

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

» марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.09 Прикладное программное обеспечение в металлургических расчетах**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

22.04.02 Металлургия

Направленность (профиль):

Электрометаллургия стали,

Программа:

Магистратура

Форма обучения:

очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е/часах	5,0 (180)	5,0 (180)
Контактная работа (час.), в том числе:	72	14
лекции	34	4
лабораторные работы	-	-
практические (семинарские) занятия	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	54	130
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 54	Экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «**Прикладное программное обеспечение в металлургических расчетах**» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия» (направленность (профиль): «Электрометаллургия стали») для 2023 года приёма по очной и приёма заочной формам обучения.

**Составитель:**

Профессор кафедры «Электрометаллургия»,  
д-р.техн.наук, доцент



(подпись)

Е.Л. Корзун

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрометаллургия».

Протокол от «02» марта 2023 года №8.

И.о. заведующего кафедрой



(подпись)

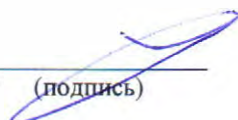
В.И. Заика

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

Протокол от «29» марта 2023 года №2

Председатель



(подпись)

С.А. Снитко

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрометаллургия».

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрометаллургия».

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является приобретение и развитие знаний, умений, навыков в сфере информационных и цифровых технологий, применяемых в металлургии и металлостроении, изучение современных пакетов прикладных программ для моделирования технологических процессов производства стали.

В результате освоения дисциплины студент должен

*знать*: основы информационных технологий; основы моделирования процессов производства стали и её внепечной обработки; граничные и оптимальные технологические параметры процессов производства стали, граничные и оптимальные параметры оборудования для производства стали и внепечной обработки; методы контроля качества продукции и процессов термообработки;

*уметь*: прогнозировать результаты технологических режимов процессов производства стали, используя стандартные пакеты прикладных программ и специализированные программные продукты; решать производственные задачи по обеспечению оборудованием, расходными материалами и средствами измерений на основе требований технической документации: анализировать причины отклонений технологических параметров от требований нормативно-технической документации; проводить отбор и подготовку объектов для осуществления контроля качества;

*владеть*: навыками прогнозирования химического состава, структуры и свойств металлов и сплавов с помощью стандартных и специализированных программных продуктов; навыками прогнозирования химического состава шлака и неметаллических включений в готовом металле с помощью специализированных программных продуктов; комплексным анализом причин отклонений технологических параметров от требований нормативно-технической документации.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-2 – способен разрабатывать предложения по повышению качества заданного вида металлопродукции в производстве сталей и сплавов.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика». «Информатика», «Теория металлургических систем». «Теоретические основы сталеплавильных процессов», «Металловедение», «Производство стали и ферросплавов», «Цветная металлургия», «Производство стали и сплавов в электрических печах», «Процессы специальной электрометаллургии», «Обработка металлов давлением», «Моделирование металлургических процессов», «Разливка и затвердевание стали», «Непрерывная разливка стали», «Металлургия машиностроения», «Особенности производства сталей и сплавов ответственного назначения».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении дисциплины «Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях», а также в выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (Семин.).	СР
Тема 1. Необходимость использования прикладных программ в металлургии.	3/4	2/0	0	0	1/4
Тема 2. Моделирование процессов производства и рафинирования стали с использованием модуля Металлургические процессы в пакете прикладных программ Thermo-Calc (Термокалк).	20/17	6/0,5	0	6/0,5	8/16
Тема 3. Комплексная оптимизация металлургических процессов выплавки и внепечной обработки.	12/9	4/0,5	0	4/0,5	4/8
Тема 4. Основные возможности пакета прикладных программ FACTSage.	8/8,5	4/0,5	0	0	4/8
Тема 5. Основные возможности пакета прикладных программ JMatPro.	18/17,25	4/0,5	0	6/0,75	8/16
Тема 6. Проектирование структуры и свойств слитков, непрерывно литых заготовок, слитков переплавных процессов, отливок с помощью программ ProCAST (Франция), MAGMASOFT® (ФРГ), THERCAST® (Франция), «ПолигонСофт» (Россия), Solid® (SC-Consultants, Франция).	20/21,25	6/0,5	0	6/0,75	8/20
Тема 7. Оптимизация процессов термообработки с помощью программы Heat Treatment (ESI Group).	13/17	2/0,5	0	4/0,5	7/16
Тема 8. Комплексное проектирование технологии обработки давлением с заданием сквозного термовременного режима в пакетах прикладных программ QForm (Россия) и Deform (США).	20/21,5	2/0,5	0	8/1	10/20
Тема 9. Проектирование технологий аддитивного производства.	4/7,25	2/0,25	0	0	2/7
Тема 10. Создание цифровых двойников металлургического производства.	4/6,25	2/0,25	0	0	2/6
Контактная работа (дополнительная)	4/6	0	0	0	0
Курсовая работа (проект)	0	0	0	0	0
Итого по видам занятий	122/138	34/4	0	34/4	54/130
Контроль	54/36	0	0	0	54/36
<b>ИТОГО:</b>	180/180				

Проведение лабораторных работ по дисциплине не предусмотрено учебным планом

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
<b>ПК-2</b>	Темы 1 – 10

### 3.2 Лекции

Тема 1. Необходимость использования прикладных программ в металлургии.

