

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 04 » апреля 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Строительная механика конструкций из композиционных материалов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 252 (7)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления)

Направленность: Материаловедение и технологии материалов (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение знаний, умений и овладение навыками в области теории упругости анизотропного тела; балочной теории тонкостенных композитных конструкций; теории изгиба ортотропных пластин; безмоментной теории композитных оболочек; общей теории цилиндрических оболочек; устойчивости и колебаний композитных систем; математической физики и вариационного исчисления, тензорного анализа и теории вероятностей, аналитических и численных методов решения задач механики конструкций, связанных с исследованием свободных и вынужденных колебаний, анализом переходных динамических процессов и неустойчивым равновесием стержневых и тонкостенных элементов конструкций из композитов, а также пространственных анизотропных и неоднородных тел, и рационального проектирования изделий из композиционных материалов с учетом деформационных и прочностных характеристик материалов; использование прикладных цифровых инструментов (системы проектирования, моделирования, математических вычислений); предъявление требований к организации самостоятельной работы (совместная работа, кросс-рецензирование, использование систем планирования); предъявление требований к оформлению результатов работы (цифровая визуализация, работа с инструментами командного редактирования); получение электронных сертификатов, как одно из требований допуска к экзамену; навыки работы с цифровыми библиотечными средами и виртуальными платформами (поиск открытых данных).

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний о постановках задач оптимизации композиционных материалов и конструкций, математических методах оптимизации при наличии ограничений, критериях прочности слоисто-волоконистых композитов и элементов композитных конструкций; основных типах и характеристик современных компонентов композиционных материалов и способов их сочетания, тенденциях и направлениях развития композиционных материалов и композитных конструкций; возможности применения композитов в различных областях машиностроения и нахождения новых конструкторско-технологических решений, позволяющих повышать эффективность композиционных материалов в изделиях; основах микро- и макромеханики деформирования и разрушения композитов; теории и методах строительной механики композитных конструкций; о понятиях функционала, вариации, условий экстремума функционала; математических методов описания различных физических явлений; методов математического моделирования механических процессов; приложений к задачам механики неоднородных сред и динамики конструкций;
- формирование умения проводить оптимизационные расчеты реальных конструкций из композиционных материалов; построения и использования математических моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ; применять методы решения задач на определение оптимальных соотношений параметров различных систем, методы расчета на прочность элементов конструкций машин и аппаратов из композитов и проектирования их соединений, методы исследований и испытаний композиционных материалов и конструкций из них; применять методы тензорного анализа, дифференциальные уравнения и уравнения математической физики, вариационного исчисления для решения краевых задач механики конструкций, связанные с исследованием свободных и вынужденных колебаний, анализом переходных динамических процессов и неустойчивым равновесием стержневых и тонкостенных элементов конструкций из композитов;
- формирование навыков решения прикладных задач оптимизации волоконистых композитов с учетом деформационных и прочностных характеристик материала; ведения проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода; постановки целей и формулирования задач, связанных с реализацией профессиональных функций, умеет использовать для их решения методы изученных им наук; исполнения схем, графиков, чертежей, диаграмм, номограмм и других профессионально значимых изображений; работы со специальной литературой и с другими информационными данными (в том числе на иностранном языке) для решения профессиональных задач; работы с технологической

