Документ полтисан простой алектронной полтиство НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректо Федеральное посударственное автономное образовательное учреждение Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

высшего образования

Уникальный профрамий ональный исследовательский технологический университет «МИСИС»

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД

Закреплена за подразделением

Кафедра обработки металлов давлением

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация Инженер-исследователь

Форма обучения очная Общая трудоемкость **63ET** 

Часов по учебному плану 216 Формы контроля в семестрах:

в том числе: экзамен 8

85 аудиторные занятия 77 самостоятельная работа часов на контроль 54

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

				-
Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
Недель	1	8		
Вид занятий	УП	РΠ	УП	РΠ
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	77	77	77	77
Часы на контроль	54 54		54	54
Итого	216	216	216	216

#### Программу составил(и):

ктн, доцент, Скрипаленко М.М.

#### Рабочая программа

#### Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра обработки металлов давлением

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения Алещенко А.С.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1 Сформировать у студентов системное представление о сущности и особенностях цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД с помощью специализированного программного обеспечения.

Блю ОП:         БЪДВ.06           2.1.         Требования к предварительной подготовке обучающегоск:           2.1.         Современные инструментальные честоры и средства комтроия параметров работы метацизургических агретатов           2.1.2         Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД           2.1.3         Конструпроващие литейной освастки, разден           2.1.4         Метадыноведение, часть 1           2.1.5         Методы внаилае структуры метадлов в сплавов           2.1.6         Методы внаилае структуры метадлов в сплавов           2.1.7         Современные методы производства сплошных и полых изделий           2.1.8         Инжипирии маши и агретатов производства метадлогажний           2.1.9         Ресуссобережение и комогоиз современных процессов обработия метадлов давлением           2.1.10         Тетрия индустрованных и рисссови деформационной обработия метадлов и сплавов           2.1.10         Тетрия индустрованных и рисссовивые экспериямета           2.1.10         Тетрия обработия метадлор давлением и физические основа пластической деформации           2.1.11         Технологические повые выфения и прибора           2.1.12         Технологические процессы падстической обработки метадлов и сплавов           2.1.13         Технологические процессы падстической обработки метадлов           2.1.14         Технологические поработа процессы поработа процессы п		2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
2.1.1         Требования к предварительной подготовке обучающегоси:           2.1.1         Современные инструментальные методы и средства контроля нараметров работы металлургических агретатов           2.1.2         Конструпрование питебной солнстки, раздел 1           2.1.3         Конструпрование питебной солнстки, раздел 1           2.1.4         Метальноедение, часть 1           2.1.5         Методы анализа структуры металлого и сплавов           2.1.6         Метрология и измерительная техника           2.1.7         Современные методы производства пользики и польк и предесов обработки металлога дилинием           2.1.8         Инживиринг маши и агретатов производства металлогаделий           2.1.9         Ресурскоберскение и въздания современным производства металлогаделий           2.1.10         Гоорки индустривалильная, происсоез деформационной обработки металлов и сплавов           2.1.11         Инживиринг мастематическое планирование эксперимента           2.1.12         Организация и математическое планирование эксперимента           2.1.13         Исторобительские свойства металлогурической обработки металлов и сплавов           2.1.14         Теория и бработки металлогурической обработки металлов и сплавов           2.1.15         Технологические процессы пласической обработки металлов и сплавов           2.1.16         Технологические процессы пласической обработки металлов           2.		Блок ОП: Б1.В.ЛВ.06
<ul> <li>2.1.1 Современные инструментальные методы и средства контроля нараметров работы метадирунческих агревтов</li> <li>2.1.2 Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД</li> <li>2.1.3 Компьютерное проектирование разметийой сенедств, раздел 1</li> <li>2.1.4 Метадловедение, часть 1</li> <li>2.1.5 Методы анализа структуры метадлов и сплавов</li> <li>2.1.6 Методногия и измерительная техники</li> <li>2.1.7 Современные методы производства сплощных и польку изделий</li> <li>2.1.8 Изменирии защим и и петентом производства сплощных и польку изделий</li> <li>2.1.9 Ресурсосбережение и и экология современных происсою обработки метадлов даллением</li> <li>2.1.10 Ресурсосбережение и экология современных происсою обработки метадлов даллением</li> <li>2.1.10 Геория индустриальных производства сплощных и польку издели метадлов даллением</li> <li>2.1.10 Организация и математическое планирование эксперимента</li> <li>2.1.11 Изменерные расчеть в метацирунгии</li> <li>2.1.12 Организация и математическое планирование эксперимента</li> <li>2.1.13 Технологические свойства метацирунческой продукции</li> <li>2.1.14 Технологические и произсока планитической обработки метадлов</li> <li>2.1.15 Технологические и произсока планитической обработки метадлов</li> <li>2.1.16 Технологические и произсока планитической обработки метадлов</li> <li>2.1.17 Метадлургия утохимняхи и деставных редких метадлов</li> <li>2.1.18 Метадлургия утохимняхи и деставных метадлов</li> <li>2.1.19 Производство отлико их стлавов паетитых метадлов</li> <li>2.1.20 Технология производства стлат в электропечах</li> <li>2.1.21 Технология производства стлат в электропечах</li> <li>2.1.22 Технология производства стлат в электропечах</li> <li>2.1.23 Технология производства стлат в электропечах</li> <li>2.1.24 Технология компонитить и натрить производства</li> <li>2.1.25 Методление размене для меродичение для меродичения производства</li> <li>2.1.26 М</li></ul>	2.1	
<ul> <li>2.1.1 Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД</li> <li>2.1.3 Конструирование лигейной оснастки, раздел 1</li> <li>2.1.4 Метальоведение, часть 1</li> <li>2.1.5 Методы апализа структуры металлов и сплавов</li> <li>2.1.6 Методы апализа структуры металлов и сплавов</li> <li>2.1.7 Современные методы, производства сплонинк и польк изделий</li> <li>2.1.8 Инжинириит машин и агретатов производства металиогиздений</li> <li>2.1.9 Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов далением</li> <li>2.1.10 Теория индустриальных процессов леформационной обработки металлов и сплавов</li> <li>2.1.11 Инженерные расчеты в металлургии</li> <li>2.1.12 Организация и магематическое планирование эксперимента</li> <li>2.1.13 Потребительские свойства металлургической продукции</li> <li>2.1.14 Теория обработки металлов далением и физические основы пластической деформации</li> <li>2.1.15 Технологические измерения и приборы</li> <li>2.1.16 Технологические измерения и приборы</li> <li>2.1.17 Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов</li> <li>2.1.18 Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов</li> <li>2.1.19 Причиводство отливок из сплавов цветных металлов</li> <li>2.1.20 Теория и технология производства стали в электронечах</li> <li>2.1.21 Технология оборудование для модификации поверхности</li> <li>2.1.22 Технология и оборудование для модификации поверхности</li> <li>2.1.23 Технология и оборудование для модификации поверхности</li> <li>2.1.24 Лотенка и экскодений технологий ефрой металлургии</li> <li>2.1.25 Металлургия апоминия и матиия</li> <li>2.1.26 Митокемпоненные для производства оборудование и исторопафия</li> <li>2.1.27 Металлургия сокологии стакленным металлургии</li> <li>2.1.28 Оборудование и технологии стакленным металлургии</li> <li>2.1.29 Оборудование и пехнологии стакленным производства</li> <li>2.1.30 Сновы минеральным технологии и петрополенным о</li></ul>		