Содержание темы 1: Общая характеристика информационных потоков в металлургии. Информационная связь между металлургическими объектами. Особенности 4-й промышленной революции. Факторы влияния успешного перехода в новый промышленный уклад. Создание цифровых двойников металлургических агрегатов и металлургического производства в целом.

Литература к теме 1: [1–3].

Тема 2. Моделирование процессов производства и рафинирования стали с использованием модуля «Металлургические процессы» в пакете прикладных программ Thermo-Calc (Термокалк).

Содержание темы 2: Состав пакета прикладных программ Thermo-Calc, основные блоки и решаемые задачи. Характеристика модуля «Металлургические процессы» ППП Thermo-Calc. Кинетическая модель для выплавки и рафинирования стали. Понятие эффективной равновесной реакционной зоны. Основные решаемые задачи модуля «Металлургические процессы»: расчет динамики кислородно-конвертерного процесса, расчет степени раскисления стали при выпуске, расчет кинетики рафинирования стали на У КП, расчет десульфурации стали на установке ковш-печь, расчет кинетики вакуум-кислородного обезуглероживания.

Литература к теме 2: [3].

Тема 3. Комплексная оптимизация металлургических процессов выплавки и внепечной обработки.

Содержание темы 3: Основные задачи прикладного обеспечения металлургических процессов. Интеграция металлургических моделей в существующую систему автоматизации для расчетов в реальном времени. Использование металлургических моделей через автономное приложение для изменения параметров процесса. Интеграция металлургических моделей для всего производственного маршрута для целостной оптимизации цепочки создания стоимости

Литература к теме 3: [3].

Тема 4. Основные возможности пакета прикладных программ FACTSage.

Содержание темы 4: История создания. Главное меню программы. Информационные модули программы. Модули по работе с базами данных. Вычислительные модули (Reaction, EpH, Predom, Equilib, Phase Diagrams, Figure). Модули для обработки данных. Примеры расчетов, выполненных при помощи FACTSage.

Литература к теме 4: [3].

Тема 5. Основные возможности пакета прикладных программ JMatPro.

Содержание темы 5: История создания. Главное меню программы. Информационные модули программы. Вычислительные модули. Примеры расчетов, выполненных при помощи JMatPro.

Литература к теме 5: [3].

Тема 6. Проектирование структуры и свойств слитков, непрерывно литых заготовок, слитков переплавных процессов, отливок с помощью программ ProCAST (Франция), MAGMASOFT® (ФРГ), THERCAST® (Франция), «ПолигонСофт» (Россия), Solid® (SC-Consultants, Франция).

Содержание темы 6: Функционал ПО ProCAST, MAGMASOFT, THERCAST, «ПолигонСофт», Solid. Точность получаемых результатов за счет использования метода конечных элементов на сложных отливках и специальных видах литья, в том числе для расчета напряжено- деформированного состояния, выявления мест образования горячих/ холодных трещин, коробления отливки. Решение специализированных задач: литье по газифицируемым моделям, заполнение стержневых ящиков, расчет структуры зерна отливки (литье с



направленной кристаллизацией или монокристаллическое литье) и др. Термодинамический расчет свойств сплава по его химическому составу. Поддержка русского языка в программе.

Литература к теме 6: [3].

Тема 7. Оптимизация процессов термообработки с помощью программы Heat Treatment (ESI Group).

Содержание темы 7: Главное меню программы. Информационные модули программы. Вычислительные модули. Примеры расчетов, выполненных при помощи Heat Treatment.

Литература к теме 7: [3].

Тема 8. Комплексное проектирование технологии обработки давлением с заданием сквозного термовременного режима в пакетах прикладных программ QForm (Россия) и Deform (США).

Содержание темы 8: Описание программного комплекса Deform. Постановка задач конечно-элементного моделирования технологических процессов обработки металлов давлением. Методология решения краевых задач в прикладной программе QForm. Сравнение программ Deform и QForm. Примеры расчетов, выполненных при помощи Deform и QForm.

Литература к теме 8: [3, 4].

Тема 9. Проектирование технологий аддитивного производства.