документацией, технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками; постановки и овладение методами решения краевых задач в частных производных; исследования, аналитического и численного решения задач динамики и устойчивости композиционных материалов; использования основных приемов статистической обработки экспериментальных данных.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- дифференциальные уравнения в частных производных;
- функционалы и тензорные функции.
- тонкостенные и стержневые элементы конструкций из композитов;
- анизотропные тела.
- основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических и органических материалов, композитов и гибридных материалов;
- конструкции из композитов как объекты рационального проектирования.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности современных информационно-коммуникационных технологий; - информационно-поисковые системы и базы данных; – основные типы и характеристики современных компонентов композиционных материалов; - закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах, влияние структурных характеристик на свойства материалов; – методы научного поиска и условия формирования научного знания; – методы и способы системной организации и анализа результатов научно-исследовательских работ; – методы математического программирования, с целью постановки задач оптимизации конструкций из композитов. 	<p>Знает методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследования</p>	Тест
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить испытания материалов и их диагностику; - проводить прогнозную оценку свойств веществ (материалов), физических и химических процессов в них; - проводить поиск научно-технической информации; - использовать стандарты 	<p>Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации; применять методы проведения экспериментов</p>	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		и другие нормативные документы; - самостоятельно работать в Интернете с электронно-образовательными ресурсами.		
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеть: – навыками получения необходимой научно-технической информации по тематике исследования; – навыками выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов экспериментов; - методами стандартизации и сертификации материалов и процессов; - методами компьютерной графики; техникой машинного перевода текстов, электронными словарями и текстовыми редакторами; – навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов; - системными знаниями в области испытаний и диагностики материалов.	Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; сбора обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; проведения экспериментов в соответствии с установленными полномочиями; проведения наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов	Контрольная работа
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знать: – современные методы рационального проектировании изделий из композиционных материалов, образованных намоткой; – конструктивные критерии оптимальности; – гипотезы и теории, применимые к конкретным типам	Знает структуру справочно-информационных баз системы автоматизированного проектирования; материалов; методы задания свойств композиционных материалов и методы построения деталей и конструкций из композиционных	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		материалов; – основные разделы математического анализа, дифференциального, интегрального и вариационного исчисления; – основы расчетов на прочность и жесткость деталей из композиционных материалов.	материалов в системах автоматизированного проектирования	
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Уметь: – осуществлять постановку краевой задачи упругого деформирования анизотропных пластин и оболочек; – использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики; – строить определяющие соотношения; – читать и выполнять чертежи деталей и элементов конструкций; – применять методы рационального проектировании изделий из композитов, образованных намоткой; – осуществлять постановку краевой задачи упругого деформирования анизотропных пластин и оболочек; – проводить оптимизационные расчеты реальных конструкций из композитов при ограничениях на прочностные параметры структурных композитов при условии минимизации массы конструкции	Умеет использовать справочно-информационные базы системы автоматизированного проектирования; при выборе моделей; задавать композиционные материалы с различными структурными параметрами с использованием систем автоматизированного проектирования; применять методы построения конструкций из композиционных материалов	Курсовая работа
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеть: – прикладными методами	Владеет навыками построения	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>расчета элементов конструкции;</p> <p>– навыками решения прикладных задач оптимизации волокнистых композитов с учетом деформационных и прочностных характеристик материала;</p> <p>– навыками выбора волокон композита для описания механизма структурного разрушения;</p> <p>– навыками построения математических моделей решаемых задач;</p> <p>– математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов вариационного исчисления и решения задач динамики и устойчивости композитов.</p>	<p>твердотельных моделей конструкций и деталей;</p> <p>навыками расчета конструкций и деталей из композиционных материалов в системах автоматизированного проектирования</p>	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	36	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	16	16
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	18	18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	144	72	72
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	252	144	108

