

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Механика композиционных материалов

Образовательная программа: 15.03.03 Прикладная механика, профиль: Динамика и прочность

Курс: 4, семестр : 8

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	63
4	Лекции, час.	26
5	Практические занятия, час.	26
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	81
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КП контр.
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.03 Прикладная механика

ФГОС введен в действие приказом №220 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 16.04.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.03 Прикладная механика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Олегин И. П.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Левин В. Е.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения:	
31. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
у4. уметь применять основные методы физического исследования явлений и свойств объектов материального мира	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; в части следующих результатов обучения:	
311. знать физико-механические характеристики материалов и методы их определения	
Компетенция ФГОС: ПК.3 готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь выбирать схему оптимального армирования слоистых пластин	
Компетенция ФГОС: ПК.8 готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня; в части следующих результатов обучения:	
у3. уметь проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций	
Компетенция НГТУ: ПК.33.В/РЭ готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные методы определения эффективных механических характеристик многослойных композитов	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Механика композиционных материалов</i>	
ПК.1.311 знать физико-механические характеристики материалов и методы их определения	
1. знать физико-механические характеристики материалов и методы их определения	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.31 знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
2. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.у4 уметь применять основные методы физического исследования явлений и свойств объектов материального мира	
3. уметь применять основные методы физического исследования явлений и свойств объектов материального мира	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

ПК.3.у2 уметь выбирать схему оптимального армирования слоистых пластин	
4. уметь выбирать схему оптимального армирования слоистых пластин	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.33.В/РЭ.31 знать основные методы определения эффективных механических характеристик многослойных композитов	
5. знать основные методы определения эффективных механических характеристик многослойных композитов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.8.у3 уметь проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций	
6. уметь проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Расчет многослойных пластин			
1. Современные проблемы расчета механики композитов. Классификация композитов.	0	3	1, 2
2. Формы записи обобщенного закона Гука. Ограничения на упругие постоянные.	0	3	1, 2
3. Изгиб многослойных пластин из односторонних слоев. Матрица обобщенных жесткостей в многослойной пластине.	0	4	1, 2, 3, 6
4. Потенциалы Лехницкого. Напряженное состояние в многослойной пластине с концентраторами. Послойный анализ прочности.	0	3	1, 3
5. Безмоментная теория изгиба пластин с легким заполнителем. Изгиб пластин с учетом моментности во внешних слоях.	0	3	5, 6
Дидактическая единица: Определение эффективных характеристик композиционного материала			
6. Особенности тензометрии при определении деформаций элементов конструкций из КМ.	0	3	1, 3
7. Определение эффективных характеристик одностороннего слоя. Определение эффективных характеристик многослойных пластин.	0	3	2, 4, 5
8. Основные типы критерии прочности для односторонних материалов. Оценка несущей способности сплошной многослойной пластины из односторонних слоев. Оптимальное армирование многослойных пластин. Построение поверхности прочности.	0	4	3, 4, 6

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Расчет многослойных пластин				
1. Растяжение-сжатие, изгиб и кручение ортотропных брусков.	0	4	3, 6	Студент изучает особенности связей между напряжениями и деформациями.

