

Документ подписан простой электронной подписью

Информация [Министерство](#)

ФИО: Ключков Юрий Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 08.08.2024 09:48:10

Уникальный программный ключ:

4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Ю.Е. Якубовский

«_____» 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Теория расчета композитных материалов

направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

направленность (профиль): Моделирование механических систем и процессов

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры Прикладной механики

Протокол № ____ от ____ 2024 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: подготовка к деятельности, связанной с проектированием композитных конструкций для различных отраслей с применением современных средства вычислительной техники и компьютерных программ.

Задачи дисциплины:

- изучение методов и средств для определения механических свойств новых композитных материалов;
- освоение методов проектирования композитных конструкций и выбора оптимальных структур для заданного вида нагружения;
- ознакомление с основными преимуществами, которые могут быть достигнуты при замене традиционных сплавов на композиты.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основных понятий, законов и методов моделирования, применяемых в механике; аналитических методов расчета конструкций при различных видах деформаций;

умение оставлять расчётную схему конструкции, выбирать метод расчёта и выполнять расчёт отдельных элементов; выполнять статический и динамический расчеты на прочность;

владение методами математики, теоретической механики и сопротивления материалов при расчете отдельных конструкций.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Математика, Физика, Сопротивление материалов, Строительная механика, Теория упругости и служит основой для освоения дисциплин Экспериментальная механика композитов или Экспериментальная механика деформируемого твердого тела.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины/модуля направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
ПКС-2 Осуществлять выполнение экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	ПКС-2.2. Применяет наблюдения и измерения для составления описаний и формулировки выводов.	Знать: З1 методы проведения экспериментов и обработки полученной информации. Уметь: У1 применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов, проведенных исследований и разработок.
	ПКС-2.3. Составляет отчеты (разделы отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов.	Владеть: В1 навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования. Знать: З2 основные этапы и структуру подготовки отчета. Уметь: У2 оформлять результаты исследований и разработок.

		Владеть: В2 навыками оформления документации по результатам исследований и экспериментов.
--	--	---

4. Объем дисциплины/модуля

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	4/7	30	16	16	46	-	зачет

5. Структура и содержание дисциплины/модуля

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочное средство
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	Введение в механику композиционных материалов	2	2	4	6	14	ПКС-2.2	Вопросы к опросу (устному); Лабораторная работа № 1
3	2	Механика композитов	10	4	4	14	32	ПКС-2.2	Вопросы к опросу (устному); Лабораторная работа № 2, 3
4	3	Расчет композитов	10	6	4	14	34	ПКС-2.3	Вопросы к опросу (устному); Лабораторная работа № 4, 5
5	4	Механика разрушения композитов	8	4	4	12	28	ПКС-2.3	Вопросы к опросу (устному); Лабораторная работа № 6
6	Зачет		-	-	-	-	-		Вопросы к зачету
Итого:			30	16	16	46	108		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Введение в механику композиционных материалов». Появление композиционных материалов. Определение композиционного материала. Типы композитов. Композиты, армированные волокном. Композиты с дисперсными частицами.

Раздел 2. «Механика композитов». Композит как механическая система. Строение композитов. Правило смесей. Теория ячеек. Теория ортотропных материалов. Композиты, армированные дискретными волокнами. Оценка значений для верхней и нижней границ модуля упругости энергетическим методом. Механика слоистых пластин. Характеристики слоистых пластин. Определение и классификация композитов. Поведение композитных материалов. Приложения. Теория упругости анизотропных и слоистых сред. Температурные и гидротермические воздействия. Слои композитных материалов. Пластины и панели из композитных материалов. Уравнения равновесия пластины. Изгиб пластин из композитных материалов. Границные условия для пластины. Решение Навье для пластин из композитных материалов. Решение Навье для равномерно нагруженной шарнирно опертой пластины. Решение Леви для пластин из композитных материалов. Решение задачи изгиба композитной пластины со срединной плоскостью симметрии. Анализ изгиба композитной пластины с учетом изгибо-крутильных эффектов методом возмущения. Балки, стойки и стержни из композитных материалов. Основы теории. Некоторые простые решения задач для балок из композитных материалов. Изгиб слоистых балок - уточненная теория. Осевое нагружение шарнирно опретых балок. Задачи на собственные значения для композитных балок.