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Колебания композиционных конструкций	3	0	5	20
Тема 1. Динамические воздействия на конструкцию. Детерминированные нестационарные нагрузки. Случайные нестационарные нагрузки. Тема 2. Основные соотношения динамики конструкций. Вариационный принцип Гамильтона. Принцип Даламбера в задачах динамики. Тема 3. Продольные колебания стержней. Крутильные колебания стержней. Изгибные колебания стержней. Колебания криволинейных стержней. Изгибные колебания пластин. Динамическое поведение оболочек. Свободные колебания упругих систем. Тема 4. Методы определения собственных частот и собственных форм упругих систем. Аналитическое (точное) решение. Итерационный метод. Метод Релея. Прямые методы. Численные методы, используемые при анализе собственных колебаний упругих систем МКЭ.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Демпфирование колебаний	2	0	0	5
Тема 5. Количественные меры диссипации. Коэффициенты диссипации и внутреннего трения. Логарифмический декремент колебаний. Тема 6. Методы решения нестационарных задач механики с учетом демпфирования. Установившиеся колебания. Анализ неустановившихся процессов в диссипативных системах. Оценка диссипативных характеристик композитных материалов.				
Стохастические краевые задачи динамики конструкций. Распространение волн в неоднородных средах	2	0	4	7
Тема 7. Получение решения в моментных функциях (Метод моментных функций). Использование функций Грина при построении решения статистической задачи динамики в моментных функциях. Метод спектрального разложения. Разложение по собственным формам. Численные методы решения статистических задач динамики. Тема 8. Волны в эквивалентной гомогенной среде. Прохождение волн в слоистых средах. Отражение волн на границах раздела.				
Устойчивость композитных конструкций	2	0	4	20
Тема 9. Основные понятия теории упругой устойчивости. Энергетические критерии устойчивости. Энергетический критерий бифуркационной потери устойчивости. Энергетический критерий упругой устойчивости в форме Брайана. Энергетический критерий устойчивости форме Тимошенко. Тема 10. Устойчивость стержней. Устойчивость анизотропных пластин. Устойчивость анизотропных оболочек. Тема 11. Нелинейные задачи теории устойчивости.				
Теория упругости анизотропного тела, статическая, кинематическая и физическая стороны задачи	2	0	0	3
Тема 12. Предмет и задачи курса. Обзор литературы. Основные понятия и гипотезы теории изгиба анизотропных пластин. Перемещения и деформации тонкой пластины. Тема 13. Теория анизотропных оболочек, основные определения, описание геометрии оболочек, квадратичные формы и кривизны поверхности.				
Виды расчетных схем, композитные фермы и балки	5	0	5	17
Тема 14. Основные соотношения теории анизотропных оболочек. Геометрические соотношения теории оболочек: модель Тимошенко,				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>модель Кирхгофа-Лява.</p> <p>Тема 15. Напряжения в анизотропной пластине, понятие изгибной жесткости пластины и определение моментов. Уравнение прогиба тонкой анизотропной пластины.</p> <p>Тема 16. Условия на контуре пластины, типичные краевые условия. Изгиб анизотропной пластины по модели Тимошенко.</p> <p>Тема 17. Уточненная теория изгиба анизотропных пластин (теория Амбарцумяна). Расчет пластин с ребрами жесткости. Пластина на упругом основании. Уравнение движения пластины.</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	16	0	18	72
7-й семестр				
Балочная теория тонкостенных композитных конструкций. Теория изгиба ортотропных пластин	4	0	4	14
<p>Тема 18. Приближенные методы решения задачи изгиба пластин. Метод Бубнова-Галеркина. Метод Власова. Метод Ритца-Тимошенко.</p> <p>Тема 19. Теория гибких пластин. Основные гипотезы, геометрические соотношения, определение обобщенных внутренних усилий.</p> <p>Тема 20. Уравнения равновесия гибкой пластины. Система разрешающих уравнений гибкой пластины в перемещениях и в форме Кармана. Расчет пластины при произвольной ориентации внешних нагрузок.</p> <p>Тема 21. Изгиб пластины в ортогональных криволинейных координатах: геометрические соотношения, внутренние силовые факторы, энергия упругого деформирования пластины, уравнение прогиба пластины.</p>				
Безмоментная теория композитных оболочек. Общая теория цилиндрических оболочек	3	0	4	20
<p>Тема 22. Физические соотношения теории оболочек, определение внутренних усилий и моментов в анизотропной оболочке. Энергия упругого деформирования анизотропной оболочки.</p> <p>Тема 23. Уравнения равновесия анизотропной оболочки. Граничные условия и постановка краевой задачи теории оболочек.</p> <p>Тема 24. Оболочки вращения, геометрические параметры оболочек вращения. Геометрические соотношения оболочек вращения при осесимметричном нагружении.</p> <p>Тема 25. Физические соотношения и уравнения равновесия анизотропных оболочек вращения при осесимметричном нагружении. Особенности расчета оболочек вращения при неосесимметричном нагружении.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 26. Пологие оболочки, геометрические параметры пологих оболочек. Физические соотношения и уравнения равновесия анизотропных пологих оболочек. Геометрические соотношения пологих оболочек. Получение системы разрешающих уравнений пологой оболочки. Особенности использования гипотез Кирхгоффа-Лява при расчете пологих оболочек.				
Постановка задач оптимизации и конструкций из композитов как задач поиска минимума функции и методы оптимального проектирования изделий, образованных намоткой	3	0	0	16
Тема 27. Конструктивные критерии оптимальности. Целевая функция. Параметры оптимизации (переменные проектирования). Ограничения в виде равенств и неравенств. Решения, оптимальные по Парето. Равнопрочные системы. Тема 28. Оптимальное армирование цилиндрической оболочки под действием внутреннего давления. Модель идеальной оболочки (усилия воспринимаются только нитями). Варианты с одним и несколькими семействами нитей. Расчет упругих характеристик слоисто-волоконистого композита по свойствам однонаправленного слоя при проверочном расчете оболочки, намотанной несколькими семействами нитей. Определение напряжений в слоях слоисто-волоконистого композита при проверочном расчете спроектированной цилиндрической оболочки. Расчет давления начала растрескивания связующего. Тема 29. Задача оптимального армирования безмоментной идеальной оболочки вращения. Постановка задачи. Радиусы кривизны. Уравнения равновесия оболочки. Уравнение Клеро. Оптимальная форма оболочки вращения, армированной одним семейством нитей. Оптимальная форма оболочки вращения на участке контакта с фланцем. Оптимальное армирование оболочки, армированной несколькими семействами нитей. Проверочный расчет спроектированной оболочки с учетом работы связующего.				
Методы математического программирования	3	0	6	12
Тема 30. Задача параметрической безусловной минимизации. Методы одномерной минимизации. Метод поиска по деформируемому многограннику (метод Нелдера-Мида). Метод сопряженных градиентов. Методы случайного поиска. Тема 31. Задача нелинейного программирования				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
(поиск минимума функции при наличии ограничений). Формулировка необходимых условий минимума функции в задаче с ограничениями – условий Куна – Таккера. Выпуклые множества и выпуклые функции. Задачи выпуклого программирования. Методы штрафных и барьерных функций в задачах оптимизации. Понятие о геометрическом программировании. Методы проекции градиента в нелинейном программировании.				
Некоторые модели прогнозирования несущей способности слоисто-волоконистых композитов	3	0	4	10
Тема 32. Экспериментальные данные по разрушению слоисто-волоконистых композитов при различных условиях нагружения. Модель поведения однонаправленного слоя в составе композита. Моделирование исчерпания несущей способности слоисто-волоконистых композитов. Метод усреднения жесткостей для определения деформационных характеристик пространственно-армированных композитов. Прогнозирование прочностных характеристик. Примеры постановок задач оптимального проектирования конструкций из композитов.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	32	0	36	144