<ul> <li>2.1.3 Конструирование литейной оснастки, раздел 1</li> <li>2.1.4 Метыловедение, часть 1</li> <li>2.1.5 Методоведение, часть 1</li> <li>2.1.6 Методоведение часть 1</li> <li>2.1.7 Современные методы производства спланиям и польк изделий</li> <li>2.1.7 Современные методы производства спланиям и польк изделий</li> <li>2.1.8 Инжинирии машим и агрегатов производства метадлогодений</li> <li>2.1.9 Ресурсовбережение и экология современных произсохо обработки метадлов давлением</li> <li>2.1.10 Теория индустривльных процессов деформационной обработки метадлов и сплавов</li> <li>2.1.11 Инженерные расчеты в метадлургия</li> <li>2.1.12 Организация и математитеское шлинирование эксперимента</li> <li>2.1.13 Потребительские свойства метадлургине эксперимента</li> <li>2.1.14 Теория обработки метадлов давлением и физические основы пластической деформации</li> <li>2.1.15 Технологические присоска пластической обработки метадлов в сплавов</li> <li>2.1.16 Технологические присоска пластической обработки метадлов в сплавов</li> <li>2.1.17 Метадлургия тутоплавких и рассеанных редких метадлов</li> <li>2.1.18 Метадлургия тутоплавких и рассеанных редких метадлов</li> <li>2.1.19 Порозводство отливом из сплавов выетных метадлов</li> <li>2.1.20 Технология и оборужается отливом из сплавов выетных метадлов</li> <li>2.1.21 Технология производства стлав метадлорических печей</li> <li>2.1.22 Технология композиционных материалов</li> <li>2.1.23 Технология композиционных материалов</li> <li>2.1.24 Дотигилая и экоцизайи метадлургических печей</li> <li>2.1.25 Метадлургия адмонивая и матная</li> <li>2.1.26 Магологичной вы метадлургия оборужаемие размене рух</li> <li>2.1.27 Научные основы панесения покрытий</li> <li>2.1.28 Обоградование для ромамы согонных диаграмым состоящия</li> <li>2.1.29 Оборудование или ромамим обработки метадлургия</li> <li>2.1.30 Оборудование или ромамим обработки метадлория</li> <li>2.1.31 Оросны метадлогорий и петерогорафия</li> <li>2.1.32 Основы экспексов борошковой метадлорического производства</li> <li>2.1.33 Прив</li></ul>		
2.1.4   Металловедение, часть 1		
<ul> <li>2.1.5 Методы анализа структуры метадлов и сплавов</li> <li>2.1.6 Метрология и измерительная техника</li> <li>2.1.7 Современные методы производства сисошных и полых изделий</li> <li>2.1.8 Инжиниринт мании и агретатов производства метадлогиделий</li> <li>2.1.9 Ресурсосберсжение и экология современных процессов Оработки метадлов давлением</li> <li>2.1.10 Теория индустрывальных пропессов деформационной обработки метадлов и сплавов</li> <li>2.1.11 Инженерные расчеты в метадлуртии</li> <li>2.1.12 Организация и математическое планирование эксперимента</li> <li>2.1.13 Потребительские свойства метадлуртической продукции</li> <li>2.1.14 Теория обработки метадлов давлением и физические основы пластической деформации</li> <li>2.1.15 Технологические имерения и приборы</li> <li>2.1.16 Технологические имерения и приборы</li> <li>2.1.17 Метадлургия тутоцаваем и ресенных редвих метадлов и сплавов</li> <li>2.1.19 Производство отливов из сплавов пластической обработки метадлов и сплавов</li> <li>2.1.19 Производство отливов из сплавов пастных метадлов</li> <li>2.1.20 Теория и технология производства стави в электронечах</li> <li>2.1.21 Технология обработки метадлургической продукции поверхности</li> <li>2.1.22 Технология композиционных материалов</li> <li>2.1.23 Технология композиционных материалов</li> <li>2.1.24 Логистика и экодизайи технологий чёрной метадлургии</li> <li>2.1.25 Метадлургия аноминия и матиния</li> <li>2.1.26 Методмургия аноминия и матиния</li> <li>2.1.27 Научшае основы инвесения покрытий</li> <li>2.1.28 Оботащение руд</li> <li>2.1.29 Обрудование для процессов порошковой метадлургии</li> <li>2.1.30 Основы экскромствалургич и петрографии</li> <li>2.1.31 Основы бизисса в метадлургич и старелланизация и петрография</li> <li>2.1.32 Основы минедаютия и петрография</li> <li>2.1.33 Основы бизисса в метадлургич ского производства</li> <li>1.1.34 Прикладиая кристаллогорафия</li> <li>2.1.35 Проксты формования и спекания метадлических порошков</li> <li>2.1.36 Производство стали в конвертерах</li> <li>1.1.37 Произ</li></ul>		** *
<ul> <li>2.1.6 Метрология и измерительная техника</li> <li>2.1.7 Современые методы производства силошных и польку изделий</li> <li>2.1.8 Инжиниринг машии и агретагов производства металлогаделий</li> <li>2.1.9 Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением</li> <li>2.1.10 Теория индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов</li> <li>2.1.11 Инженерные реастелы в металлургии</li> <li>2.1.12 Организация и мятемятическое планирование эксперимента</li> <li>2.1.13 Потребительские свойства металлургической продукции</li> <li>2.1.14 Теория обработки металлое давлением и физическое очовым пластической деформации</li> <li>2.1.15 Технологические измерения и приборы</li> <li>2.1.16 Технологические измерения и приборы</li> <li>2.1.17 Металлургия транальские давлением и физическое очовым пластической деформации</li> <li>2.1.18 Металлургия транальства и приборы</li> <li>2.1.19 Металлургия транальства давлениях редких металлов</li> <li>2.1.19 Металлургия транальства преитнодства стали в электропечах</li> <li>2.1.21 Технологиче по отзинок из стлавов цветных металлов</li> <li>2.1.22 Технологии и оборудование для модификации поверхности</li> <li>2.1.23 Технологии и оборудование для модификации поверхности</li> <li>2.1.24 Логистика и экодизайн технологий «ёрной металлургии</li> <li>2.1.25 Металлургия заноминия и мятия</li> <li>2.1.26 Моталлургия заноминия и мятия</li> <li>2.1.27 Научные основы инвесения покрытий</li> <li>2.1.28 Соботащение руд</li> <li>2.1.29 Оборудование для процессов пороиковой металлургии</li> <li>2.1.29 Оборудование для процессов пороиковой металлургии</li> <li>2.1.30 Основы энектрометаллургического производства</li> <li>2.1.31 Проквирования и стехнологии сталевланиям секов пользов на прекладиления и исторорафии</li> <li>2.1.32 Основы минерания и исторография</li> <li>2.1.33 Проквирования скальологи и натотовления металлирических порошков<!--</th--><th></th><th></th></li></ul>		
2.1.7         Современные методы производства сплошных и полых изделий           2.1.8         Инжинириит машин и агретатов производства метадлога,спий           2.1.9         Ресурсообережение и экология современных процессов обработки метадлов и сплавов           2.1.10         Теория индустриальных процессов деформационной обработки метадлов и сплавов           2.1.11         Инженерные расчеты в метадлургии           2.1.12         Ортанизация и математическое планирование эксперимента           2.1.13         Потробительские свойства метадлургической продукции           2.1.14         Теория обработки метадлов давлением и физические основы пластической деформации           2.1.15         Технологические измерения и приборы           2.1.16         Технологические процессы пластической обработки метадлов           2.1.17         Метадлургия тусплавких и расссвиных редких метадлов           2.1.18         Металургия тусплавких и расссвиных редких метадлов           2.1.19         Производство отлико к из сплавов пветных метадлов           2.1.20         Теория и технология производства стали в электропечах           2.1.21         Телногогия к окодичай метадлургических печей           2.1.22         Технология производства стали в электронечах           2.1.23         Технология момпозационных материалов           2.1.24         Логислогия и композации и материалических порым метадлургии		
