|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | |
| Autogenerated |
|  |  |
| 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. | | |
|  |  |  |
| **РАБОЧАЯПРОГРАММАДИСЦИПЛИНЫ(МОДУЛЯ)** | | |
|  |  |  |
| ***КОМПЬЮТЕРНОЕМОДЕЛИРОВАНИЕКОМПОЗИЦИОННЫХМАТЕРИАЛОВ*** | | |
|  |  |  |
| Направлениеподготовки(специальность)  22.03.02Металлургия | | |
| Направленность(профиль/специализация)программы  Функциональныематериалыипокрытия | | |
|  |  |  |
| Уровеньвысшегообразования-бакалавриат | | |
| Программаподготовки-академическийбакалавриат | | |
|  |  |  |
| Формаобучения  очная | | |
|  |  |  |
| Институт/факультет | | Институтметаллургии,машиностроенияиматериалообработки |
|  |  |  |
| Кафедра | | Технологийобработкиматериалов |
|  |  |  |
| Курс | | 4 |
|  |  |  |
| Семестр | | 7 |
|  |  |  |
| Магнитогорск  2019год | | |

|  |
| --- |
| РабочаяпрограммасоставленанаосновеФГОСВОпонаправлениюподготовки22.03.02Металлургия(уровеньбакалавриата)(приказМинобрнаукиРоссииот04.12.2015г.№1427) |
|  |
| РабочаяпрограммарассмотренаиодобренаназаседаниикафедрыТехнологийобработкиматериалов  18.02.2020,протокол№6 |
| Зав.кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.Б.Моллер |
|  |
| РабочаяпрограммаодобренаметодическойкомиссиейИММиМ  20.02.2020г.протокол№5 |
| Председатель\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.С.Савинов |
|  |
| Рабочаяпрограммасоставлена: |
| доценткафедрыТОМ,канд.техн.наук\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.Е.Гулин |
|  |
| Рецензент: |
| доценткафедрыМиХТ,канд.техн.наук\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_М.В.Потапова |

|  |  |
| --- | --- |
| актуализация - 2018**Листактуализациирабочейпрограммы** | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 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 2021 - 2022 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 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 |

|  |  |
| --- | --- |
| **1Целиосвоениядисциплины(модуля)** | |
| Цельюпреподаваниядисциплины«Компьютерноемоделированиекомпозиционныхматериалов»являетсяподготовкаспециалистов,понимающихфизическиепринципы,лежащиевосновемоделированиякомпозиционныхматериалов,имеющихпредставлениеовозможностяхосновныхметодовкомпьютерногомоделированияивладеющихнавыкамиприменениясовременныхметодовкомпьютерногомоделированияипрограммныхсредствприрешениипрактическихзадачмоделированиякомпозиционныхматериаловитехнологийихобработки. | |
|  |  |
| **2Местодисциплины(модуля)вструктуреобразовательнойпрограммы** | |
| ДисциплинаКомпьютерноемоделированиекомпозиционныхматериаловвходитввариативнуючастьучебногопланаобразовательнойпрограммы.  Дляизучениядисциплинынеобходимызнания(умения,владения),сформированныеврезультатеизучениядисциплин/практик: | |
| Физика | |
| Математика | |
| Физическиесвойстваматериалов | |
| Теорияобработкиметалловдавлением | |
| Видыисвойствапокрытий | |
| Моделированиепроцессовиобъектоввметаллургии | |
| Основыдеформационногонаноструктурирования | |
| Знания(умения,владения),полученныеприизученииданнойдисциплиныбудутнеобходимыдляизучениядисциплин/практик: | |
| Учебно-исследовательскаяработастудента | |
| Курсоваянаучно-исследовательскаяработа | |
| Подготовкакзащитеизащитавыпускнойквалификационнойработы | |
|  |  |
| **3Компетенцииобучающегося,формируемыеврезультатеосвоения**  **дисциплины(модуля)ипланируемыерезультатыобучения** | |
| Врезультатеосвоениядисциплины(модуля)«Компьютерноемоделированиекомпозиционныхматериалов»обучающийсядолженобладатьследующимикомпетенциями: | |
|  |  |
| Структурный  элемент  компетенции | Планируемыерезультатыобучения |
| ПК-5 способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов | |
| Знать | - 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 существующие методы компьютерного моделирования процессов машиностроения и материалообработки;  - параметры процессов; границы применимости методов компьютерного моделирования;  - принципы компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; достоинства, недостатки и ограничения методов компьютерного моделирования;  - особенности применения методов компьютерного моделирования. |