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение свободных продольных и крутильных колебаний стержней (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
2	Определение свободных изгибных колебаний стержней (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
3	Анализ поведения одномассовой системы при действии гармонической нагрузки (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
4	Определение свободных продольных колебаний стержней (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
5	Вывод уравнения движения одномассовой системы, анализ частоты собственных колебаний одномассовых систем (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
6	Вывод уравнения движения двухмассовой системы, анализ частот собственных колебаний двухмассовой системы (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
7	Оценка переходных процессов одномассовой системы (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
8	Оценка низшей собственной частоты колебаний изгиба стержней по формуле Релея (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
9	Определение собственных форм и частот прямоугольной ортотропной пластины. Краевые условия в форме Навье. Краевые условия в форме Леви
10	Определение собственных форм и частот прямоугольной ортотропной пластины. Краевые условия в форме Навье. Краевые условия в форме Леви (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
11	Определение собственных форм и частот цилиндрической анизотропной оболочки (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
12	Расчет на устойчивость прямолинейных стержней (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
13	Расчет на устойчивость анизотропных пластин. Краевые условия в форме Навье (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
14	Расчет на устойчивость анизотропных пластин. Краевые условия в форме Леви (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
15	Расчет на устойчивость цилиндрических оболочек (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
16	Расчет прямоугольной анизотропной свободноопертой пластины (метод Навье) на изгиб. Построение функции прогиба при нагружении равномерно распределенной и сосредоточенной нагрузками. Определение наибольших значений прогибов и изгибающих моментов в пластине (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
17	Расчет прямоугольной анизотропной пластины (метод Леви) на изгиб. Построение функции прогиба при реализации различных условий на контуре пластины. Определение наибольших значений прогибов и изгибающих моментов в пластине (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
18	Расчет прямоугольной свободноопертой пластины по уточненной теории изгиба (теория Амбарцумяна) (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
19	Решение задачи о изгибе пластины прямыми методами Бубнова-Галеркина и Ритца-Тимошенко (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
20	Решение задачи о изгибе пластины прямым методом (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
21	Расчет пластины круглой формы при осесимметричном нагружении. Получение определяющих соотношений изгиба пластин в полярной системе координат (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
22	Расчет конической оболочки при осесимметричном нагружении. Решение методом Ритца-Тимошенко (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
23	Расчет цилиндрической оболочки при осесимметричном нагружении. Аналитическое решение (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
24	Расчет цилиндрической оболочки при неосесимметричном нагружении. Аналитическое решение (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
25	Решение задачи об изгибе полой оболочки. Получение системы разрешающих уравнений полой оболочки (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
26	Постановка задач оптимизации с применением критериев оптимизации (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM)
27	Проектирование слоисто-волокнистых композитов при плоском напряженном состоянии (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM, Ansys CAE)
28	Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM, Ansys CAE)
29	Применение методов параметрической безусловной минимизации при решении задач

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
	оптимизации (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM, Ansys CAE)
30	Решение задач оптимизации с применением методов нелинейного программирования (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM, Ansys CAE)
31	Моделирование несущей способности слоисто-волоконистых композитов (с использованием T-flex CAD, Wolfram Mathematica CAM, Ansys CAE)

