 4-м курсе в 7 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знании курсов физики, химии, теоретической механики, материаловедения, сопротивления материалов, строительной механики.

Материалы курса используются в курсах «Конструкция и проектирование ЛА», «Прочность ЛА», а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Изучение дисциплины «Механика КМ» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- владеть культурой мышления, способностью обобщать, анализировать и воспринимать информации, ставить цели и выбирать пути их достижения (ОК-1);
- способностью логически верно строить устную и письменную речь (ОК-2);
- готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);
- готовностью к решению сложных инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественно-научных дисциплин (ПК-1);
- способностью освоить и использовать передовой опыт авиастроения и смежных областей техники в разработки авиационных конструкций (ПК-3);
- способностью выполнить техническое и технико-экономическое обоснование принимаемых проектно-конструкторских решений, владеть методами технической экспертизы проекта (ПК-4);
- готовностью разрабатывать конструкции изделий летательных аппаратов и их систем в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций (ПК-5);
- готовностью к участию в составлении отчетов по выполненному заданию (ЭИ-4);
- владеть методами расчета прочности конструкций летательных аппаратов (ДПК-1);
- иметь навыки расчета прочности конструкций летательных аппаратов (ДПК-2).

В результате изучения дисциплины «Механика КМ» студент должен:

<i>Результат обучения</i>	<i>Компетенция</i>	<i>Образовательная технология</i>	<i>Вид задания</i>
---------------------------	--------------------	-----------------------------------	--------------------

Знать и иметь представление: о строении и физико-механических характеристиках КМ, классах КМ, связующих и наполнителях, уравнениях механики КМ для материала и основных расчётных схем, методах расчёта конструкций из КМ, методах исследования структуры и свойств материалов, основах технологии производства.	ОК-1, ПК-1,3,5 ДПК-1	Л1-18	Д1-17
Уметь: Выбирать конструкционные материалы и по требуемым свойствам, производить расчёты на прочность, жёсткость, устойчивость, работать с технической литературой по материалам.	ОК-7, ПК-1,4,5 ДПК-2	Л1-18, С1-18	Д1-17
Приобрести опыт деятельности: Проведения расчётов, исследования механических свойств композитных материалов.	ОК-7 ПК-1,4,5 ЭИ-1 ДПК-2	С1-18 КР	Д1-17 Защита курсовой работы
Владеть, иметь опыт: Работы с нормативной и технической литературой; проведения расчётов испытаний материалов.	ПК-1,4,5 ЭИ-1	С1-18 КР	Д1-17 Защита курсовой работы
Иметь опыт составления отчета о проделанной работе и публичного представления результатов	ОК-2,7 ЭИ-4	КР	Защита курсовой работы

4. Содержание и структура дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕТ, 108 часов.

Вид работы	Трудоемкость, часов
	7 семестр
Общая трудоемкость	108
Аудиторная работа:	54
<i>Лекции (Л)</i>	18
<i>Практические семинарские занятия (ПЗ)</i>	36
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	
Самостоятельная работа	54
<i>Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников, учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.п.)</i>	36
Курсовой проект, курсовая работа	18
Расчетно-графическое задание	–
Реферат	–
Эссе	–
Самостоятельное изучение разделов	–
Подготовка и сдача экзамена	–

Контроль	Зачет, Курсовая работа
-----------------	------------------------

4.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование разделов и подразделов	Неделя				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) ¹ Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Зачет – 7 семестр, Курсовая работа – 7 семестр
			Л	ПЗ	СР	
			18	36	54	
7 семестр						
1.	Введение. Классификация, виды и свойства композиционных материалов (КМ). Области и перспективы применения Введение. Классификация, виды и свойства композиционных материалов (КМ). Области и перспективы применения	1	1	2	3	КО
2.	Компоненты КМ. Связующие, наполнители, их свойства	2	1	2	3	КО
3.	Физико-химические основы КМ.	3	1	2	3	КО
4.	Технология изготовления КМ	4	1	2	3	КО
5.	Монослой КМ и его механические характеристики. Упругие и прочностные свойства, анизотропия	5	1	2	3	КО
6.	Уравнения механики КМ, основные соотношения. Связь свойств слоя и компонентов.	6	1	2	3	КО
7.	Остаточные напряжения в КМ	7	1	2	3	КО
8.	Виды разрушений КМ. Критерии прочности КМ	8	1	2	3	КО
9.	Методы механических испытаний КМ.	9	1	2	3	КО
10.	Свойства в условиях эксплуатации. Влияние климатических факторов (старение). Нагрев и односторонний нагрев. Усталость	10	1	2	3	КО
11.	Композитная балка (стержень, кольцо). Расчёт характеристик, растяжение, изгиб, устойчивость	11	1	2	3	КО

¹ Формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т), контрольная работа (КР), контрольный опрос (КО) и др.