<ul> <li>2.1.8 Инжиниринг мании и агрегатов производства металлоизделий</li> <li>2.1.9 Ресурсоебережение и экология современных процессов обработки металлов давлением</li> <li>2.1.11 Инженериые расчеты в металлургии</li> <li>2.1.12 Организация и магематическое планирование эксперимента</li> <li>2.1.13 Потребительские свойства металлургической породукции</li> <li>2.1.14 Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации</li> <li>2.1.15 Технологические измерения и приборы</li> <li>2.1.16 Технологические измерения и приборы</li> <li>2.1.17 Металлургия утлопавких и рассениям редких металлов</li> <li>2.1.18 Металлургия утлопавких и рассениям редких металлов</li> <li>2.1.19 Производство отливок из сплавов цветных металлов</li> <li>2.1.19 Производство отливок из сплавов претных металлов</li> <li>2.1.20 Технологии оборудование для молификации поверхности</li> <li>2.1.21 Технологии и оборудование для молификации поверхности</li> <li>2.1.22 Технологии и оборудование для молификации поверхности</li> <li>2.1.23 Технология и магния</li> <li>2.1.24 Металургия заломиния и магния</li> <li>2.1.25 Металургия аломиния и магния</li> <li>2.1.26 Мотокомнонентные днаграммы состояния</li> <li>2.1.27 Научные основи нанесения покрытий</li> <li>2.1.28 Обогащение руд</li> <li>2.1.29 Оборудование для процессов порошковой металлургии</li> <li>2.1.30 Оборудование и технологии сталсплавляным цехов</li> <li>2.1.31 Основы бизнеса в металиругического производства</li> <li>2.1.32 Основы минералогии и петрографии</li> <li>2.1.33 Основы обътрометалирутического производства</li> <li>2.1.34 Проектирование технологии изготовления отлявок</li> <li>2.1.35 Проектирование технологии изготовления отлявок</li> <li>3.10 Проектирование технологии изготовления отлявок</li> <li>3.11 Проектирование технологии изготовления отлявок</li> <li>3.13 Проектирование технологии изготовления отлявок</li> <li>3.14 Прикавания кристальнографии</li> <li>3.15 Проектирования и спекания металлических порошков</li> <li>3.16 Производство стали в конв</li></ul>		
2.1.9   Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением		
2.1.10   Теория индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов	2.1.9	
2.1.11       Инженерные расчеты в металлургии         2.1.12       Организация и математическое планирование эксперимента         2.1.13       Потребительские свойства металлургической продукции         2.1.14       Теория обработки металлов двалением и физические основы пластической деформации         2.1.15       Технологические измерения и приборы         2.1.16       Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов         2.1.17       Металургия тугоплавких и рассеанных редких металлов         2.1.18       Металургия тугоплавких и рассеанных металлов         2.1.19       Производство отливок из сплавов цветных металлов         2.1.20       Теория и технология производства стали в электропечах         2.1.21       Технология поборудование для модификации поверхности         2.1.22       Технология композиционных материалов         2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайи технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия инжиния         2.1.26       Миогокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургич         2.1.30       Основы минералогии и петрография         2.	2.1.10	** *
2.1.12         Организация и математическое планирование эксперимента           2.1.13         Погребительские свойствя металлургической продукции           2.1.14         Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации           2.1.15         Технологические измерения и приборы           2.1.16         Технологические измерения и приборы           2.1.17         Металиургия тутоплавких и рассеянных редких металлов           2.1.18         Металиургия тутоплавких и рассеянных редких металлов           2.1.19         Производство отливок из сплавов цветных металлов           2.1.20         Теория и технология производства стали в электронечах           2.1.21         Теплотехника и экодизайн металлургических печей           2.1.22         Технология пофудование еля молификации поверхности           2.1.23         Технология композиционных материалов           2.1.24         Логистика и экодизайн технологий черной металлургии           2.1.25         Металлургия алюмники и магния           2.1.26         Митокомпонентные диаграмы состояния           2.1.27         Научные основы нанесения покрытий           2.1.28         Оборудование руд           2.1.29         Оборудование для процессов порошковой металлургия           2.1.30         Оборудование и технологии сталеплавильных цехов           2.1.31		
2.1.13         Потребительские свойства металлургической продукции           2.1.14         Технологические измерения и приборы           2.1.15         Технологические измерения и приборы           2.1.16         Технологические измерения и приборы           2.1.17         Металлургия тутоплавких и рассеянных редких металлов           2.1.18         Металлургия тужелых цветных металлов           2.1.19         Производство отливок из сплавов цветных металлов           2.1.20         Теория и технология производства стали в электропечах           2.1.21         Тетлотехника и экодизайн металлургических печей           2.1.22         Технология композиционных материалов           2.1.23         Технология композиционных материалов           2.1.24         Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии           2.1.25         Металлургия алюминия и матия           2.1.26         Могокомпонентные диаграммы состояния           2.1.27         Научные основы нанесения покрытий           2.1.28         Обогащение руд           2.1.29         Оборудование для процессов порошковой металлургии           2.1.30         Основы бизнеса в металлургии           2.1.31         Основы электрометаллургия           2.1.32         Основы электрометаллургия           2.1.33         Основы электрометаллурги	2.1.12	• •
2.1.14         Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации           2.1.15         Технологические измерения и приборы           2.1.16         Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов           2.1.17         Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов           2.1.18         Металлургия тугоплавких и рассеянных металлов           2.1.19         Производство отливок из сплавов цветных металлов           2.1.20         Теория и технология и оборудование для модификации поверхности           2.1.21         Технология композиционных материалов           2.1.22         Технология композиционных материалов           2.1.23         Технология композиционных материалов           2.1.24         Логистика и экодизайи технологий чёрной металлургии           2.1.25         Металлургия алюминия и матния           2.1.26         Митогокомпонентные диаграммы состояния           2.1.27         Научные основы нанесения покрытий           2.1.28         Обогащение руд           2.1.29         Оборудование для процессов порошковой металлургии           2.1.30         Основы бизнеса в металлургии           2.1.31         Основы бизнеса в металлургии           2.1.32         Основы минералогии и петрография           2.1.33         Производство стали в конвертерах	2.1.13	
2.1.15       Технологические измерения и приборы         2.1.16       Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов         2.1.17       Металлургия тутоплавких и рассеянных редких металлов         2.1.18       Металлургия тутоплавких и рассеянных металлов         2.1.19       Производство отливок из сплавов цветных металлов         2.1.20       Теория и технология производства стали в электропечах         2.1.21       Тетлотехника и экодизайн металлургических печей         2.1.22       Технология композиционных материалов         2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и матния         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургия         2.1.32       Основы бизнеса в металлургия         2.1.33       Основы эксктрометаллургического производства         2.1.34       Произса формования и спекания металлических порошков         2.1.35       Произсъо стали в конве		
2.1.16       Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов         2.1.17       Металлургия тутоплавьких и рассеянных редких металлов         2.1.18       Металлургия тяжелых цветных металлов         2.1.20       Производство отливок из сплавов цветных металлов         2.1.21       Пеория и технология производства стали в электропечах         2.1.22       Технологии и оборудование для модификации поверхности         2.1.23       Технологии и оборудование для модификации поверхности         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магияя         2.1.26       Металлургия алюминия и магияя         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.29       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрография         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная крысталлография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Производство стали в конвертерах         2.1.38       Рещиклинг ме		