Содержание темы 9: Описание возможностей программных комплексов ESI Additive Manufacturing, ANSYS Additive Suite, ANSYS Additive Print, Amphyon. Примеры расчетов для изделий из металлических порошков.

Литература к теме 9: [3].

Тема 10. Создание цифровых двойников металлургического производства.

Содержание темы 10: Повышение эффективности работы, оптимизация производственных процессов, снижение затрат и повышения маржинальной прибыли. Прогнозирование потребления электроэнергии в металлургической отрасли.

Литература к теме 10: [1–3].

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн./заочн.	Литература
1	Использование модуля «Металлургические процессы» ППП Thermo-Calc для расчета динамики кислородно-конвертерного процесса.	4/0,25	[3, 5]
2	Использование модуля «Металлургические процессы» ППП Thermo-Calc для расчета степени раскисления стали при выпуске.	2/0,25	[3, 5]
3	Использование модуля «Металлургические процессы» ППП Thermo-Calc для расчета кинетики рафинирования стали на У КП.	4/0,25	[3, 5]
4	Использование модуля «Металлургические процессы» ППП Thermo-Calc для расчета кинетики вакуум-кислородного обезуглероживания.	4/0,25	[3, 5]
5	Расчет фазовых равновесий металлических двойных и тройных систем с использованием программы JMatPro.	4/0,25	[3, 5]
6	Расчет СТТ и ТТТ диаграмм для разных марок сталей и сплавов на никелевой основе с использованием программы JMatPro.	8/0,25	[3, 5]
7	Проектирование структуры и свойств слитков.	2/0	[3, 5]
8	Проектирование процессов термообработки с помощью программы.	2/0,25	[3, 5]
9	Проектирование технологии обработки давлением с заданием сквозного термовременного режима в пакете прикладных программ QForm (Россия).	2/0,25	[3, 5]

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн./заочн.	Лите- ратура
10	Проектирование технологий аддитивного производства.	2/0	[3, 5]
<b>ИТОГО:</b>		34/4	

### 3.4 Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не запланированы.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн./заочн.
1	Изучение лекционного материала	22/51
2	Подготовка к практическим занятиям	32/70
3	Подготовка к лабораторным работам	0/0
4	Выполнение курсового проекта	0/0
5	Выполнение курсовой работы	0/0
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
<b>ИТОГО:</b>		54/130

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом курсовой проект (работа) не запланирован.

Учебным планом студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение индивидуального задания (контрольной работы). Цель – обучение основам расчета; закрепление, углубление и обобщение знаний, приобретенных при изучении теории этой дисциплины. Индивидуальное задание оказывает содействие развитию навыков самостоятельного решения технических и/или технологических задач. Развивает конструктивное отношение к методам расчетов, совершенствует навыки ведения и оформление проектной документации. О выполнении индивидуального задания сообщается студентам в начале семестра, а условия к заданию предоставляется в течение месяца после начала учебного семестра после изучения соответствующего лекционного материала и/или изучения материала, который не рассматривается на лекциях. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – не менее 9 часов. Сдача индивидуального задания осуществляется не позднее чем за две недели до окончания учебного семестра. Выполнение индивидуального задания осуществляется в часы СРС. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 5-15 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не может найти в справочной научно-технической литературе исходные значения для расчетов;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;



- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

#### 4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

- 1 Роль внедрения цифровых технологий для инновационного развития предприятий.
- 2 В чём заключается цифровизация технологических процессов.
- 3 Типовые решения производственных проблем с помощью цифровых технологий.
- 4 Характеристика информационных баз пакета прикладных программ Thermo-Calc.
- 5 Основные типы задач, решаемых в модуле «Металлургические процессы» в пакете прикладных программ Thermo-Calc.
- 6 Понятие эффективной равновесной реакционной зоны.
- 7 Кинетическая модель для выплавки и рафинирования стали в модуле «Металлургические процессы» в пакете прикладных программ Thermo-Calc.
- 8 Основные задачи прикладного обеспечения металлургических процессов.
- 9 Основные возможности пакета прикладных программ FACTSage.
- 10 Основные возможности пакета прикладных программ JMatPro.
- 11 Основные возможности пакета прикладных программ ProCAST.
- 12 Основные возможности пакета прикладных программ MAGMASOFT.
- 13 Основные возможности пакета прикладных программ ПолигонСофт.
- 14 Основные возможности пакета прикладных программ ESI Heat Treatment.
- 15 Основные возможности пакета прикладных программ QForm.
- 16 Основные возможности пакета прикладных программ Deform.
- 17 Основные возможности пакета прикладных программ ESI Additive Manufacturing
- 18 Основные возможности пакета прикладных программ ANSYS Additive Suite
- 19 Основные возможности пакета прикладных программ ANSYS Additive Print
- 20 Основные возможности пакета прикладных программ Amphyon.