12.	Прочность и устойчивость композиционных пластин	12	1	2	3	КО
13.	Прочность и устойчивость стрингерных панелей	13	1	2	3	КО
14.	Оболочки вращения (многослойные)	14	1	2	3	КО
15.	Оболочки подкрепленные	15	1	2	3	КО
16.	Расчёт соединений в конструкциях из КМ	16	1	2	3	КО
17.	Сосуды давления	17	1	2	3	КО
18.	Вопросы оптимизации конструкций из КМ	18	1	2	3	КО
	Выполнение курсовой работы				18	Защита КР
	Зачет					

4.3. Практические занятия (семинары).

№	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Кол. часов
5 семестр			
1.	1	Классификация, виды и свойства композиционных материалов (КМ). Области и перспективы применения	2
2.	2	Компоненты КМ. Связующие, наполнители, их свойства	2
3.	3	Физико-химические основы КМ.	2
4.	4	Технология изготовления КМ	2
5.	5	Монослой КМ и его механические характеристики. Упругие и прочностные свойства, анизотропия	2
6.	6	Уравнения механики КМ, основные соотношения. Связь свойств слоя и компонентов.	2
7.	7	Остаточные напряжения в КМ	2
8.	8	Виды разрушений КМ. Критерии прочности КМ.	2
9.	9	Методы механических испытаний КМ.	2
10.	10	Свойства в условиях эксплуатации. Влияние климатических факторов (старение). Нагрев и односторонний нагрев. Усталость	2
11.	11	Композитная балка (стержень, кольцо). Расчёт характеристик, растяжение, изгиб, устойчивость	2
12.	12	Прочность и устойчивость композиционных пластин	2
13.	13	Прочность и устойчивость стрингерных панелей	2
14.	14	Оболочки вращения (многослойные)	2
15.	15	Оболочки подкрепленные	2
16.	16	Расчёт соединений в конструкциях из КМ	2
17.	17	Сосуды давления	2
18.	18	Вопросы оптимизации конструкций из КМ	2

4.4. Домашние работы

№	Тема задания	неделя
---	--------------	--------

7 семестр		
Д1.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	1
Д2.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	2
Д3.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	3
Д4.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	4
Д5.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	5
Д6.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	6
Д7.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	7
Д8.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	8
Д9.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	9
Д10.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	10
Д11.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	11
Д12.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	12
Д13.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	13
Д14.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	14
Д15.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	15
Д16.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	16
Д17.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	17
Д18.	Завершение выполнения аудиторного практического задания.	18

4.5. Контрольные работы:

№	Наименование контрольной работы	Неделя
1.	Расчёт композитной балки	11

5. Образовательные технологии

5.1. Методические рекомендации для студентов:

Рабочей программой настоящей дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме, определяемом учебным планом. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к сдаче коллоквиумов, выполнению тестовых заданий и сдаче зачетов и экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей настоящей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, сайтах и обучающих программ, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Правила выполнения и оформления контрольной работы:

В процессе самостоятельного изучения настоящего курса каждый студент должен выполнить курсовую работу с защитой у преподавателя. Эти работы позволяют определить степень усвоения студентом учебного материала и предусматривают:

1. Самостоятельную работу с учебной и технической литературой.
2. Решение практических задач по назначению режима термообработки.

Перечень обязательных видов работы студентов:

- 1 Посещение лекционных и практических занятий
- 2 Подготовка к практическим и лабораторным работам
- 3 Работа с Интернет-источниками
- 4 Чтение рекомендованной литературы

Преподаватель оценивает работу на основании индивидуального опроса.

5.2. Методические рекомендации для преподавателей:

Одной из задач преподавателей, ведущих занятия по настоящей дисциплине является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы их инженерами, специалистами. Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения.