2. Построение кривых прочности по различным критериям прочности.	0	4	3, 6	Студент учится оценивать несущую способность многослойных пластин.
3. Определение концентрации напряжений в анизотропных пластинах с отверстиями при плоском напряженном состоянии. Послойный анализ прочности в многослойных пластинах с концентраторами.	0	3	3, 6	Студент учится определять концентрацию напряжений в пластинах с отверстиями и оценивать их прочность.
4. Решение краевых задач для трехслойных балок с легким заполнителем	0	4	3, 6	Студент решает задачи расчета трехслойных балок по моментной и безмоментной теориям и научится определять эффективные жесткости сотового заполнителя, образованного шестигранными ячейками.
Дидактическая единица: Определение эффективных характеристик композиционного материала				
5. Сведения из тензорного анализа. Коэффициенты тензора жесткости и податливости в законе Гука. Переход к новой системе координат при определении коэффициентов жесткости.	0	4	3, 5, 6	Студент знакомится с основными понятиями тензорного анализа, используемыми в курсе, учится определять характер деформации в зависимости от анизотропии материалов, учится определять зависимость жесткостей анизотропных материалов от направления
6. Ограничения на упругие постоянные. Особенности тензометрии при определении деформаций в анизотропных пластинах.	0	4	3, 5, 6	Студент получает представление об особенностях тензометрии применительно к КМ.
7. Определение напряжений в составляющих фазах однонаправленного композита. Определение эффективных характеристик в многослойных пластинах	0	3	3, 5, 6	Студент учится определять: напряжения в волокнах и матрице по известным осредненным напряжениям в пластине и жесткостные свойства композитов в зависимости от схемы армирования.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	Контрольные работы	1, 2, 3, 4, 5, 6	5	0
Решение задач: Механика композиционных материалов : методические указания и варианты исходных данных к курсовому проекту / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. П. Олегин, Ю. Б. Нигирич]. - Новосибирск, 2008. - 31, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3490.rar				

2	Курсовой проект	1, 2, 3, 4, 5, 6	66	9
: Механика композиционных материалов : методические указания и варианты исходных данных к курсовому проекту / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. П. Олегин, Ю. Б. Нигирич]. - Новосибирск, 2008. - 31, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3490.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	10	0
: Механика композиционных материалов : методические указания и варианты исходных данных к курсовому проекту / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. П. Олегин, Ю. Б. Нигирич]. - Новосибирск, 2008. - 31, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3490.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	e-mail; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; Портал НГТУ; ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 8	
<i>Курсовой проект:</i> Итого	60
Контролирующие материалы приводятся в "Механика композиционных материалов : методические указания и варианты исходных данных к курсовому проекту / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. П. Олегин, Ю. Б. Нигирич]. - Новосибирск, 2008. - 31, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3490.rar "	
<i>Зачет:</i>	40
Контролирующие материалы - список вопросов	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита КР/КР	Зачет
ОПК.2	31. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	+		+
	у4. уметь применять основные методы физического исследования явлений и свойств объектов материального мира		+	

ПК.1	з11. знать физико-механические характеристики материалов и методы их определения			+
ПК.3	у2. уметь выбирать схему оптимального армирования слоистых пластин			+
ПК.8	у3. уметь проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций		+	
	ПК.33.В/РЭ з1. знать основные методы определения эффективных механических характеристик многослойных композитов			+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Максименко В. Н. Методы расчета на прочность и жесткость элементов конструкций из композитов : [учебник] / В. Н. Максименко, И. П. Олегин, Н. В. Пустовой. - Новосибирск, 2015. - 422, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227454

Дополнительная литература

1. Максименко В. Н. Теоретические основы методов расчета прочности элементов конструкций из композитов : учебник / В. Н. Максименко, И. П. Олегин. - Новосибирск, 2006. - 239 с. : ил.
2. Максименко В. Н. Основы прикладной механики разрушения. Ч. 1 : учебное пособие для техн. вузов / В. Н. Максименко ; Новосибирский гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1994. - 181 с. : ил.
3. Кристенсен Р. М. Введение в механику композитов / Р. Кристенсен ; пер. с англ. А. И. Бейля, Н. П. Жмудя ; под ред. Ю. М. Тарнопольского. - М., 1982. - 334 с. : ил.
4. Болотин В. В. Механика многослойных конструкций / В. В. Болотин, Ю. Н. Новичков. - М., 1980. - 374, [1] с.
5. Композиционные материалы. [В 8 т.]. Т. 6 / ред.: Л. Браутман, Р. Крок. - М., 1978. - 293, [1] с. : ил.. - Пер. изд.: Composite materials. Vol. 6. Interfaces in polymer matrix composites.
6. Композиционные материалы. [В 8 т.]. Т. 1 / [под. ред. Л. Браутмана, Р. Крока]. - М., 1978. - 437, [1] с.
7. Композиционные материалы. [В 8 т.]. Т. 3 / [под. ред. Л. Браутмана, Р. Крока]. - 508, [2] с.
8. Композиционные материалы. [В 8 т.]. Т. 4 / [под. ред. Л. Браутмана, Р. Крока]. - М., 1978. - 502, [2] с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Механика композиционных материалов : методические указания и варианты исходных данных к курсовому проекту / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. П. Олегин, Ю. Б. Нигирич]. - Новосибирск, 2008. - 31, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3490.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций
2	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Самостоятельная подготовка

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика композиционных материалов

Образовательная программа: 15.03.03 Прикладная механика, профиль: Динамика и прочность

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине композиционных материалов приведена в Таблице.