|  |  |
| --- | --- |
| Уметь | - обсуждать методы компьютерного моделирования материалов и технологических процессов; использовать различные информационные ресурсы для нахождения исходных данных для компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов  - 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  - 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 |
| Владеть | - способами демонстрации умения объяснять сущность методов компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; профессиональным языком в области компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов  - 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  - 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 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **4.Структура,объёмисодержаниедисциплины(модуля)** | | | | | | | | |
| Общаятрудоемкостьдисциплинысоставляет5зачетныхединиц180акад.часов,втомчисле:  –контактнаяработа–88,4акад.часов:  –аудиторная–84акад.часов;  –внеаудиторная–4,4акад.часов  –самостоятельнаяработа–55,9акад.часов;  –подготовкакэкзамену–35,7акад.часа  Формааттестации-экзамен | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел/тема  дисциплины | | Семестр | Аудиторная  контактнаяработа  (вакад.часах) | | | Самостоятельнаяработастудента | Видсамостоятельной  работы | Форматекущегоконтроляуспеваемостии  промежуточнойаттестации | Кодкомпетенции |
| Лек. | лаб.  зан. | практ.зан. |
| 1.Модели.Моделирование | | |  | | | | | | |
| 1.1Основныепонятияиопределения.Целиипринципымоделированиякомпозиционныхматериаловитехнологийихобработки | | 7 | 3 |  |  | 4 | Повторениеконспекталекции |  | ПК-5 |
| 1.2Аксиомытеориимоделирования.Видымоделейимоделирования | | 3 |  |  | 4 | Повторениеконспекталекции |  | ПК-5 |
| 1.3Функциимоделей.Факторы,влияющиенамодельобъекта | | 4 |  |  | 4 | Повторениеконспекталекции | Блиц-опроспотемелекции | ПК-5 |
| Итогопоразделу | | | 10 |  |  | 12 |  |  |  |
| 2.Построениегеометрическихмоделей | | |  | | | | | | |
| 2.1Знакомствоспрограммнымикомплексами | | 7 | 5 |  | 6 | 4 |  | Фронтальныйопрос | ПК-5 |
| 2.2Твердотельноемоделированиедеталейизкомпозиционныхматериалов | | 5 |  | 6 | 6 | Подготовка к сдаче практической работы | Сдачапрактическойработы | ПК-5 |
| Итогопоразделу | | | 10 |  | 12 | 10 |  |  |  |
| 3.Конечно-элементноемоделированиекомпозиционныхматериаловитехнологийихобработки | | |  | | | | | | |
| 3.1Обзорпрограммныхкомплексовконечно-элементногомоделирования | | 7 | 4 |  |  | 4 | Изучение научной литературы по теме лекции |  | ПК-5 |
| 3.2Подготовкаданныхдлякомпьютерногомоделирования | | 5 |  | 7 | 7 | Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче практической работы. | Сдачапрактическойработы | ПК-5 |
| 3.3Определениевзаимодействиямеждуобъектамииграничныхусловиймодели | | 4 |  | 9/6И | 7 | Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче практической работы | Сдачапрактическойработы | ПК-5 |
| 3.4Построениекомпьютерныхмоделей | | 5 |  | 7/6И | 8 | Изучение научной литературы по теме лекции. Подготовка к сдаче практической работы | Сдачапрактическойработы | ПК-5 |
| 3.5Обработкарезультатовкомпьютерногомоделирования | | 4 |  | 7/6И | 7,9 | Изучение научной литературы по теме лекции. Под-готовка к сдаче практической работы | Сдачапрактическойработы | ПК-5 |
| Итогопоразделу | | | 22 |  | 30/18И | 33,9 |  |  |  |
| Итогозасеместр | | | 42 |  | 42/18И | 55,9 |  | экзамен |  |
| Итогоподисциплине | | | 42 |  | 42/18И | 55,9 |  | экзамен | ПК-5 |