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Анализ напряженно-деформированного состояния горной породы в окрестности выработки (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
2	Влияние климатических факторов, имитирующих эксплуатацию магистральных газовых труб на ФМХ защитного стеклопластикового слоя(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
3	Влияние технологии подготовки поверхности углеродистых сталей на адгезионную прочность и коррозионную стойкость систем ЛКП(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
4	Влияние технологических отклонений в слоях на эффективные упругие характеристики и напряженно-деформированное состояние слоистого композиционного материала(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
5	Выбор материала оснастки для изготовления защитного кожуха из полимерных композиционных материалов(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
6	Выбор технологии изготовления трубчатых элементов из гибридных высокомодульных углеродных материалов для десантного модуля космического аппарата «ЭкзоМарс» (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
7	Изготовление бандажных колец из УУКМ(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
8	Изготовление силовой оболочки конструкции в виде трубы из полимерных композиционных материалов методом спирально-кольцевой намотки(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
9	Исследование влияния температурных полей на геометрические параметры деталей и сборочных единиц из полимерных композиционных материалов(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
10	Исследование влияния технологических режимов изготовления элементов конструкции изделия ПС-90А из полимерных композиционных материалов на их свойства(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
11	Исследование физико-механических и адгезионных характеристик модифицированных теплозащитных материалов на основе синтетических этиленпропиленовых каучуков(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
12	Моделирование процессов деформирования и разрушения тел с концентраторами напряжений (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
13	Модификация клея 51-К-45 углеродными нанотрубками (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
14	Модифицирование наружных теплозащитных покрытий с применением армирующих наполнителей (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
15	Особенности изготовления транспортно-пускового контейнера из полимерного композиционного материала с греющим элементом (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
16	Отработка технологических параметров процесса получения карбидокремниевого покрытия диффузионным методом (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
17	Применение высокотемпературных материалов в узлах авиационного двигателя (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
18	Применение различных нитей в процессе изготовления УУКМ с пространственно-армирующими структурами 3d. 4d. 5d. (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
19	Проектирование корпуса разделителя потоков(обтекателя) для двигателя большой тяги (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
20	Проектирование обшивки газогенератора из полимерных композиционных материалов газотурбинного двигателя (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
21	Проектирование решеток реверсивного устройства из полимерных композиционных материалов(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com) .
22	Проектирование створки реверсивного устройства из термопластичного материала для изготовления методом термоформования (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
23	Разработка спрямляющего аппарата для газотурбинного двигателя с лопатками из полимерных композиционных материалов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
24	Разработка технологии изготовления звукопоглощающей конструкции макета воздухозаборника из полимерных композиционных материалов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
25	Разработка технологии изготовления конструктивно подобных элементов панелей обшивки газогенератора из высокотемпературных ПКМ(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com) .
26	Разработка технологии изготовления контрольного образца конструктивно-подобного элемента корпусной детали из полимерных композиционных материалов(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com) .
27	Разработка технологии изготовления корпуса комбинированного глушителя (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
28	Разработка технологии изготовления стандартных образцов из опытных партий препрега углепластика для проверки свойств различных клеев(с использованием

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
	электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com) .
29	Разработка технологии намотки из углепластика для защитного слоя металлических труб газопроводов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
30	Разработка технологии нанесения антикоррозионной защиты труб газопроводов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
31	Разработка технологии склейки металлических и углепластиковых деталей(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com) .
32	Разработка технологии формирования защитного слоя из полимерных композиционных материалов с использованием оптоволоконных датчиков(с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
33	Разработка технологического процесса изготовления изделия конической формы методом намотки (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
34	Разработка технологической линии по производству химстойких ёмкостей из полимерных композиционных материалов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
35	Разработка универсальной оснастки для определения прочностных и жесткостных характеристик звукопоглощающих конструкций при проведении механических лабораторных испытаний (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
36	Расчет и проектирование носового обтекателя из полимерных композиционных материалов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
37	Технология изготовления теплозащитного покрытия металлического корпуса ракетного двигателя твёрдого топлива с удлиненной цилиндрической частью (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
38	Технология изготовления экранов газогенератора двигателя ПД-14 из высокотемпературных полимерных композиционных материалов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
39	Численное моделирование локализации деформаций стальных образцов в экспериментах на одноосное растяжение (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com).
40	Численное моделирование механического поведения конструкций из полимерных композиционных материалов, оснащенных управляющими пьезо-элементами (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)
41	Численный расчет эффективных упругих характеристик пространственно-армированных композиционных материалов (с использованием электронных ресурсов https://www.elibrary.ru https://elib.pstu.ru https://search.ebscohost.com)

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала в области механики композиционных материалов.

В процессе изучения дисциплины используются инновационные технологии для проведения лекционных и практических занятий. Лекции-презентации подготовлены с использованием инновационного объяснительно-иллюстративного метода.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: формируются группы (подгруппы); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму, в зависимости от поставленных целей.

Технологии организации самостоятельной работы основываются на использовании разработанных Интернет-ресурсов – справочные пособия, практикумы, лекции-презентации, обучающие методики.

Контрольные мероприятия включают контрольные работы по каждому учебному модулю. Предусмотрено выполнение студентами индивидуальных заданий.

