

**СОГЛАСОВАНО**

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.1.1 «Оптимизация структуры и проектирования композиционных материалов и конструкций»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **22.04.01  
Материаловедение и технологии материалов**

Направленность (профиль, специализация): **Материаловедение и технологии композиционных материалов**

Статус дисциплины: **элективные дисциплины (модули)**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	профессор	В.Б. Маркин
Согласовал	Зав. кафедрой «»	
	руководитель направленности (профиля) программы	В.Б. Маркин

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению наука	ПК-2.1	Выбирает методы научного исследования в области материаловедения и технологии материалов
		ПК-2.2	Анализирует результаты научных исследований в области материаловедения и представляет результаты анализа
		ПК-2.3	Использует современные методы проектирования и исследования материалов для обеспечения качества изделий и конструкций
ПК-4	Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-4.1	Обосновывает выбор материалов и их расходование с позиций надежности, экономичности и экологичности
		ПК-4.2	Учитывает при проведении исследований эксплуатационные условия применения материалов различных классов, уровень их качества

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Материаловедение композиционных материалов, Основы обеспечения качества композиционных материалов, Современные методы проектирования изделий из композиционных материалов, Современные проблемы наук о материалах и процессах
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	

					(час)
очная	14	0	28	102	52

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 3**

**Лекционные занятия (14ч.)**

- 1. Введение в курс. Основные положения, определяющие концепцию анализа и оптимизации инженерных решений в области композиционных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4]** Полимерные композиционные материалы в современной технике. Современные методы оптимального проектирования материалов и изделий. Выбор метода научного исследования, исходя из конкретных задач, организация его осуществление и анализа результаты с использованием современных методов обработки данных, оформление полученных результатов в виде отчета, научной публикации, доклада, подготовка (под руководством) документов к патентованию, оформлению ноу-хау
- 2. Конструктивные критерии оптимальности как метод научного исследования при проектировании композиционных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** Конструктивные критерии оптимальности, опирающиеся на параметры напряженно-деформированного состояния материала. Критерий равнопрочности. Критерии Хилла, Цая-Ву, критерий пропорциональности упругих и прочностных параметров композита
- 3. Оптимальное армирование и выбор рациональных конструктивных форм оболочек вращения из композиционных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** Оптимальное армирование по нитяной модели композиционного материала. Оптимальное армирование при плоском напряженном состоянии. Выбор научного исследования структуры материала.
- 4. Общий случай оптимального армирования композиционных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6]** Схема армирования для получения квазиизотропных композитов. Выбор методов армирования и анализ характера разрушения композита. Обоснованный выбор материалов для получения композитов с повышенной надежностью.
- 5. Методы математического программирования в задачах оптимального проектирования композитных конструкций {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,5]** Основа метода математического программирования в области композиционных материалов. Обоснование выбора материала с позиции надежности и экономичности.

**6. Геометрическое программирование в задачах оптимизации и проектирования конструкций из композиционных материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,5,6]** Геометрическое программирование, понятие двойственности функций. Анализ двойственных функций. геометрическое свойство неравенств. Учет эксплуатационных условий применения армированных материалов.

**7. Методы оптимального управления в задачах проектирования изделий из полимерных композитов для обеспечения их качества {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3,6]** Метод оптимального управления при проектировании баллонов давления, образованных намоткой. Цилиндрический баллон давления. Анализ результатов работы материалов в условиях эксплуатации.

#### **Практические занятия (28ч.)**

**1. Определение параметров жесткости и условий равнодеформируемости композиционных материалов при оптимальном проектировании. Результаты анализа критериев оптимизации. {творческое задание} (2ч.)[1,3]** Определение параметров реальных материалов и анализ поведения композитов в условиях эксплуатационных нагрузок.

**2. Методы математического программирования при решении оптимальной задачи {творческое задание} (4ч.)[3,6]** Расчет композитной балки на стоимость при решении задач с позиций надежности и экономичности. Анализ результатов оптимизации проектирования. Проектирование композитной стойки шасси летательного аппарата с позиции уменьшения массы и сохранения надежности.

**3. Метод геометрического программирования в задачах проектирования реальных конструкций. {творческое задание} (4ч.)[1,3]** Проектирование сжатого композитного стержня, работающего на сжимающие нагрузки с позиций оптимизации массы и надежности. Проектирование лопасти винта вертолёта из композиционных материалов с анализом результатов по экономичности и надёжности. Определение подъёмной силы лопасти.