|  |
| --- |
| **5Образовательныетехнологии** |
|  |
| Цельюпреподаваниядисциплиныявляетсяподготовкаспециалистов,понимающихфизическиепринципылежащиевосновемоделированиякомпозиционныхматериалов,имеющихпредставлениеовозможностяхосновныхметодовкомпьютерногомоделированияивладеющихнавыкамиприменениясовременныхметодовкомпьютерногомоделированияипрограммныхсредствприрешениипрактическихзадачмоделированияпроцессовобработкикомпозиционныхматериалов.  Задачакурса–формированиеустудентовзнанийофизическихиматематическихметодахкомпьютерногомоделированияинавыковрешенияпрактическихзадачпосредствомматематическогоаппаратаикомпьютерногомоделирования.Этизнанияинавыкидолжныслужитьфундаментомдляформированияпрофессиональныхкачеств.ОнинеобходимытакжедлядальнейшегонаписанияВКР.  Сцельюреализациикомпетентностногоподхода,атакжеформированияиразвитияпрофессиональныхнавыковобучающихсяреализуютсяследующиесредства,способыиорганизационныемероприятия:  -изучениетеоретическогоматериаладисциплиныналекцияхсиспользованиемкомпьютерныхтехнологий;  -самостоятельноеизучениетеоретическогоматериаладисциплинысиспользованиемметодическихразработок,специальнойучебнойинаучнойлитературы;  -закреплениетеоретическогоматериаланапрактическихзанятиях.  Дляболеедетальногоиглубокогопониманиятеоретическогоматериала,которыйвсвязисоспецификойизучаемогоматериалачащевсегоноситматематизированныйхарактер,используютсяразличныесистемывизуализацииданных.Приэтомстудентыприобретаютнавыкпостроенияконечно-элементныхмоделей,атакженавыкоценкиадекватностипостроенныхмоделейисоответствияихдействительностисучетомвсехдопущений |
|  |
| **6Учебно-методическоеобеспечениесамостоятельнойработыобучающихся** |
| Представленовприложении1. |
|  |
| **7Оценочныесредствадляпроведенияпромежуточнойаттестации** |
| Представленывприложении2. |
|  |
| **8Учебно-методическоеиинформационноеобеспечениедисциплины(модуля)** |
| **а)Основнаялитература:** |
| 1.Леушин,И.О.Моделированиепроцессовиобъектоввметаллургии:учебник/И.О.Леушин.-М.:Форум:НИЦИНФРА-М,2019.-208с.-(Высшееобразование:Бакалавриат).-ISBN978-5-16-101315-1.-Текст:электронный.-URL:<https://new.znanium.com/catalog/product/1012428> |
|  |
| **б)Дополнительнаялитература:** |
| 1.Малышевская,Л.Г.Основымоделированиявсредеавтоматизированнойсистемыпроектирования«Компас3D»:Учебноепособие/МалышевскаяЛ.Г.-Железногорск:ФГБОУВОСПСАГПСМЧСРоссии,2017.-72с.-Текст:электронный.-URL:  <https://new.znanium.com/catalog/product/912689>  2.Моделированиеивиртуальноепрототипирование:Учебноепособие/КосенкоИ.И.,КузнецоваЛ.В.,НиколаевА.В.-Москва:Альфа-М,ИНФРА-МИздательскийДом,2016.-176с.(Технологическийсервис)ISBN978-5-98281-280-3.-Текст:электронный.-URL:<https://new.znanium.com/catalog/product/555214> |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **в)Методическиеуказания:** | | | | |
| 1.Конечно-элементноемоделированиепроцессовинтенсивнойпластическойдеформации:Метод.указ./ПустовойтовД.О.ГулинА.Е.-Магнитогорск:ГОУВПО«МГТУ»,2015.–31с.  2.МоделированиепроцессовинтенсивнойпластическойдеформациисиспользованиемпрограммногокомплексаDEFORM-3D:Метод.указ./ЧукинМ.В.,БарышниковМ.П.,ПоляковаМ.А.,ЕмалееваД.Г.,МохнаткинА.В.-Магнитогорск:ГОУВПО«МГТУ»,2010.–20с.  3.МоделированиепроцессовОМД.КритерииПодобия:Метод.указ./КорчуновА.Г.,ПивовароваК.Г.,ПыхтуноваС.В.,ЗакировД.М..–Магнитогорск:изд-воМагнитогорск.гос.техн.ун-таим.Г.И.Носова,2012.–9с. | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **г)ПрограммноеобеспечениеиИнтернет-ресурсы:** | | | | |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Программноеобеспечение** | | | | |
|  | НаименованиеПО | №договора | Срокдействиялицензии |  |
|  | MSOffice2007Professional | №135от17.09.2007 | бессрочно |  |
|  | 7Zip | свободнораспространяемоеПО | бессрочно |  |
|  | LibreOffice | свободнораспространяемоеПО | бессрочно |  |
|  | АСКОНКомпас3Dв.16 | Д-261-17от16.03.2017 | бессрочно |  |
|  | Аппаратно-программныйкомплекс«Многомасштабноемоделированиевнанотехнологиях» | К-62-14от12.08.2014 | бессрочно |  |
|  | AbaqusStudentEdition | свободнораспространяемоеПО | бессрочно |  |
|  |  |  |  |  |
| **Профессиональныебазыданныхиинформационныесправочныесистемы** | | | | |
|  | Названиекурса | | Ссылка |  |
|  | Международнаясправочнаясистема«Полпред»polpred.comотрасль«Образование,наука» | | URL:<http://education.polpred.com/> |  |
|  |  |
|  | Национальнаяинформационно-аналитическаясистема–Российскийиндекснаучногоцитирования(РИНЦ) | | URL:<https://elibrary.ru/project_risc.asp> |  |
|  | ПоисковаясистемаАкадемияGoogle(GoogleScholar) | | URL:<https://scholar.google.ru/> |  |
|  | Информационнаясистема-Единоеокнодоступакинформационнымресурсам | | URL:<http://window.edu.ru/> |  |
|  | Федеральноегосударственноебюджетноеучреждение«Федеральныйинститутпромышленнойсобственности» | | URL:<http://www1.fips.ru/> |  |
| **9Материально-техническоеобеспечениедисциплины(модуля)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Материально-техническоеобеспечениедисциплинывключает: | | | | |