2.1.17       Металлургия тутоплавких и рассеянных редких металлов         2.1.18       Металлургия тяжелых цветных металлов         2.1.20       Теория и технология производства стали в электропечах         2.1.21       Теплотехника и экодизайн металлургических печей         2.1.22       Технологии и оборудование для модификации поверхности         2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магния         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы бизнеса в металлургического производства         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Проктадная кристаллография         2.1.35       Прокстирование технологии изготовдения отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Пропессы формования и спекания металлических порошков         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Феник кристаллической обраб	2.1.16	
2.1.18       Металлургия тяжелых цветных металлов         2.1.19       Производство отливок из сплавов цветных металлов         2.1.20       Теория и технология производства стали в электропечах         2.1.21       Теплотехника и экодизайн металлургических печей         2.1.22       Технология и оборудование для модификации поверхности         2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магния         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы минералогии и петрографии         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.4	2.1.17	•
2.1.19       Производство отливок из сплавов цветных металлов         2.1.20       Теория и технология производства стали в электропечах         2.1.21       Теплотехника и экодизайи металлургических печей         2.1.22       Технологии и оборудование для модификации поверхности         2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магния         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикландная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Проюзводство стали в конвертерах         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства <t< th=""><th>2.1.18</th><th></th></t<>	2.1.18	
2.1.20       Тория и технология производства стали в электропечах         2.1.21       Теплотехника и экодизайн металлургических печей         2.1.22       Технологии и оборудование для модификации поверхности         2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магиия         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производства<	2.1.19	
2.1.21       Теплотехника и экодизайн металлургических печей         2.1.22       Технологии и оборудование для модификации поверхности         2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магния         2.1.26       Метокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы электрометаллургического производства         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве	2.1.20	
2.1.23       Технология композиционных материалов         2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магния         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлов и основы эксперимента         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлор и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургическо	2.1.21	
2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магния         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы электрометаллургического производства         2.1.33       Прикладная кристаллография         2.1.34       Проктирование технологии изготовления отливок         2.1.35       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства <th>2.1.22</th> <th>Технологии и оборудование для модификации поверхности</th>	2.1.22	Технологии и оборудование для модификации поверхности
2.1.24       Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии         2.1.25       Металлургия алюминия и магния         2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии	2.1.23	Технология композиционных материалов
2.1.26       Многокомпонентные диаграммы состояния         2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы электрометаллургического производства         2.1.33       Основы электрометаллография         2.1.34       Проктирование технологии изготовления отливок         2.1.35       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.24	
2.1.27       Научные основы нанесения покрытий         2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.25	Металлургия алюминия и магния
2.1.28       Обогащение руд         2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.26	Многокомпонентные диаграммы состояния
2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлор и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.27	Научные основы нанесения покрытий
2.1.29       Оборудование для процессов порошковой металлургии         2.1.30       Оборудование и технологии сталеплавильных цехов         2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.28	Обогащение руд
2.1.31       Основы бизнеса в металлургии         2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.29	
2.1.32       Основы минералогии и петрографии         2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.30	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов
2.1.33       Основы электрометаллургического производства         2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.31	Основы бизнеса в металлургии
2.1.34       Прикладная кристаллография         2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.32	Основы минералогии и петрографии
2.1.35       Проектирование технологии изготовления отливок         2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.33	Основы электрометаллургического производства
2.1.36       Производство стали в конвертерах         2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.34	Прикладная кристаллография
2.1.37       Процессы формования и спекания металлических порошков         2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.35	Проектирование технологии изготовления отливок
2.1.38       Рециклинг металлов         2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.36	Производство стали в конвертерах
2.1.39       Теория термической обработки металлов и основы эксперимента         2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.37	Процессы формования и спекания металлических порошков
2.1.40       Технология литейного производства         2.1.41       Физико-химические процессы в литейном производстве         2.1.42       Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов         2.1.43       Методы исследования свойств металлов и сплавов         2.1.44       Органическая химия в металлургии         2.1.45       Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.38	Рециклинг металлов
2.1.41 Физико-химические процессы в литейном производстве     2.1.42 Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов     2.1.43 Методы исследования свойств металлов и сплавов     2.1.44 Органическая химия в металлургии     2.1.45 Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.39	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента
	2.1.40	Технология литейного производства
2.1.43 Методы исследования свойств металлов и сплавов     2.1.44 Органическая химия в металлургии     2.1.45 Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.41	Физико-химические процессы в литейном производстве
2.1.44 Органическая химия в металлургии     2.1.45 Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.42	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов
2.1.45 Основы пиро- и гидрометаллургического производства	2.1.43	Методы исследования свойств металлов и сплавов
	2.1.44	Органическая химия в металлургии
2.1.46 Ogyopu zoonyu zyrożyu w zpolacen	2.1.45	Основы пиро- и гидрометаллургического производства
2.1.40 Основы теории литеиных процессов	2.1.46	Основы теории литейных процессов