Таблица: Интерактивные образовательные технологии

Семестр	Вид занятия (ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	ПЗ	мультимедиа-презентации, интерактивный режим разбора практических занятий с использованием мультимедиа-проектора, образовательные материалы из Интернет	34
Итого:			34

Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие студентов в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблемы;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием видеоматериалов; индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования по разделам дисциплины Интернет-ресурсов, кафедральной библиотеки.

Содержание занятий определяется календарным планом. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель должен выдать задание студенту в виде задач по пропущенной теме занятия.

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала. Наиболее эффективным является его проведение в письменной форме – по контрольным вопросам, тестам и т.п. Контроль проводится в виде сдачи всеми без исключения студентами контрольных заданий – задач во время проведения практических занятий или во время самостоятельной подготовки. В материалы письменных опросов студентов включаются и темы, предложенные им для самостоятельной подготовки. В течение работы над освоением дисциплины студенты, руководствуясь календарным планом, выполняют контрольные работы.

Промежуточный контроль по курсу. Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен. Оценка выставляется на основе оценочных средств контроля.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль осуществляется в виде защиты выполненных в ходе семинаров практических заданий и выполнения лабораторных работ в конце изучения каждого раздела.

Методика формирования результирующей оценки: контроль усвоения студентами пройденного материала осуществляется непрерывно в виде проверки преподавателем и защиты студентом решения практических задач. Защита каждого задания проводится в индивидуальном порядке.

6.1. Контрольные вопросы по отдельным темам для проведения контрольных опросов и зачета

- 1 Что такое композиционный материал
- 2 Виды армирования КМ
- 3 Что такое наполнитель
- 4 Виды наполнителей и их свойства
- 5 Волокна-наполнители
- 6 Какие используются связующие
- 7 Что такое металлический КМ
- 8 Что такое углепластик
- 9 Что такое углерод-углеродный КМ
- 10 Что такое ПКМ
- 11 Условия совместимости наполнителя и матрицы
- 12 Что такое анизотропия КМ, её причины
- 13 Механические характеристики монослоя
- 14 Связь мех.характеристик компонентов и КМ
- 15 Анизотропия прочности
- 16 Уравнение изгиба композитной балки
- 17 Влияние модуля сдвига КМ на деформацию и устойчивость композитной балки
- 18 Особенности поведения КМ при одностороннем нагреве

6.2. Примерная тематика курсовых работы

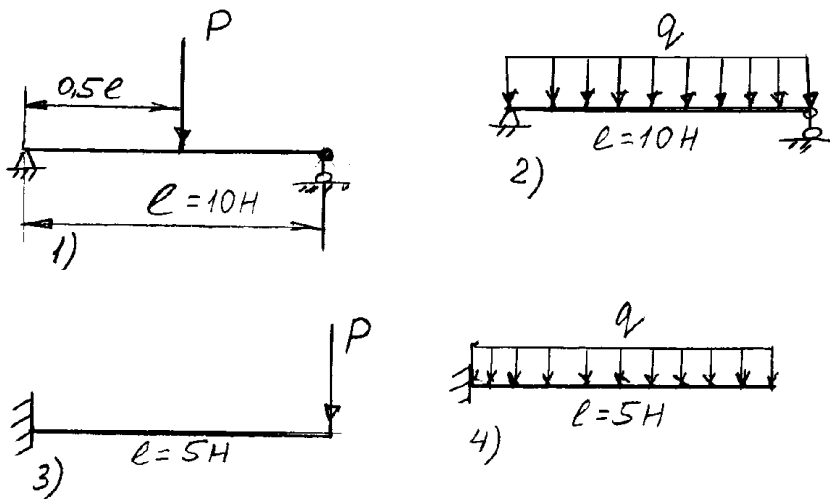
Тема: Деформация композитной балки.

Целью курсовой работы является расчёт упругих характеристик, напряжений и деформаций при изгибе композиционной балки. Вариант исходных данных выдается преподавателем и включает:

- формы сечения балки,

- значения размеров, мм,
- модули упругости слоев КМ.
- величину нагрузки.