Механика

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	з1. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Изгиб многослойных пластин из односторонних слоев. Матрица обобщенных жесткостей в многослойной пластине. Определение эффективных характеристик одностороннего слоя. Определение эффективных характеристик многослойных пластин. Современные проблемы расчета механики композитов. Классификация композитов. Формы записи обобщенного закона Гука. Ограничения на упругие постоянные.	Контрольная работа, "Определение НДС многослойных пластин"	Зачет, вопросы 1-19
ОПК.2	у4. уметь применять основные методы физического исследования явлений и свойств объектов материального мира	Изгиб многослойных пластин из односторонних слоев. Матрица обобщенных жесткостей в многослойной пластине. Ограничения на упругие постоянные. Особенности тензометрии при определении деформаций в анизотропных пластинах. Определение концентрации напряжений в анизотропных пластинах с отверстиями при плоском напряженном состоянии. Послойный анализ прочности в многослойных пластинах с концентраторами. Определение напряжений в составляющих фазах одностороннего композита. Определение эффективных характеристик в многослойных пластинах Основные типы критерии прочности для односторонних материалов. Оценка несущей способности сплошной многослойной пластины из односторонних слоев. Оптимальное армирование многослойных пластин. Построение поверхности прочности. Особенности тензометрии при определении деформаций элементов конструкций из КМ.	Курсовой проект "Расчет НДС многослойных пластин".	

		Построение кривых прочности по различным критериям прочности. Потенциалы Лехницкого. Напряженное состояние в многослойной пластине с концентраторами. Послойный анализ прочности. Растяжение-сжатие, изгиб и кручение ортотропных брусьев. Решение краевых задач для трехслойных балок с легким заполнителем Сведения из тензорного анализа. Коэффициенты тензора жесткости и податливости в законе Гука. Переход к новой системе координат при определении коэффициентов жесткости.		
ПК.1/НИ способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	з11. знать физико-механические характеристики материалов и методы их определения	Изгиб многослойных пластин из односторонних слоев. Матрица обобщенных жесткостей в многослойной пластине. Особенности тензометрии при определении деформаций элементов конструкций из КМ. Потенциалы Лехницкого. Напряженное состояние в многослойной пластине с концентраторами. Послойный анализ прочности. Современные проблемы расчета механики композитов. Классификация композитов. Формы записи обобщенного закона Гука. Ограничения на упругие постоянные.		Зачет, вопросы 1-19
ПК.3/НИ готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	у2. уметь выбирать схему оптимального армирования слоистых пластин	Определение эффективных характеристик одностороннего слоя. Определение эффективных характеристик многослойных пластин. Основные типы критерии прочности для односторонних материалов. Оценка несущей способности сплошной многослойной пластины из односторонних слоев. Оптимальное армирование многослойных пластин. Построение поверхности прочности.		Зачет, вопросы 1-19