Раздел 3. «Расчет композитов». Метод конечных элементов. Принцип виртуальных работ. Матрица жесткостей элементов. Функция перемещений и матрица деформаций. Матрица напряжений-деформаций. Матрица жесткостей. Примеры использования метода конечных элементов. Расчет слоистых пластин.

Раздел 4. «Механика разрушения композитов». Линейная и нелинейная механика разрушения. Коэффициент интенсивности разрушения, удельная работа разрушения. Контурный интеграл. Испытания на трещиностойкость. Испытания на трехточечный изгиб.

5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Введение в механику композиционных материалов
2	2	10	-	-	Механика композитов
3	3	10	-	-	Расчет композитов
4	4	8	-	-	Механика разрушения композитов
Итого:		30	x	x	

Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Конструкционные и технологические свойства композитов
2	2	4	-	-	Оценка значений для верхней и нижней границ модуля упругости композитов энергетическим методом; Механика слоистых пластин
3	3	6	-	-	Изгиб пластин из композитных материалов; Анализ изгиба композитной пластины с учетом изгибо-крутильных эффектов методом возмущения; Задачи на собственные значения для пластин из композитных

					материалов: собственные колебания и упругая устойчивость
4	4	4	-	-	Некоторые простые решения задач для балок из композитных материалов; Механика разрушения композитов
Итого:		16	x	x	

Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Изучение технологии изготовления изделий из полимерных волокнистых композитов
2	1	2	-	-	Методы испытаний стекловолокна
3	2	2	-	-	Методы испытаний углеволокна
4	2	2	-	-	Определение количества компонентов и изготовление пластин композиционного материала
5	3	4	-	-	Определение соотношения компонентов в полученном материале
6	4	4	-	-	Исследование диаграммы деформирования ортотропного стеклопластика при растяжении
Итого:		16	x	x	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1	1	6	-	-	Введение в механику композиционных материалов	Подготовка к практическим, лабораторным работам
2	2	14	-	-	Механика композитов	Подготовка к практическим, лабораторным работам
3	3	14	-	-	Расчет композитов	Подготовка к практическим, лабораторным работам
4	4	12	-	-	Механика разрушения композитов	Подготовка к практическим, лабораторным работам
Итого:		46	x	x		

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- мультимедийные лекции с применением иллюстративно-демонстрационных материалов;
- работа в малых группах (лабораторные занятия);
- разбор практических ситуаций (практические занятия).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной, формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
	Устный опрос	10
	Лабораторная работа №1	10
	Лабораторная работа №2	10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
	Устный опрос	10
	Лабораторная работа №3	10
	Лабораторная работа №4	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
	Устный опрос	10
	Лабораторная работа №5	15
	Лабораторная работа №6	15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>
- Цифровой образовательный ресурс – библиотечная система IPR SMART – <https://www.iprbookshop.ru/>

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

- Образовательная платформа ЮРАЙТ www.urait.ru

- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>

- Национальная электронная библиотека (НЭБ)

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно- наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
			1
1	Теория расчета композитных материалов	Лекционные занятия: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточных аттестаций: № 211, 234. Учебная мебель: столы, стулья. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул.Мельникайте 72
		Практические занятия: Компьютерные классы для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточных аттестаций: № 205, 213, 319. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютеры в комплекте - 15 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул.Мельникайте 72
		Лабораторные занятия: Компьютерные классы для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточных аттестаций: № 205, 213, 319. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютеры в комплекте - 15 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул.Мельникайте 72
		Самостоятельная работа: Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: № 205, № 213. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютеры в комплекте - 15 шт	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул.Мельникайте 72

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим, лабораторным занятиям.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать

содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Теория расчета композитных материалов

Код, направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль): Моделирование механических систем и процессов

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-2 Осуществлять выполнение экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	ПКС-2.2. Применяет наблюдения и измерения для составления описаний и формулировки выводов	Знать: 31 методы проведения экспериментов и обработки полученной информации.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное знание методов проведения экспериментов и обработки полученной информации.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний методов проведения экспериментов и обработки полученной информации; допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при формулировке выводов.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний методов проведения экспериментов и обработки полученной информации; допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при формулировке выводов.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний классификации и основных свойств современных композитов; критерии прочности композитов, учитывающих направленный характер разрушения; свободно оперирует приобретенными знаниями.

