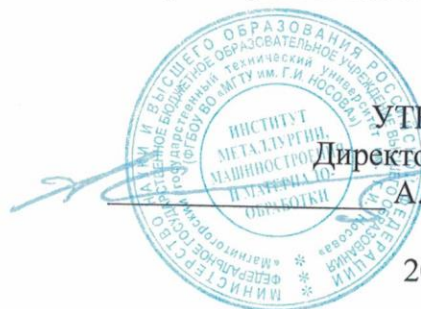




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Функциональные материалы и покрытия

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов  
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТОМ, канд. техн. наук  А.Е. Гулин

Рецензент:

доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  М.В. Потапова



## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины «Компьютерное моделирование композиционных материалов» является подготовка специалистов, понимающих физические принципы, лежащие в основе моделирования композиционных материалов, имеющих представление о возможности основных методов компьютерного моделирования и владеющих навыками применения современных методов компьютерного моделирования и программных средств при решении практических задач моделирования композиционных материалов и технологий их обработки.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Компьютерное моделирование композиционных материалов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/практик:

Физика

Математика

Физические свойства материалов

Теория обработки металлов давлением

Виды и свойства покрытий

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Основы деформационного наноструктурирования

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Учебно-исследовательская работа студента

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Компьютерное моделирование композиционных материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-5 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>- основные сведения о процессах машиностроения и материалобработки, существующих композиционных материалах и их свойствах;</li><li>- основные информационные технологии и пути их применения для компьютерного моделирования композиционных материалов;</li><li>- основные методы компьютерного моделирования процессов существующие методы компьютерного моделирования процессов машиностроения и материалобработки;</li><li>- параметры процессов; границы применимости методов компьютерного моделирования;</li><li>- принципы компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; достоинства, недостатки и ограничения методов компьютерного моделирования;</li><li>- особенности применения методов компьютерного моделирования.</li></ul>

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обсуждать методы компьютерного моделирования материалов и технологических процессов; использовать различные информационные ресурсы для нахождения исходных данных для компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов</li> <li>- применять знания в области информационных технологий для корректного построения элементов компьютерных программ для моделирования композиционных материалов и технологических процессов; строить типичные модели композиционных материалов и технологических процессов</li> <li>- применять междисциплинарные знания для построения элементов компьютерных программ для диагностики и моделирования материалов и технологических процессов; аргументированно обосновывать применение методов компьютерного моделирования для анализа и диагностирования материалов и технологических процессов</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способами демонстрации умения объяснять сущность методов компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; профессиональным языком в области компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов</li> <li>- методами определения влияния технологических режимов на структуру и свойств материалов и технологических процессов для прогнозирования и компьютерного моделирования; практическими умениями построения элементов компьютерных программ для моделирования композиционных материалов и технологических процессов</li> <li>- навыками использования междисциплинарных знаний для объяснения и корректной интерпретации результатов компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; основными методами компьютерного моделирования материалов и технологических процессов</li> </ul>

#### 4. Структура, объём содержания дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 88,4 академических часов;
- аудиторная – 84 академических часов;
- внеаудиторная – 4,4 академических часов;
- самостоятельная работа – 55,9 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов.

Форма аттестации – экзамен

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Формат текущего контроля успеваемости промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лекции	Лаб.	Практ. зан.				
1. Модели. Моделирование								
1.1 Основные понятия и определения. Цели и принципы моделирования композиционных материалов и технологий их обработки	7	3			4	Повторение лекции		ПК-5
1.2 Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и моделирования		3			4	Повторение лекции		ПК-5
1.3 Функции моделей. Факторы, влияющие на модель объекта		4			4	Повторение лекции	Блиц-опрос по теме лекции	ПК-5
Итого по разделу		1			1			
2. Построение геометрических моделей								
2.1 Знакомство с программными комплексами	7	5		6	4		Фронтальный опрос	ПК-5
2.2 Твердотельное моделирование деталей из композиционных материалов		5		6	6	Подготовка к сдаче практической работы	Сдача практической работы	ПК-5
Итого по разделу		1		12	1			
3. Конечнo-элементное моделирование композиционных материалов и технологий их обработки								
3.1 Обзор программных комплексов конечнo-элементного моделирования	7	4			4	Изучение научной литературы по теме		ПК-5