ПК.33.В/РЭ готовность выполнять расчетно- экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико- механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	з1. знать основные методы определения эффективных механических характеристик многослойных композитов	Безмоментная теория изгиба пластин с легким заполнителем. Изгиб пластин с учетом моментности во внешних слоях. Ограничения на упругие постоянные. Особенности тензометрии при определении деформаций в анизотропных пластинах. Определение напряжений в составляющих фазах однонаправленного композита. Определение эффективных характеристик в многослойных пластинах Определение эффективных характеристик однонаправленного слоя. Определение эффективных характеристик многослойных пластин. Сведения из тензорного анализа. Коэффициенты тензора жесткости и податливости в законе Гука. Переход к новой системе координат при определении коэффициентов жесткости.		Зачет, вопросы 1-19
ПК.8/РЭ готовность выполнять расчетно- экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводи- тельных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня	у3. уметь проводить экспериментальные исследования свойств материалов, деталей машин и элементов конструкций	Безмоментная теория изгиба пластин с легким заполнителем. Изгиб пластин с учетом моментности во внешних слоях. Изгиб многослойных пластин из однонаправленных слоев. Матрица обобщенных жесткостей в многослойной пластине. Ограничения на упругие постоянные. Особенности тензометрии при определении деформаций в анизотропных пластинах. Определение концентрации напряжений в анизотропных пластинах с отверстиями при плоском напряженном состоянии. Послойный анализ прочности в многослойных пластинах с концентраторами. Определение напряжений в составляющих фазах однонаправленного композита. Определение эффективных характеристик в многослойных пластинах Основные типы критерии прочности для однонаправленных материалов. Оценка несущей способности сплошной многослойной пластины из однонаправленных слоев. Оптимальное армирование многослойных пластин. Построение поверхности прочности. Построение кривых прочности по различным критериям	Курсовой проект "Расчет НДС многослойных пластин".	

		прочности. Растяжение-сжатие, изгиб и кручение ортотропных брусьев. Решение краевых задач для трехслойных балок с легким заполнителем Сведения из тензорного анализа. Коэффициенты тензора жесткости и податливости в законе Гука. Переход к новой системе координат при определении коэффициентов жесткости.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.33.В/РЭ, ПК.8/РЭ.

Зачет проводится в устной форме, по вопросам, приведенным в паспорте зачета.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются контрольная работа, курсовой проект. Требования к выполнению контрольной работы, курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы, курсового проекта.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.33.В/РЭ, ПК.8/РЭ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания

выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Механика композиционных материалов», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме по вопросам, список которых приведен ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

2. Критерии оценки

- Ответ на вопрос считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 0,5 максимального балла (табл. 6.1)*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *менее 0,6 максимального балла*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *менее 0,8 максимального балла*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *не менее 0,8 максимального балла*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине

- 1.Обобщенный закон Гука в тензорной форме.
- 2.Закон Гука для тела, обладающего плоскостью упругой симметрии.
- 3.Закон Гука для ортотропного тела.

4. Закон Гука для трансверсально-изотропного материала.
5. Особенности геометрии деформаций анизотропного материала.
6. Ограничения на упругие постоянные.
7. Тензорно-полиномиальный критерий прочности.

8. Определение напряжений в монослое $\sigma_1^{(k)}, \sigma_2^{(k)}, \tau_{12}^{(k)}$ по заданным усилиям N_x, N_y, N_{xy} .

9. Определение эффективных жесткостей многослойной пластины по известным характеристикам слоев. Случай звездного армирования.
10. Определение эффективных жесткостей многослойной пластины по известным характеристикам слоев. Случай ортогонального армирования.
11. Постановка задачи оптимального проектирования слоистой пластины. Решение для одного слоя.
12. Изгиб многослойной пластины. Основные соотношения.
13. Влияние коэффициентов A_{ij}, B_{ij}, D_{ij} на характер деформирования пластины.
14. Определение функции напряжений через комплексные потенциалы.
15. Граничные условия в плоской задаче анизотропной теории упругости, выраженные через комплексные потенциалы.
16. Определение эффективных характеристик однонаправленного слоя.
17. Определение напряжений в составной балке при изгибе.
18. Определение напряжений в составной балке при изгибе..
19. Критерий минимальной прочности.
 20. Решение задачи плоской теории упругости для анизотропных пластин с эллиптическим вырезом. Вывод граничных условий для растяжения на бесконечности.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Механика композиционных материалов», 8 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам первой части программы, включает несколько заданий. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Работа считается **не выполненной**, если задачи не решены, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если решены не все задачи, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если решены все задачи, имеются отдельные недочеты в решении, нет достаточного теоретического обоснования, оценка составляет менее 0,8 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не менее 0,8 максимального балла

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Дана многослойная пластина, состоящая из одинаковых слоев. Толщины слоев $h_k = h$, механические характеристики E_1 , E_2 , G_{12} , μ_{12} , схема армирования $[0,45,-45]_x$.