	T
2.1.47	Процессы получения металлических порошков
2.1.48	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий
2.1.49	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.50	ARTCAD
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Информационные технологии в деформационной обработке металлов
2.2.2	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов
2.2.3	Материаловедение неметаллических материалов
2.2.4	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.2.5	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.2.6	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.7	Основы аддитивных технологий
2.2.8	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.2.9	Современные методы исследования металлических материалов
2.2.10	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.2.11	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.2.12	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.13	Дизайн литого изделия
2.2.14	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.15	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.16	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.17	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.18	Технологии Big Data
2.2.19	Технология индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.20	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.21	Автоматизация процессов экстракции
2.2.22	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.2.23	Инженерия биоповерхностей
2.2.24	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.25	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.26	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.27	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.28	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.29	Обращение со шлаками и шламами
2.2.30	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.31	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.32	Научно-исследовательская работа
2.2.33	Научно-исследовательская работа
2.2.34	Научно-исследовательская работа
2.2.35	Научно-исследовательская работа
2.2.36	Научно-исследовательская работа
2.2.37	Научно-исследовательская работа
2.2.38	Научно-исследовательская работа
2.2.39	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.40	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.41	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.42	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.43	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.44	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.45	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.46	Защитные покрытия на металлопродукции
2.2.47	Комплексное использование сырья и техногенных материалов
۷.۷.4/	комплекеное использование сырья и техногенных материалов