|  |
| --- |
| 1.Учебнаяаудиториядляпроведениязанятийлекционноготипаоснащена:  -техническимисредствамиобучения,служащимидляпредставленияучебнойинформациибольшойаудитории:мультимедийнымисредствахранения,передачиипредставленияучебнойинформации;  -специализированноймебелью.  2.Учебнаяаудиториядляпроведенияпрактическихзанятийоснащена:  -техническимисредствамиобучения,служащимидляпредставленияучебнойинформациибольшойаудитории:мультимедийнымисредствахранения,передачиипредставленияучебнойинформации;  -специализированноймебелью.  3.Учебнаяаудиториядлягрупповыхииндивидуальныхконсультаций,текущегоконтроляипромежуточнойаттестацииоснащена:  -компьютернойтехникойспакетомMSOffice,сподключениемксети«Интернет»исдоступомвэлектроннуюинформационно-образовательнуюсредууниверситета;  -специализированноймебелью.  4.Помещениедлясамостоятельнойработыоснащено:  -компьютернойтехникойспакетомMSOffice,сподключениемксети«Интернет»исдоступомвэлектроннуюинформационно-образовательнуюсредууниверситета;  -специализированноймебелью.  5.Помещениедляхраненияипрофилактическогообслуживанияучебногооборудованияоснащено:  -специализированноймебелью:стеллажамидляхраненияучебногооборудования;  -инструментамидляремонтаучебногооборудования;  -шкафамидляхраненияучебно-методическойдокументациииматериалов. |

# Приложение 1

## 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.

# Приложение 2

## 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 | 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  существующие методы компьютерного моделирования процессов машиностроения и материалообработки; параметры процессов; границы применимости методов компьютерного моделирования  принципы компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; достоинства, недостатки и ограничения методов компьютерного моделирования; особенности применения методов компьютерного моделирования | **Теоретические вопросы:**  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. |
| Уметь | обсуждать методы компьютерного моделирования материалов и технологических процессов; использовать различные информационные ресурсы для нахождения исходных данных для компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов  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  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 | **Практические задания:**  Построить конечно-элементную модель композиционных материалов в Abaqus  Провести анализ композиционного материала подвергнутого обработке  Определить ключевые факторы технологии обработки композиционного материала  Указать возможные упрощения при моделировании композиционного материала |
| Владеть | способами демонстрации умения объяснять сущность методов компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов; профессиональным языком в области компьютерного моделирования композиционных материалов и технологических процессов  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  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 | **Теоретические вопросы:**  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. |

**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.