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Уметь: У1 применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов, проведенных исследований и разработок.	Обучающийся не умеет применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов, проведенных исследований и разработок.	Обучающийся в недостаточной степени умеет применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов, проведенных исследований и разработок; допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при попытке переноса умения на новые эксперименты.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умения применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов, проведенных исследований и разработок; умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые эксперименты.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умения применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты экспериментов, проведенных исследований и разработок; свободно оперирует приобретёнными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
		Владеть: В1 навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования.	Обучающийся в неполном объеме владеет навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования; допускает значительные ошибки, испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования; навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования; свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-2.3. Составляет отчеты (разделы отчетов) по теме или по результатам проведенных экспериментов.		Знать: 32 основные этапы и структуру подготовки отчета.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний об основных этапах и структуре подготовки отчета; допускает значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний, испытывает значительные затруднения при попытке применить знания для новых экспериментов.	Обучающийся демонстрирует неполные знания об основных этапах и структуре подготовки отчета; допускает значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний, испытывает значительные затруднения при попытке применить знания для новых экспериментов.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний об основных этапах и структуре подготовки отчета; допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при проведении новых экспериментов.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие об основных этапах и структуре подготовки отчета; свободно оперирует приобретёнными знаниями.
		Уметь: У2 оформлять результаты исследований и разработок.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет оформлять результаты исследований и разработок; допускает значительные ошибки, испытывает затруднения при переносе умения на новый эксперимент.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умения оформлять результаты исследований и разработок; допускает значительные ошибки, испытывает затруднения при переносе умения на новый эксперимент.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умения оформлять результаты исследований и разработок; допускает лишь незначительные ошибки при переносе умения на новый эксперимент.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умения оформлять результаты исследований и разработок; свободно, применяет умения для новых экспериментов.

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
		Владеть: В2 навыками оформления документации по результатам исследований и экспериментов.	Обучающийся не владеет навыками оформления документации по результатам исследований и экспериментов.	Обучающийся в неполном объеме владеет навыками оформления документации по результатам исследований и экспериментов; проявляет недостаточность владения навыками, испытывает значительные затруднения при применении навыков.	Обучающийся частично владеет навыками оформления документации по результатам исследований и экспериментов; допускает незначительные ошибки при применении навыков.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками оформления документации по результатам исследований и экспериментов.

КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Теория расчета композитных материалов

Код, направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика

Направленность (профиль): Моделирование механических систем и процессов

№ п/п	Название учебного, учебно- методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Аннин, Б. Д. Механика композитов : учебное пособие для вузов / Б. Д. Аннин, Е. В. Карпов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18292-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/534733	ЭР*	30	100	+
2	Строительная механика, динамика и устойчивость композитных конструкций : учебное пособие / А. А. Чекалкин, Д. Д. Палкин. - Пермь : ПНИПУ, 2021. - 230 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/239831	ЭР*	30	100	+
3	Усманов, Д. Б. Проектирование конструкций из композиционных материалов : учебное пособие / Д. Б. Усманов, Ф. К. Синьковский, Л. А. Семенова. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021. — 218 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124309.html .	ЭР*	30	100	+
4	Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия : учебное пособие / В. В. Носов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 240 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/211361	ЭР*	30	100	+
5	Черепанов, Г. П. Механика разрушения / Г. П. Черепанов. — Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2012. — 874 с. — ISBN 978-5-4344-0036-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/92378.html .	ЭР*	30	100	+

*ЭР – электронный ресурс доступный через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ
<http://webirbis.tsogu.ru/>

Лист согласования 00ДО-0000749790

Внутренний документ "Теория расчета композитных материалов _2024_15.03.03_ММС6"

Документ подготовил: Двинская Ольга Асхатовна

Документ подписал: Якубовский Юрий Евгеньевич

Серийный номер ЭП	Должность	ФИО	ИО	Результат	Дата	Комментарий
	Заведующий кафедрой, имеющий ученую степень доктора наук	Якубовский Юрий Евгеньевич		Согласовано		
	Директор	Каюкова Дарья Хрисановна		Согласовано		Отредактировано
	Ведущий специалист		Кубасова Светлана Викторовна	Согласовано		