3.2 Подготовка данных для компьютерного моделирования	5	7	7	Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче практическому	Сдача практической работы	ПК-5
3.3 Определение взаимодействия между объектами граничных условий модели	4	9/6 И	7	Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче практическому	Сдача практической работы	ПК-5
3.4 Построение компьютерных моделей	5	7/6 И	8	Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче практическому	Сдача практической работы	ПК-5
3.5 Обработка результатов компьютерного моделирования	4	7/6 И	7, 9	Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче практическому	Сдача практической работы	ПК-5
Итого по разделу	2 2	30/1 8 И	3 3,			
Итого за семестр	4 2	42/1 8 И	5 5,		экзамен	
Итого по дисциплине	4 2	42/1 8 И	5 5,		экзамен	ПК-5

## **5 Образовательные технологии**

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов, понимающих физические принципы лежащие в основе моделирования композиционных материалов, имеющих представление о возможностях основных методов компьютерного моделирования и владеющих навыками применения современных методов компьютерного моделирования и программных средств при решении практических задач моделирования процессов обработки композиционных материалов.

Задача курса – формирование у студентов знаний о физических и математических методах компьютерного моделирования и навыков решения практических задач посредством математического аппарата компьютерного моделирования. Эти знания и навыки должны служить фундаментом для формирования профессиональных качеств. Они необходимы также для дальнейшего написания ВКР.

С целью реализации компетентного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- закрепление теоретического материала на практических занятиях.

Для более детального и глубокого понимания теоретического материала, который в связи со спецификой изучаемого материала чаще всего носит математизированный характер, используются различные системы визуализации данных. При этом студенты приобретают навык построения конечно-элементных моделей, а также навык оценки адекватности построенных моделей и соответствия их действительности с учетом всех допущений

### **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

### **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлено в приложении 2.

### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **а) Основная литература:**

1. Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебник / И. О. Леушин. - М.: Форум: НИЦИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101315-1. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1012428>

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Малышевская, Л. Г. Основы моделирования в среде автоматизированной системы проектирования «Компас 3D»: Учебное пособие / Малышевская Л. Г. - Железногорск: ФГБОУ ВОС ПСАГПСМЧС России, 2017. - 72 с. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/912689>

2. Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие / Косенко И. И., Кузнецова Л. В., Николаев А. В. - Москва: Альфа-М, ИНФРА-М Издательский Дом, 2016. - 176 с. (Технологический сервис) ISBN 978-5-98281-280-3. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/555214>



**в) Методические указания:**

1. Конечно-элементное моделирование процессов интенсивной пластической деформации: Метод. указ. / Пустовойтов Д. О. Гулина А. Е. - Магнитогорск: ГОУВПО «МГТУ», 2015. – 31 с.

2. Моделирование процессов интенсивной пластической деформации и использование мпрограммно-комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М. В., Барышников М. П., Полякова М. А., Емалева Д. Г., Мохнаткина А. В. - Магнитогорск: ГОУВПО «МГТУ», 2010. – 20 с.

3. Моделирование процессов ОМД. Критерии Подобия: Метод. указ. / Корчунов А. Г., Пиварова К. Г., Пыхтунова С. В., Закиров Д. М. - Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012. – 9 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MSOffice2007Professional	№135от17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободнораспрост	бессрочно
LibreOffice	свободнораспрост	бессрочно
АСКОНКомпас3Dv.16	Д-261-17от16.03.2017	бессрочно
Аппаратно-программный комплекс «Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях»	К-62-14от12.08.2014	бессрочно
AbaqusStudentEdition	свободнораспространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука»	URL: <a href="http://education.polpred.com/">http://education.polpred.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой пакетом MSOffice, сподключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой пакетом MSOffice, сподключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

По дисциплине «Компьютерное моделирование композиционных материалов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает участие в собеседовании на заданную тему, подготовке обоснованных ответов на вопросы преподавателя и участие в устном опросе, разбор практических вопросов продвижения научной продукции.

Устный опрос:

Основные понятия и определения.

Цели и принципы моделирования композиционных материалов и технологий их обработки.

Аксиомы теории моделирования.

Виды моделей и моделирования.