2.2.40	To a second seco
2.2.48	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения
2.2.49	Наилучшие доступные технологии в металлургии
2.2.50	Оборудование литейных цехов
2.2.51	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.52	Охрана труда и промышленная безопасность
2.2.53	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.2.54	Производство благородных металлов
2.2.55	Производство легких металлов
2.2.56	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.2.57	Производство редких металлов
2.2.58	Специальные способы литья
2.2.59	Теория металлургических процессов
2.2.60	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем
2.2.61	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.2.62	Технология композиционных материалов
2.2.63	Экология металлургического производства
2.2.64	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.65	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.66	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.67	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.68	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.69	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.70	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.71	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.72	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.73	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.74	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.75	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.76	Экология литейного производства
2.2.77	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.78	Аффинаж благородных металлов
2.2.79	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.80	Материалы на основе углерода
2.2.81	Металловедение, часть 3
2.2.82	Моделирование литейных процессов
2.2.83	Планирование эксперимента
2.2.84	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.85	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.86	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.87	Технология производства твердых сплавов
2.2.88	Экологическая экспертиза

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, COOTHECEHHЫЕ C ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

## ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке

## Знать:

ПК-4-31 Основные параметры для корректировки технологических процессов в металлургии и материалообработке по результатам цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД

## ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

## Знать:

ПК-2-31 Правила задания свойств материалов при цифровом моделировании процессов и инструмента ОМД

## ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке

#### Уметь:

ПК-4-У1 Корректировать параметры технологических процессов в металлургии и материалообработке на по результатам цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД

## ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

#### Уметь:

ПК-2-У1 Анализировать результаты цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД, связанных с изменением свойств материалов

## ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке

#### Владеть:

ПК-4-В1 Навыками цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД для разработки и корректировки технологических процессов в металлургии и материалообработке

## ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

#### Владеть:

ПК-2-В1 Навыками оценки изменения свойств материалов при цифровом моделировании процессов и инструмента ОМД

		4. CTI	РУКТУР	А И СОДЕРЖА	ниЕ			
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполн яемые работы
	Раздел 1. Раздел 1. Создание эскизов, деталей и сборок в SolidWorks для цифрового моделирования процессов и инструментов ОМД							
1.1	Создание эскизов, деталей и сборок в SolidWorks /Лек/	8	16	ПК-2-31 ПК-4- 31 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2			
1.2	Создание деталей и сборок в SolidWorks /Пр/	8	14	ПК-4-31 ПК-4- В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		KM1	
1.3	Создание деталей и позиционирование их в сборку в SolidWorks /Лаб/	8	6	ПК-4-31 ПК-4- В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2			P1,P2
1.4	Создание эскизов, деталей и сборок в SolidWorks /Cp/	8	30	ПК-4-31 ПК-4- В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2			
	Раздел 2. Раздел 2. Применение DEFORM для цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД							
2.1	Применение DEFORM для цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД /Лек/	8	10	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.3Л2.1 Л2.2			
2.2	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД с помощью вычислительной среды конечно-элементного анализа DEFORM /Пр/	8	14	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.3Л2.1 Л2.2		KM2	
2.3	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД с помощью вычислительной среды конечно-элементного анализа DEFORM /Лаб/	8	8	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.3Л2.1 Л2.2			P3,P4
2.4	Применение DEFORM для цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД /Ср/	8	30	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.3Л2.1 Л2.2			