1. Определить коэффициенты матрицы $[B_{ij}]$ и $[D_{ij}]$, входящие в уравнения изгиба многослойных пластин и вид анизотропии многослойной пластины.

2. Определить напряжения σ_1 в слое с армированием 45° при одноосном растяжении пластины в направлении оси x .

Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Механика композиционных материалов», 8 семестр

1. Методика оценки.

Задание, структура, этапы выполнения и защиты, оцениваемые позиции описаны в методических указаниях.

2. Критерии оценки.

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части выполнены формально: задачи решены с отдельными недочетами, оценка составляет менее 0,7 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, нет достаточного теоретического обоснования оценка составляет менее 0,8 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не менее 0,8 максимального балла

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта.

Задание 1

Дана многослойная пластина, состоящая из одинаковых слоев. Толщины слоев $h_k = h$, механические характеристики E_1 , E_2 , G_{12} , μ_{12} , схема армирования $[0,45,-45]$.

1. Определить коэффициенты матриц $[B_{ij}]$ и $[D_{ij}]$, входящие в уравнения изгиба многослойных пластин и вид анизотропии многослойной пластины.

2. Определить напряжения σ_1 в слое с армированием 45° при одноосном растяжении пластины в направлении оси x .

Задание 2

Дана многослойная пластина, состоящая из одинаковых слоев. Толщины слоев $h_k = h$, механические характеристики E_1 , E_2 , G_{12} , μ_{12} , схема армирования $[45,90,-45]$.

1. Определить коэффициенты матриц $[B_{ij}]$ и $[A_{ij}]$, входящие в уравнения изгиба многослойных пластин и вид анизотропии многослойной пластины.

2. Определить напряжения σ_1 в слое с армированием -45° при одноосном растяжении пластины в направлении оси y .

Задание 3

Дана многослойная пластина, состоящая из одинаковых слоев. Толщины слоев $h_k = h$, механические характеристики E_1 , E_2 , G_{12} , μ_{12} , схема армирования $[0,60,-60]$.

1. Определить коэффициенты матриц $[B_{ij}]$ и $[A_{ij}]$, входящие в уравнения изгиба многослойных пластин и вид анизотропии многослойной пластины.

2. Определить напряжения σ_2 в слое с армированием -60° при одноосном растяжении пластины в направлении оси y .

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

- 1.Обобщенный закон Гука в тензорной форме.
- 2.Закон Гука для тела, обладающего плоскостью упругой симметрии.
- 3.Закон Гука для ортотропного тела.
- 4.Закон Гука для трансверсально-изотропного материала.
- 5.Особенности геометрии деформаций анизотропного материала.
- 6.Ограничения на упругие постоянные.
7. Тензорно-полиномиальный критерий прочности.
- 8.Определение напряжений в монослое $\sigma_1^{(k)}$, $\sigma_2^{(k)}$, $\tau_{12}^{(k)}$ по заданным усилиям N_x , N_y , N_{xy} .
- 9.Определение эффективных жесткостей многослойной пластины по известным характеристикам слоев. Случай звездного армирования.
- 10.Определение эффективных жесткостей многослойной пластины по известным характеристикам слоев. Случай ортогонального армирования.

11. Постановка задачи оптимального проектирования слоистой пластины. Решение для одного слоя.
12. Изгиб многослойной пластины. Основные соотношения.
13. Влияние коэффициентов A_{ij} , B_{ij} , D_{ij} на характер деформирования пластины.
14. Определение функции напряжений через комплексные потенциалы.
15. Граничные условия в плоской задаче анизотропной теории упругости, выраженные через комплексные потенциалы.
16. Определение эффективных характеристик однонаправленного слоя.
17. Определение напряжений в составной балке при изгибе.
18. Определение напряжений в составной балке при изгибе..
19. Критерий минимальной прочности.
20. Решение задачи плоской теории упругости для анизотропных пластин с эллиптическим вырезом. Вывод граничных условий для растяжения на бесконечности.