Применение ИКТ в учебном процессе университета (ЭИОС ПНИПУ)

Организация контактной работы с обучающимися <https://bigbluebutton.pstu.ru>

Понятие электронно-информационной образовательной среды <https://elib.pstu.ru>

Требования к структуре и элементам электронного курса дисциплины <https://do.pstu.ru>

Инструменты для создания элементов электронного курса <https://owncloud.pstu.ru>

Создание и реализация оценочных средств на СДО ПНИПУ <https://do.pstu.ru>

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и оформлению рефератов.

4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.

5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Аттетков А.В. Введение в методы оптимизации : учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2008.	15

2	Дарков А. В. Строительная механика : учебник для вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.	32
3	Корнеев В.П. Методы оптимизации : учебник / В.П. Корнеев. - М.: Высш. шк., 2007.	14
4	Старцева Л. В. Строительная механика в примерах и задачах : учебное пособие / Л. В. Старцева, В. Г. Архипов, А. А. Семенов. - Москва: Изд-во АСВ, 2014.	11
5	Чекалкин А. А. Динамика и устойчивость композитных конструкций : учебное пособие / А. А. Чекалкин, А. Г. Котов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	68
6	Чекалкин А. А., Палкин Д. Д. Строительная механика, динамика и устойчивость композитных конструкций : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2021. 229 с. 14,5 усл. печ. л.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Алфутков Н. А. Основы расчета на устойчивость упругих систем / Н. А. Алфутков. - Москва: Машиностроение, 1991.	12
2	Аттетков А. В. Методы оптимизации : учебник для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В.С. Зарубин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.	76
3	Аттетков А. В. Методы оптимизации : учебник для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003.	20
4	Колмогоров Г.Л. Вариационные методы в теории пластин и оболочек : учебное пособие / Г. Л. Колмогоров, Г. Е. Мельникова, В. Р. Кулиев. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2000.	14
5	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	48
6	Лесин В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие для вузов / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011.	17
7	Пантелеев А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / А. В. Пантелеев. - Москва: Изд-во МАИ, 2000.	20
8	Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С. Л. Баженов [и др.]. - Долгопрудный: Интеллект, 2010.	25
9	Романко В. К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления : учебное пособие для вузов / В. К. Романко. - Москва СПб: Лаб. Базовых Знаний, Физматлит, Нев. Диалект, 2000.	33
10	Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление : учебник для вузов / Л.Э. Эльсгольц. - Москва: УРСС, 2002.	70
2.2. Периодические издания		
1	Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, ISSN 1995-2732 (https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=11964)	
2	Вестник Московского авиационного института, ISSN 0869-6101 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8504)	
3	Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение ISSN 2224-9877 (https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=32646)	

4	Вопросы атомной науки и техники. Серия «Материаловедение и новые материалы», ISSN 0321-222X (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=26821)	
5	Вопросы материаловедения, ISSN 1994-6716 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8592)	
6	Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии, ISSN 1999-494X (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=26374)	
7	Заготовительные производства в машиностроении (кузнечно-прессовое, литейное и другие производства), ISSN 1684-1107 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7805)	
8	Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия, ISSN 1997-308X (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=26676)	
9	Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Техника и технологии, ISSN 2223-1528 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=38069)	
10	Инженерный журнал: наука и инновации, ISSN 2308-6033 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=38084)	
11	Информационно-технологический вестник, ISSN 2409-1650 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=53225)	
12	Конструкции из композиционных материалов – межотраслевой научно-технический журнал, ISSN 2073-2562 (https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8785)	
13	Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением, ISSN 0234-8241 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8795)	
14	Материаловедение. Энергетика, ISSN 2687-1300 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=74985)	
15	Обработка металлов (технология • оборудование • инструменты), ISSN 1994-6309 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8950)	
16	Огнеупоры и техническая керамика, ISSN 0369-7290 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=21381)	
17	Перспективные материалы, ISSN 1028-978X (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7938)	
18	Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования, ISSN 2520-2227 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=62828)	
19	Проблемы черной металлургии и материаловедения, ISSN 1997-9258 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=28135)	
20	Расплавы, ISSN 0235-0106 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7982)	
21	Технология легких сплавов, ISSN 0321-4664 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=9159)	
22	Технология машиностроения, ISSN 1562-322X (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=9160)	
23	Титан, ISSN 2075-2903 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=26575)	
24	Упрочняющие технологии и покрытия, ISSN 1813-1336 (https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=9630)	
25	ФОТОНИКА, ISSN 1993-7296 (https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=32348)	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	