	Раздел 3. Раздел 3. Применение электронных таблиц Excel для моделирования и анализа процессов ОМД						
3.1	Применение электронных таблиц Excel для моделирования и анализа процессов ОМД /Лек/	8	8	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2		
3.2	Применение Excel для моделирования и анализа процессов ОМД /Пр/	8	6	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2	KM3	
3.3	Применение Excel для моделирования и анализа процессов ОМД /Лаб/	8	3	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2		P6,P5
3.4	Применение Excel для моделирования и анализа процессов ОМД /Ср/	8	17	ПК-2-31 ПК-2- У1 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2		

	5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ				
5.	1. Контрольные меро		ая работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для вятельной подготовки		
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки		
KM1	Контрольная работа по разделу 1	ПК-2-31;ПК-4-В1	<ol> <li>Создание эскиза и детали валка листопрокатного стана.</li> <li>Создание эскиза и детали валка сортопрокатного стана.</li> <li>Создание сборки для моделирования процесса осадки.</li> <li>Создание сборки для моделирования процесса продольной прокатки.</li> <li>Создание сборки для моделирования процесса прессования.</li> <li>Создание сборки для моделирования процесса прошивки на прессе.</li> <li>Создание анимационной модели.</li> </ol>		
KM2	Контрольная работа по разделу 2	ПК-2-У1;ПК-2- В1;ПК-4-31;ПК-4- В1;ПК-4-У1;ПК-2- 31	1. Построение графика усилия на деформирующем инструменте в DEFORM. 2. Создание сетки конечных элементов для заготовки в DEFORM. 3. Отображение поля температур в заготовке в DEFORM. 4. Задание граничных условий на контактной поверхности заготовки и деформирующего инструмента в DEFORM. 5. Задание поступательного перемещения деформирующего инструмента в DEFORM. 6. Задание вращательного движения деформирующего инструмента в DEFORM. 7. Задание материала деформируемой заготовки в DEFORM. 8. Проверка и создание базы данных расчёта в DEFORM. 9. Параметры напряжённого состояния, рассчитываемые в DEFORM. 10. Параметры деформированного состояния, рассчитываемые в DEFORM.		

KM3	Контрольная работа по разделу 3	ΠΚ-2-31;ΠΚ-2- У1;ΠΚ-2-B1;ΠΚ-4- 31;ΠΚ-4-У1;ΠΚ-4- B1	1. Компьютерное моделирование в DEFORM процесса осадки. 2. Компьютерное моделирование в DEFORM процесса продольной прокатки. 3. Построение графика усилия на плиту при моделировании процесса осадки в DEFORM. 4. Построение графика усилия на валок при моделировании процесса прокатки в DEFORM. 5. Экспорт данных графика усилия на плиту из пост-процессора DEFORM в Excel. 6. Экспорт данных графика усилия на плиту из пост-процессора DEFORM в Excel. 7. Построение графика усилия на верхнюю плиту в Excel. 8. Построение графика усилия на валок в Excel. 9. Поиск максимального значения усилия с помощью команд меню
			Excel. 10. Расчёт среднего значения усилия с помощью команд меню Excel
KM4	Экзамен	ПК-2-31;ПК-2- У1;ПК-2-В1;ПК-4- 31;ПК-4-У1;ПК-4- В1	1. Российские САD и опыт их применения при цифровом моделировании процессов и инструмента ОМД. 2. Создание эскиза в SolidWorks. 3. Зарубежные САD и опыт их применения при цифровом моделировании процессов и инструмента ОМД. 4. SolidWorks. Основные модули. Область применения программы. 5. Команды вкладки «Элементы» в меню эскиза в SolidWorks. 6. Задание вращения валков в QForm при моделировании процессов прокатки. 7. Построить эскиз рабочего валка прошивного стана по заданным параметрам. 8. Построить эскиз цилиндрической заготовки и плит по заданным параметрам, создать сборку для осадки заготовки. 9. Построить эскиз оправки прошивного стана по заданным параметрам. 10. Построение кривой усилия на валке по результатам моделирования процесса продольной прокатки в QForm.
5.2. Переч	чень работ, выполняе	емых по дисциплине (	(Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие "Создание деталей и сборок в SolidWorks"	ПК-4-31;ПК-4-В1	Создание в SolidWorks эскизов и деталей для валков, заготовки, толкателя, направляющих, позиционирование в сборку. Создание в SolidWorks эскизов и деталей для контейнера, заготовки, пресс-штемпеля, позиционирование в сборку
P2	Лабораторная работа "Создание деталей и позиционирование их в сборку"	ПК-4-31;ПК-4-В1	Создание сборок в SolidWorks; основные сопряжения, применяемые в SolidWorks для создания сборок.
Р3	Практическое занятие "Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД с помощью вычислительной среды конечно-элементного анализа DEFORM"	ПК-4-В1;ПК-4- 31;ПК-4-У1;ПК-2- В1;ПК-2-У1;ПК-2- 31	Применение возможностей пост-процессора DEFORM для отображения полей распределения значений параметров напряженно-деформированного состояния, температуры и оценки энергосиловых параметров по результатам моделирования процесса ОМД.