Функции моделей

Факторы, влияющие на модель объекта

Обзор и сравнение программных комплексов

Твердотельное моделирование деталей из композиционных материалов

Обзор программных комплексов конечно-элементного моделирования

Подготовка данных для компьютерного моделирования

Определение взаимодействия между объектами и граничных условий модели

Построение компьютерных моделей

Обработка результатов компьютерного моделирования

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы, материалов интернет-ресурсов по соответствующей теме для выбора материала для участия в собеседованиях и устных опросах.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-5: способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов		
Знать	<p>основные сведения о процессах машиностроения и материалообработки, существующих композиционных материалах и их свойствах; основные информационные технологии и пути их применения для компьютерного моделирования композиционных материалов; основные методы компьютерного моделирования процессов</p> <p>существующие методы компьютерного моделирования процессов машиностроения и материалообработки; параметры процессов; границы применимости методов компьютерного моделирования</p> <p>принципы компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; достоинства, недостатки и ограничения методов компьютерного моделирования; особенности применения методов компьютерного моделирования</p>	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель «черный ящик». Описание. Применение.</li> <li>2. Модель «белый ящик». Описание. Применение.</li> <li>3. Модель «серый ящик». Описание. Применение.</li> <li>4. Решатели Abaqus. Области применения.</li> <li>5. Граничные условия и упрощения в Abaqus для моделирования композиционных материалов.</li> <li>6. Порядок построения модели в Abaqus.</li> <li>7. Концепция многомасштабного моделирования композиционных материалов.</li> <li>8. Выбор материалов для различного применения.</li> <li>9. Критерии выбора материалов для построения композитов.</li> <li>10. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сфер.</li> </ol>
Уметь	<p>обсуждать методы компьютерного моделирования материалов и технологических процессов; использовать различные информационные ресурсы для нахождения исходных данных для компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов</p> <p>применять знания в области информационных технологий для корректного построения элементов компьютерных программ для моделирования</p>	<p><b>Практические задания:</b></p> <p>Построить конечно-элементную модель композиционных материалов в Abaqus</p> <p>Провести анализ композиционного материала подвергнутого обработке</p> <p>Определить ключевые факторы технологии обработки</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>композиционных материалов и технологических процессов; строить типичные модели композиционных материалов и технологических процессов</p> <p>применять междисциплинарные знания для построения элементов компьютерных программ для диагностики и моделирования материалов и технологических процессов; аргументированно обосновывать применение методов компьютерного моделирования для анализа и диагностирования материалов и технологических процессов</p>	<p>композиционного материала</p> <p>Указать возможные упрощения при моделировании композиционного материала</p>
Владеть	<p>способами демонстрации умения объяснять сущность методов компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; профессиональным языком в области компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов</p> <p>методами определения влияния технологических режимов на структуру и свойств материалов и технологических процессов для прогнозирования и компьютерного моделирования; практическими умениями построения элементов компьютерных программ для моделирования композиционных материалов и технологических процессов</p> <p>навыками использования междисциплинарных знаний для объяснения и корректной интерпретации результатов компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; основными методами компьютерного моделирования материалов и технологических процессов</p>	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Цели и принципы моделирования композиционных материалов.</li> <li>12. Классификация композитов.</li> <li>13. Виды моделей и моделирования композиционных материалов.</li> <li>14. Функции моделей композиционных материалов.</li> <li>15. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сферополиэдров.</li> <li>16. Подготовка данных для компьютерного моделирования.</li> <li>17. Определение взаимодействия между объектами и граничных условий модели.</li> <li>18. Моделирование процессов спекания.</li> <li>19. Обработка результатов компьютерного моделирования композиционных материалов.</li> <li>20. Способы анализа результатов компьютерного моделирования композиционных материалов.</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

**Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:**

1. Модель «черный ящик». Описание. Применение.
2. Модель «белый ящик». Описание. Применение.
3. Модель «серый ящик». Описание. Применение.
4. Решатели Abaqus. Области применения.
5. Граничные условия и упрощения в Abaqus для моделирования композиционных материалов.
6. Порядок построения модели в Abaqus.
7. Концепция многомасштабного моделирования композиционных материалов.
8. Выбор материалов для различного применения.
9. Критерии выбора материалов для построения композитов.
10. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сфер.
11. Цели и принципы моделирования композиционных материалов.
12. Классификация композитов.
13. Виды моделей и моделирования композиционных материалов.
14. Функции моделей композиционных материалов.
15. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сферополиэдров.
16. Подготовка данных для компьютерного моделирования.
17. Определение взаимодействия между объектами и граничных условий модели.
18. Моделирование процессов спекания.
19. Обработка результатов компьютерного моделирования композиционных материалов.
20. Способы анализа результатов компьютерного моделирования композиционных материалов.

**Критерии оценки:**

Экзамен считается сданным, если студент показал знание основных положений учебной дисциплины, умение решить конкретную практическую задачу из числа предусмотренных рабочей программой, использовать рекомендованную и справочную литературу.

Оценка «отлично» ставится, если студент освоил программный материал дисциплины, знает основные положения дисциплины, ориентируется в деталях и может приводить примеры.

Оценка «хорошо» ставится, если студент освоил программный материал дисциплины, последователен в изложении программного материала, знает основные положения дисциплины.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент освоил программный материал дисциплины, знает отдельные детали, последователен в изложении программного материала, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не знает отдельные темы дисциплины, непоследователен в его изложении, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.