3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления	https://internet-law.ru/gosts/gost/65555/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 56465-2015 Системы космические. Материалы неметаллические на основе керамоматричных и углерод-углеродных композиционных материалов. Классификация. Номенклатура показателей	https://internet-law.ru/gosts/gost/60132/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 56466-2015 Системы космические. Методы испытаний материалов. Метод определения температурного коэффициента линейного расширения композиционных материалов при высоких температурах	https://internet-law.ru/gosts/gost/60133/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 56467-2015 Системы космические. Материалы порошковые металлические и металлические композиционные. Классификация. Номенклатура показателей	https://internet-law.ru/gosts/gost/60134/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	ГОСТ Р 59310-2021 Системы космические. Пенокомпаннды. Общие технические условия	https://internet-law.ru/gosts/gost/75436/	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2083	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Чекалкин А. А., Котов А.Г., Динамика и устойчивость композитных конструкций : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2006. 65 с.	https://elib.pstu.ru/docview/2548	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Чекалкин А. А., Паньков А. А. Лекции по механике конструкций из композиционных материалов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 1999. 150 с.	https://elib.pstu.ru/docview/2610	локальная сеть; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Сулейманов Р. Н., Соколкин Ю.В., Чекалкин А.А. Методические указания по освоению дисциплины «Математические основы механики материалов» для студентов бакалавриата по направлению 22.03.01, Пермь : Издательство ПНИПУ, 2017. 10 с.	https://elib.pstu.ru/docview/3775	локальная сеть; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Сулейманов Р. Н., Соколкин Ю.В., Чекалкин А.А. Методические указания по освоению дисциплины «Рациональное проектирование композитов» для студентов бакалавриата по направлению 22.03.01, Пермь : Издательство ПНИПУ, 2017. 9 с.	https://elib.pstu.ru/docview/3780	локальная сеть; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Сулейманов Р. Н., Чекалкин А.А. Методические указания по освоению дисциплины «Строительная механика композитных конструкций» для студентов бакалавриата по направлению 22.03.01, Пермь : Издательство ПНИПУ, 2017. 12 с.	https://elib.pstu.ru/docview/3807	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Макарова Е.Ю., Соколкин Ю.В., Чекалкин А.А. Методические указания по проведению научно-исследовательской работы для студентов бакалавриата по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2017. 40 с.	https://elib.pstu.ru/docview/3808	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Чекалкин А. А., Палкин Д. Д. Строительная механика, динамика и устойчивость композитных конструкций : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2021. 229 с.	https://elib.pstu.ru/docview/5368	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Шапошников Н. Н. Строительная механика : учебник / Шапошников Н. Н., Кристалинский Р. Х., Дарков А. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2018.	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-105987	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Макарова Е.Ю., Соколкин Ю.В., Чекалкин А.А. Методические указания по проведению научно-исследовательской работы для студентов бакалавриата по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2017. 40 с.	https://elib.pstu.ru/docview/3808	локальная сеть; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Сулейманов Р. Н., Чекалкин А.А. Методические указания по освоению дисциплины «Специальные разделы математики» для студентов бакалавриата по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Пермь : Издательство ПНИПУ, 2017. 10 с.	https://elib.pstu.ru/docview/3806	локальная сеть; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / Соколкин Ю.В., Вотинов А.М., Ташкинов А.А., Постных А.М., Чекалкин А.А. М. : Наука : Физматлит, 1996. 239 с.	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib7348	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютеры	12
Лекция	Маркерная доска	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Парты	25
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютеры	12
Практическое занятие	Парты	25

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Строительная механика композитных конструкций»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы:	Конструирование и производство изделий из композиционных материалов
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Механика композиционных материалов и конструкций
Форма обучения:	Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	7	3Е
Часов по рабочему учебному плану:	252	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 7 семестр

Пермь 2022 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего контроля при изучении теоретического материала и сдаче экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
З.1 знать основы расчетов на прочность и жесткость деталей из композиционных материалов		ТО1				ТВ
З.2 знать гипотезы и теории, применимые к конкретным типам материалов	С1	ТО2				ТВ
З.3 знать основы расчетов на прочность и жесткость деталей из композиционных материалов		ТО3				ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь осуществлять постановку краевой задачи упругого деформирования анизотропных пластин и оболочек						ПЗ
У.2 уметь выполнять расчеты на прочность и жесткость						ПЗ
У.3 уметь выбирать материалы для заданных условий эксплуатации и решения задач профессиональной деятельности						ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками построения математических моделей решаемых задач и прикладными методами расчета элементов конструкции						КЗ
В.2 владеть принципами выбора материалов для элементов конструкций						КЗ
В.3 владеть навыками использования методов структурного анализа и определения физико-механических свойств материалов						КЗ

С – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОЛР* – отчет по лабораторной работе; *Т/КР* – рубежное тестирование

(контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений

всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в приложении 1.