P4	Лаборатораня работа "Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД с помощью вычислительной	ПК-4-В1;ПК-4- У1;ПК-4-31;ПК-2- В1;ПК-2-У1;ПК-2- 31	Компьютерное моделирование процесса осадки в DEFORM. Задача начальных и граничных условий, отображение результатов расчёта. Компьютерное моделирование процесса прессования в DEFORM. Задача начальных и граничных условий, отображение результатов расчёта.
	среды конечно- элементного анализа DEFORM"		
P5	Практическое занятие "Применение Excel для моделирования и анализа процессов ОМД"	ПК-4-В1;ПК-4- 31;ПК-2-У1;ПК-2- 31;ПК-2-В1;ПК-4- У1	1. Правила экспорта данных графиков отображения изменения значений переменных состояния из пост-процессора DEFORM в Excel. Их последующая обработка в Excel. 2. Правила экспорта данных графиков усилия на инструмент зи пост-процессора DEFORM в Excel. Их последующая обработка в Excel.
P6	Лабораторная работа "Применение Excel для моделирования и анализа процессов ОМД"	ΠΚ-4-Β1;ΠΚ-4- 31;ΠΚ-2-У1;ΠΚ-2- Β1;ΠΚ-4-У1;ΠΚ-2- 31	1. Компьютерное моделирование процесса ОМД (осадка) с помощью DEFORM.     2. Построение графика усилия на верхнюю плиту в постпроцессоре DEFORM по окончании расчёта.     3. Экспорт данных графика усилия из пост-процессора DEFORM в Excel.     4. Построение графика усилия на верхнюю плиту в Excel.

#### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По курсу предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из 2 теоретических вопросов из списка для самостоятельной подготовки и 1 типовой задачи, разбираемой на занятиях. Билеты для экзамена хранятся на кафедре.

## ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Российские САD и опыт их применения при цифровом моделировании процессов и инструмента ОМД.
- 2. Создание эскиза в SolidWorks.
- 3. Зарубежные САD и опыт их применения при цифровом моделировании процессов и инструмента ОМД.
- 4. SolidWorks. Основные модули. Область применения программы.
- 5. Команды вкладки «Элементы» в меню эскиза в SolidWorks.
- 6. Задание вращения валков в QForm при моделировании процессов прокатки.
- 7. Создание сборки в SolidWorks.
- 8. Построение кривой усилия на валке по результатам моделирования процесса продольной прокатки в QForm.
- 9. Позиционирование деталей в сборке в SolidWorks с помощью команд «Переместить компонент» и «Вращать компонент».
- 10. Определение скорости движения металла в очаге деформации в QForm.

## ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

- 1. Построить модель рабочего валка для продольной прокатки полос и задать вращения валка в QForm при моделировании процесса прокатки.
- 2. По заданному массиву данных усилия на валке по результатам моделирования процесса продольной прокатки в Qform построить график усилия.
- 3. По заданным моделям рабочего валка, заготовки и оправки прошивного стана построить сборку в SolidWorks.
- 4. По заданным моделям рабочих валков мини-стана РСП и исходной заготовки построить сборку в SolidWorks.
- 5. Для заданной сборки рабочих валков и заготовки для винтовой прокатки в трехвалковом стане задать условия трения в Qform.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо выполнение следующих условий:

- 1. Регулярное посещение лекционных и практических занятий
- 2. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине контрольных мероприятий

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Возможно проставление оценки за экзамен на основе оценок контрольных мероприятий семестра.

	6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ								
	6.1. Рекомендуемая литература								
		<del>-</del>	ая литература						
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год					
Л1.1	Васильев Ю. В.	Сводные таблицы Microsoft Excel: практическое пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2008					
Л1.2	Мысакова О. Н.	Упражнения по моделированию в SolidWorks (специальность «Промышленный дизайн»): учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Архитектон, 2014					
Л1.3	Скрипаленко Михаил Михайлович, Скрипаленко Михаил Николаевич	Информационные технологии при проектировании процессов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013					
		6.1.2. Дополните	льная литература						
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год					
Л2.1	Скрипаленко Михаил Михайлович, Скрипаленко Михаил Николаевич, Данилин Андрей Владимирович, Чан Ба Хюи	Информационные технологии в металлургии и машиностроении: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014					
Л2.2	Крискович Сергей Михайлович, Скрипаленко Михаил Михайлович, Будников А. С., др.	Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД (N 3856): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019					
	<u>I</u>	6.3 Перечень програ	<b>ммного обеспечения</b>	1					
П.1	ESET NOD32 Antivirus								
П.2	Microsoft Visio 2016								

П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams
П.6	Deform v11.0
	6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных
И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: https://elibrary.ru/
И.2	Инжиниринговая компания Tecuc - URL: https://tesis.com.ru
И.3	QForm. Моделирование процессов обработки металлов давлением - URL: https://qform3d.ru
И.4	SolidWorks - URL: https://www.solidworks.com/

	7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ					
Ауд.	Назначение	Оснащение				
Γ-128	Компьютерный класс	стационарные компьютеры 17 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, мультимедийная доска, комплект учебной мебели				
Γ-128	Компьютерный класс	стационарные компьютеры 17 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, мультимедийная доска, комплект учебной мебели				
Γ-128	Компьютерный класс	стационарные компьютеры 17 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, мультимедийная доска, комплект учебной мебели				
Γ-121	Аудитория для самостоятельной работы :	комплект учебной мебели на 5 рабочих мест, оборудованных персональными копьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, сетевой принтер				
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Хегох VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.				
Γ-164	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, аудиосистема, комплект учебной мебели				

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для успешного освоения дисциплины "Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД" обучающемуся необходимо:

- 1. Посещать все виды занятий.
- 2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы LMS Canvas и MS Teams.
- 3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
- 4. Домашнее задание и реферат рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде. 5. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.