**4. Анализ геометрических и конструктивных параметров баллонов давления, образованных намоткой {творческое задание} (4ч.)[1,3]** Анализ влияния эксплуатационных условий на состояние силовой оболочки баллона давления, образованного намоткой армирующего волокна. Исследование распределения напряжений в силовой оболочке баллона. Метод отсечного равновесия для определения и анализа параметров оболочки при осесимметричном нагружении.

**5. Научное исследование применения соотношения дифференциальной геометрии в теории намотки изделий из композиционных материалов {творческое задание} (4ч.)[3,4]** Геодезические кривые на поверхности оправки. Представление поверхности вращения. Геометрические ограничения на технологию укладки нити на поверхность. Теорема Клеро и её применение для обеспечения качества намотки волокна на оправку. Основные параметры теории

намотки нитью. Статические и динамические соотношения в технологии намотки.

**6. Оптимизация основных расчетных параметров ребристых оболочек. Рациональный выбор материалов и оптимизация их расходов на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения {творческое задание} (4ч.)[3,5]** Общее представление ребристых оболочек. Безмоментное состояние оболочки и методы её расчета. Континуальная модель ребристой оболочки для оценки прочности и качества конструкций. Потеря устойчивости ребристой оболочки.

**7. Расчет тонкостенного баллона давления, подкрепленного композитной оболочкой {разработка проекта} (6ч.)[2,3,4,6]** Разработка баллона высокого давления, имеющего металлический лейнер и подкрепление по цилиндрической части композитной оболочкой. Обоснование и выбор материалов с позиций надежности и экономичности.

### **Самостоятельная работа (102ч.)**

**1. Подготовка к контрольным работам {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (6ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Подготовка к выполнению двух контрольных работ в семестре по лекционному материалу

**2. Выполнение расчетного задания {творческое задание} (50ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Выполнение расчетного задания по темам, связанным с оптимальным проектированием конструкций из композиционных материалов

**3. Подготовка докладов для выступления на практических занятиях {творческое задание} (10ч.)[1,2,3,4,5,6]** Выполнение рефератов и подготовка докладов по темам, связанных с оптимальным проектированием конструкций из полимерных композиционных материалов

**4. Подготовка к экзамену {творческое задание} (36ч.)[1,2,3,4,5,6,7]** Подготовка к сдаче экзамена

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Маркин В.Б. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Оптимальное проектирование изделий из композиционных материалов» [Текст] / В.Б. Маркин, Е.А. Новиковский; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – 43 с.

Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/novikovskij-opikm.pdf>

## **6. Перечень учебной литературы**

### 6.1. Основная литература

2. В.В. Воробей, В.Б. Маркин. Основы проектирования и технология сверхлёгких композитных баллонов высокого давления : монография / В.В. Воробей, В.Б. Маркин. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. -166 с.

Прямая ссылка: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Markin\\_ballon.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Markin_ballon.pdf)

3. Маркин В.Б. Оптимальное проектирование конструкций из композиционных материалов: учебное пособие / В.Б. Маркин; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. -144 с.

Прямая ссылка: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Markin\\_opk.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ssm/Markin_opk.pdf)

### 6.2. Дополнительная литература

4. В.Б. Маркин. Строительная механика композитных конструкций : учебное пособие. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004.-180 с. 31 экз.

5. Абдулхаков, К.А. Расчет на прочность элементов конструкций: учебное пособие / К.А. Абдулхаков, В.М. Котляр, С.Г. Сидорин; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. - 118 с. : ил. табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1324-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258612> (01.10.2015).

6. С.В. Ананьин, Е.С. Ананьева , В.Б. Маркин. Композиционные материалы [Электронный ресурс] : Учебное пособие, / С. В. Ананьин , Е. С. Ананьева , В. Б. Маркин ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - (pdf-файл : 1,3 Мбайта) и Электрон. текстовые дан. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ. Ч. 2. - 2007. - 94 с. - Библиогр.: с. 94. - Б. ц. Прямая ссылка:

<http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/posob-svaz.pdf>

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

7. [http://vestnik.osu.ru/2015\\_9/26.pdf](http://vestnik.osu.ru/2015_9/26.pdf)

8. Libre Office

9. Kaspersky

10. ИСС – [window.edu.ru](http://window.edu.ru)

11. Национальная электронная библиотека

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )
3	Самая полная база данных свойств материалов в мире Total Materia, выступающего в качестве платформы для уникальной коллекции наборов данных и модулей, служащих глобальному инженерному сообществу ( <a href="http://docs.cntd.ru/document/437016147">docs.cntd.ru</a> document/437016147)

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».