2.2.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные понятия теории анизотропных пластин
2. Гипотезы теории изгиба тонких анизотропных пластин
3. Уравнения равновесия тонкой анизотропной пластины
4. Гипотезы анизотропной пластины по модели Тимошенко
5. Гипотезы анизотропной пластины по модели Амбарцумяна
6. Гипотезы теории гибких пластин
7. Геометрические соотношения гибкой пластин
8. Уравнения равновесия гибкой пластины
9. Основные понятия теории анизотропных пластин
10. Гипотезы теории изгиба тонких анизотропных пластин
11. Уравнения равновесия тонкой анизотропной пластины
12. Гипотезы анизотропной пластины по модели Амбарцумяна
13. Гипотезы теории гибких пластин
14. Геометрические соотношения гибкой пластины
15. Основные гипотезы теории анизотропных оболочек
16. Теория анизотропных оболочек, основные определения
17. Основные гипотезы теории анизотропных оболочек

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Оболочки вращения, геометрические параметры оболочек вращения
2. Пологие оболочки, геометрические параметры пологих оболочек
3. Граничные условия и постановка краевой задачи теории оболочек
4. Энергия упругого деформирования анизотропной оболочки
5. Определение внутренних усилий и моментов в анизотропной оболочке
6. Геометрические соотношения теории оболочек: модель Кирхгофа-Лява
7. Геометрические соотношения теории оболочек: модель Тимошенко
8. Описание геометрии тонкостенной оболочки, квадратичные формы и кривизны поверхности
9. Изгиб пластины в ортогональных криволинейных координатах: уравнение прогиба пластины
10. Изгиб пластины в ортогональных криволинейных координатах: энергия упругого деформирования пластины
11. Изгиб пластины в ортогональных криволинейных координатах: геометрические соотношения. Изгиб пластины в ортогональных криволинейных координатах: внутренние силовые факторы
12. Система разрешающих уравнений гибкой пластины в форме Кармана
13. Система разрешающих уравнений гибкой пластины в перемещениях
14. Уравнение движения пластины
15. Пластина на упругом основании

16. Расчет пластин с ребрами жесткости
17. Условия на контуре пластины, типичные краевые условия
18. Уравнение прогиба тонкой анизотропной пластины

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Перемещения и деформации пластины Амбарцумяна
 2. Расчет пластины при произвольной ориентации внешних нагрузок
 3. Приближенные методы решения задачи изгиба пластин. Метод Ритца-Тимошенко
 4. Приближенные методы решения задачи изгиба пластин. Метод Власова
 5. Приближенные методы решения задачи изгиба пластин. Метод Бубнова-Галеркина
 6. Напряжения в анизотропной пластине Амбарцумяна
 7. Перемещения и деформации пластины Амбарцумяна
 8. Напряжения в анизотропной пластине Тимошенко
 9. Напряжения в анизотропной тонкой пластине, понятие изгибной жесткости пластины и определение моментов
 10. Перемещения и деформации тонкой пластины
 11. Перемещения и деформации пластины Тимошенко
 12. Получение системы разрешающих уравнений пологой оболочки
 13. Уравнения равновесия анизотропных пологих оболочек в рамках теории Кирхгоффа-Лява
 14. Уравнения равновесия анизотропных пологих оболочек в рамках уточненной модели Тимошенко
 15. Получение системы разрешающих уравнений оболочки вращения
 16. Уравнения равновесия анизотропных оболочек вращения при осесимметричном нагружении в рамках теории Кирхгоффа-Лява
 17. Уравнения равновесия анизотропных оболочек вращения при осесимметричном нагружении в рамках уточненной модели Тимошенко
- Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 2. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

2.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.1, 2.2, 2.3

Таблица 2.1. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.2. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.3. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Оценочный лист

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде экзамена является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов

контролируемых компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы билета, и результатов текущей успеваемости студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей успеваемости студента, а также по ответам на вопросы и задания билета.

В оценочный лист включаются:

-Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.

-Три оценки за ответы на вопросы и задания билета по 4-х балльной шкале оценивания.

-Средняя оценка уровня сформированности компетенций.

-Итоговая оценка уровня сформированности компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка уровня сформированности заявленных компетенций, на основании которой по сформулированным ниже критериям выставляется итоговая оценка промежуточной аттестации по дисциплине. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Форма и пример оценочного листа уровня сформированности компетенций

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за дифференцированный зачет для каждого результата обучения			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка за промежуточную аттестацию
	знания	умения	владения		
5	5	4	5	4.75	<i>Отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>Удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>Хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>Неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>Неудовлетворительно</i>

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка $> 4,5$.

«Хорошо» – средняя оценка $> 3,7$ и $\leq 4,5$.

«Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка $< 3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций