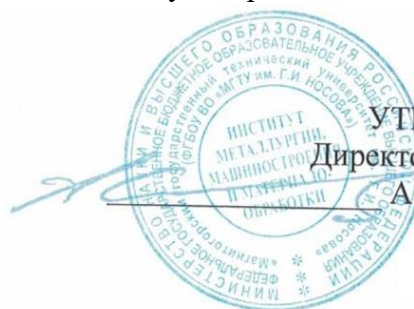




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

03.03.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)  
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль/специализация) программы  
Объемные наноматериалы, наноструктуры и изделия из них

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 968)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

19.02.2021, протокол № 6


Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

03.03.2021 г. протокол № 4

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

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

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

Целью преподавания дисциплины «Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов» является:

- освоение обучающимися физических принципов, лежащих в основе моделирования различных материалов,
- понимание возможностей основных методов компьютерного моделирования,
- развитие навыков применения современных методов компьютерного моделирования и программных средств при решении практических задач моделирования материалов и технологий их обработки.

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

Дисциплина Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Физика

Математика

Физические свойства материалов

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

Курсовая научно-исследовательская работа

Процессы и оборудование для получения наноматериалов

Проектная деятельность

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен проводить мониторинг инновационных технологических процессов и осуществлять методическое сопровождение создания объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-1.1	Осуществляет поиск, анализ и систематизацию опыта в области перспективных направлений развития производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-1.2	Разрабатывает методические подходы и рекомендации по проведению аналитических работ для оценки структуры и свойств объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них
ПК-1.3	Систематизирует, обрабатывает и подготавливает данные для корректировки регулируемых параметров технологического процесса производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 56 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 88 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Модели. Моделирование								
1.1 Основные понятия и определения. Цели и принципы моделирования материалов и технологий	5	2			4	Повторение конспекта лекции		ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 Аксиомы теории моделирования. Виды моделей и		2			4	Повторение конспекта лекции		ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 Функции моделей. Факторы, влияющие на модель объекта		2			4	Повторение конспекта лекции	Блиц-опрос по теме лекции	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		6			12			
2. Построение геометрических моделей								
2.1 Знакомство с программными комплексами	5	2			6		Фронтальный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2 Твёрдотельное моделирование деталей из различных материалов		2	4		10	Подготовка к сдаче лабораторной работы	Сдача лабораторной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		4	4		16			
3. Конечно-элементное моделирование материалов и технологий их обработки								
3.1 Обзор программных комплексов конечно-элементного моделирования	5	2	4		10	Изучение научной литературы по теме лекции		ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.2 Подготовка данных для компьютерного моделирования					10	Изучение научной литературы по теме лекции		ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

3.3	Определение взаимодействия между объектами и граничных условий модели	2	8/3И	10	Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче лабораторной работы	Сдача лабораторной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.4	Построение компьютерных моделей	2	14/5,4И	12	Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче лабораторной работы	Сдача лабораторной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.5	Обработка результатов компьютерного моделирования	2	6/6И	14,1	Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче лабораторной работы	Сдача лабораторной работы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		8	32/14,4И	60			
Итого за семестр		18	36/14,4И	84,1		зачёт,кр	
Итого по дисциплине		18	36/14,4И	88		курсовая работа, зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для усвоения обучающимися знаний по дисциплине «Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов» применяются традиционная и компетентностно-модульная технологии обучения, включающие в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, работу на лабораторных занятиях и т.п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, наглядные пособия. На занятиях обучающиеся выполняют задания на изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия; заполняют вслед за преподавателем схемы, таблицы по изучаемой тематике; приводят собственные примеры, очевидно подтверждающие излагаемый материал.

Задача курса – формирование у обучающихся знаний о физических и математических методах компьютерного моделирования и навыков решения практических задач посредством математического аппарата и 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 обучающиеся 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**

Представлены 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 : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-732-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012428> (дата обращения: 17.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Малышевская, Л. Г. Основы моделирования в среде автоматизированной системы проектирования "Компас 3D": Учебное пособие / Малышевская Л.Г. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 72 с. - Текст :

электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/912689> (дата обращения: 17.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

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://znanium.com/catalog/product/555214> (дата обращения: 17.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

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

2. Моделирование процессов интенсивной пластической деформации с использованием программного комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Полякова М.А., Емалеева Д.Г., Мохнаткин А.В. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 20 с.

3. Моделирование процессов ОМД. Критерии Подобия: Метод. указ. / Корчунов А.Г., Пивоварова 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
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Аппаратно - программный комплекс "Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях"	К-62-14 от 12.08.2014	бессрочно
Abaqus Student Edition	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Deform3D	№173 от 20.12.2007	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.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 лабораторных 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 с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с 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.

## Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов» 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 компьютерного моделирования материалов и технологических процессов.

Аксиомы теории моделирования.

Виды моделей и моделирования.

Функции моделей

Факторы, влияющие на модель объекта

Обзор и сравнение программных комплексов

Твердотельное моделирование деталей из различных 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.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен проводить мониторинг инновационных технологических процессов и осуществлять методическое сопровождение создания объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них		
ПК-1.1	Осуществляет поиск, анализ и систематизацию опыта в области перспективных направлений развития производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<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 различных материалов.</li> <li>6. Порядок построения модели в Abaqus.</li> <li>7. Концепция многомасштабного моделирования различных 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>
ПК-1.2	Разрабатывает методические подходы и рекомендации по проведению аналитических работ для оценки структуры и свойств объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p><b>Задания, выполняемые в рамках лабораторных работ:</b></p> <p>Построить конечно-элементную модель композиционных материалов в Abaqus</p> <p>Провести анализ материала подвергнутого обработке</p> <p>Определить ключевые факторы технологии обработки функционального материала</p> <p>Указать возможные упрощения при моделировании композиционного материала</p>
ПК-1.3	Систематизирует, обрабатывает и подготавливает данные для корректировки регулируемых параметров технологического процесса производства объемных наноматериалов, наноструктур и изделий из них	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Цели и принципы моделирования различных материалов.</li> <li>12. Классификация материалов.</li> <li>13. Виды моделей и моделирования различных материалов.</li> <li>14. Функции моделей различных материалов.</li> </ol>

		<p>15. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сферополиэдров.</p> <p>16. Подготовка данных для компьютерного моделирования.</p> <p>17. Определение взаимодействия между объектами и граничных условий модели.</p> <p>18. Моделирование процессов спекания.</p> <p>19. Обработка результатов компьютерного моделирования различных материалов.</p> <p>20. Способы анализа результатов компьютерного моделирования различных материалов.</p>
--	--	---

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Компьютерное моделирование материалов и технологических процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме устного зачета при условии наличия выполненной курсовой работы.

на оценку «зачтено» обучающийся должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине, продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «не зачтено» обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества.

**Курсовая работа** выполняется под руководством преподавателя. В процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении настоящего курса. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

**Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку «**отлично**» – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «**хорошо**» – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «**удовлетворительно**» – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «**неудовлетворительно**» – задание преподавателя выполнено частично,

обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

Примерный перечень тем для курсовой работы:

1. Моделирование и оптимизация процесса волочения биметаллической проволоки
2. Моделирование и оптимизация процесса РКУП
3. Моделирование и оптимизация процесса кручения под давлением
4. Моделирование и оптимизация процесса винтовой экструзии
5. Моделирование и оптимизация процесса Конформ
6. Моделирование и оптимизация процесса РКУП с противодействием
7. Моделирование и оптимизация процесса совмещенных процессов ИПД