Схемы балок:



Сечение балок

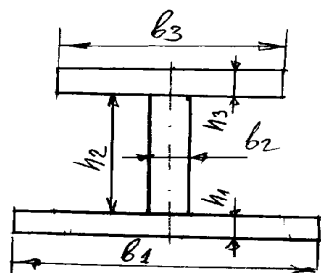


Таблица. Варианты заданий

№	Схема	b мм	h ₁ мм	h ₂ мм	h ₃ мм	E ₁ , E ₂ кгс/мм ²	E ₃ кгс/мм ²	G ₂ кгс/мм ²	P кгс	q кгс/см
1	1	100	10	100	20	400000	300000	70000	1000	
2	2	200	20	200	20	400000	200000	60000		1000
3	3	150	20	200	30	300000	300000	50000	2000	
4	4	120	10	300	15	250000	200000	80000		2000
5	3	250	30	250	25	300000	200000	60000	1000	
6	2	200	15	150	10	400000	300000	50000		1500
7	1	150	20	350	15	250000	700000	60000	4000	
8	4	300	25	300	20	350000	400000	70000		1000
9	3	120	5	150	10	700000	200000	50000	1500	

Рассчитать:

- 1 Редукционные коэффициенты элементов сечения
- 2 Геометрические характеристики исходного и редуцированного сечений
- 3 Жёсткость на изгиб EI
- 4 Построить эпюры перерезывающей силы и изгибающего момента
- 5 Рассчитать максимальное значение положительных и отрицательных напряжений изгиба
- 6 Рассчитать напряжение сдвига
- 7 Рассчитать прогиб от изгиба

8 Рассчитать прогиб от сдвига и суммарную величину прогиба

6.3. Задание для самостоятельной работы в Интернет

В ходе изучения курса «Механика композитных материалов» предусмотрено использование компьютера для поиска материалов по тематике разделов в сети Интернет, в частности, по маркам материалов, а также для изучения дополнительных материалов по темам лекций.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература²

1. **Материаловедение в машиностроении** : Учебник для бакалавров / Адашкин Анатолий Матвеевич [и др.]. - М. : Юрайт, 2014. - 535с. : ил. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Лит.:с.533. - ISBN 9785991628563
2. **Зуев, Л.Б.** Физические основы прочности материалов : Учебное пособие для вузов / Зуев Лев Борисович, Данилов Владимир Иванович ; Отв.ред. Б.Д.Аннин. - Долгопрудный : Интеллект, 2013. - 376с. : ил. - ISBN 9785915591379
3. **Миллс, Н.** Конструкционные пластики. Микроструктура, характеристики, применения / Миллс Найджел ; Пер.с англ. С.В.Котомина, С.Л.Баженова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 512с. : ил. - Лит.:с.471.-Прил.:с.477. - ISBN 9785915590471
4. **Эшби М.** Конструкционные материалы : Полный курс / Эшби Михаэль Ф., Джонс Дэвид Р.Х. ; Пер.с 3-го англ.изд.под ред. С.Л.Баженова. - Долгопрудный : Интеллект, 2009. - 672с. : ил. - Список рек.лит.:с.670. - ISBN 978-5-91559-060-0

7.2. Дополнительная литература

- 1 Васильев В. В Механика конструкций из композиционных материалов. М. Машиностроение. 1988г.
- 2 Гришин В.И., Дзюба А.С., Дударьков Ю.И. Прочность и устойчивость элементов и соединений авиационных конструкций из композитов М. Физматлит, 2013г
- 3 Под.ред. Васильева В.В. Справочник по композиционным материалам. М. Маш. 1990г.
- 4 Под ред. Образцова И.Ф. Основы строительной механики летательных аппаратов

7.3. Интернет-ресурсы

1. ЭБС «Лань». <http://e.lanbook.com>
2. ЭБС «ZNANIUM.COM». <http://znanium.com>
3. ЭБС «Университетская библиотека ONLINE». www.biblioclub.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерные презентации по материалам лекций
2. Учебная аудитория, оборудованная видеооборудованием
3. Оснащение лабораторий базового предприятия для проведения лабораторных работ: испытательная машина 1231У-10, микроскоп оптический, микроскоп металлографический NEOFOT25.

² Список основной литературы должен включать только источники, имеющиеся в наличии в библиотечной системе университета и удовлетворяющие предъявляемым требованиям. Необходимо согласование с руководителем библиотечной системы.