#### Пример экзаменационного билета

##### ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования:	<u>магистратура</u>
Направление подготовки (специальность):	<u>22.04.02 «Металлургия»</u> (код, название)
Магистерская программа:	<u>«Электрометаллургия стали»</u> (название)
Семестр:	<u>2-й</u>
Учебная дисциплина:	<u>Прикладное программное обеспечение в металлургических расчетах</u>

#### БИЛЕТ № 1

1. Роль внедрения цифровых технологий для инновационного развития предприятий.
2. Кинетическая модель для выплавки и рафинирования стали в модуле «Металлургические процессы» в пакете прикладных программ Thermo-Calc.
3. Основные возможности пакета прикладных программ Amphyon.

Утверждено на заседании кафедры

Электрометаллургия  
(наименование кафедры полностью)

Протокол № от г.

Зав. кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Экзаменатор

(подпись)

Корзун Е.Л.

(Ф.И.О.)

#### 4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента **очной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа подразделяется на текущую аудиторную работу и текущую самостоятельную работу. **Текущая аудиторная работа** предполагает текущий контроль знаний студента по результатам учебных занятий. Объектами текущего контроля являются: посещаемость аудиторных учебных занятий; работа на занятиях; текущий опрос. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
<b>Текущая аудиторная работа:</b>	
– посещаемость аудиторных учебных занятий (за все занятия)	30
– работа на занятиях (за все занятия)	30
– текущий опрос (за все опросы)	30
<b>Текущая самостоятельная работа</b>	
– задание (контрольная работа)	10

**Текущий контроль** знаний студента **заочной** формы обучения осуществляется по результатам **текущей работы**. Текущая работа включает в себя текущую самостоятельную работу. **Текущая самостоятельная работа** студента обучения предполагает выполнение задания (контрольной работы) в соответствии с методическими рекомендациями.

Показатель	Максимальное количество баллов
<b>Текущая самостоятельная работа</b>	
– задание (контрольная работа)	100

**Промежуточная аттестация** студентов **очной и заочной** форм обучения осуществляется в форме экзамена: в экзаменационном билете предусмотрено два теоретических задания и задача.

Промежуточная аттестация	Максимальное количество баллов
– теоретический вопрос (за каждый вопрос)	40
– задача	20

Расчет баллов (**Б**) для студентов **очной и заочной** формы обучения определяется с учетом долевого участия текущей работы (**ТР**) и промежуточной аттестации (**ПА**):

$$Б = ТР * 0,3 + ПА * 0,7$$

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
		удовлетворительно

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
60-69	E	неудовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

При невыполнении всех заданий, предусмотренных учебной программой дисциплины согласно «Положению об организации учебного процесса» студенту в ведомость по курсу ставится запись «Не допущен». Студентам, которые были допущены к сдаче экзамена, но не явились на него, в ведомости ставится запись «Не явился».

#### **4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах**

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения индивидуального задания, во время контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

Пример текущего опроса на практическом занятии №2 по теме лекций №2:

1. Какие основные параметры вводятся на главном окне ППП Thermo-Calc?
2. Какие информационные базы использует ППП Thermo-Calc?
3. Какие задачи решает модуль «Металлургические процессы» ППП Thermo-Calc?
4. Основной метод решения равновесного состава реагирующих фаз в ППП Thermo-Calc?

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **I. Основная литература**

1. Шеер, А.-В. Индустрия 4.0: от прорывной бизнес-модели к автоматизации бизнес-процессов / А.-В. Шеер; перевод О.А. Виниченко, Д.В. Стефановский; под редакцией Д.В. Стефановского. – М.: Дело, 2020. – 272 с. – ISBN 978-5-85006-194-4. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/109859.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Голубев, С.С. Управление промышленными технологиями: монография / С.С. Голубев. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 235 с. – ISBN 978-5-4497-1692-7. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/121783.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Конспект лекций по дисциплине «Прикладное ПО в металлургических расчётах» для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерская программа «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Корзун Е.Л. – 0,62 Мб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

#### **II. Дополнительная литература**

4. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением: учебное пособие / А.А. Богатов, Д.А. Павлов, М.В. Ерпалов [и др.]; под редакцией А.А. Богатова. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. – 248с. – ISBN 978-5-7996-2390-6. – Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/106398.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Прикладное ПО в металлургических расчётах» для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерская программа «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Корзун Е.Л. – 0,97 Мб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Прикладное ПО в металлургических расчётах» для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерская программа «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Корзун Е.Л. – 184 Кб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине «Прикладное ПО в металлургических расчётах» для обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия», магистерская программа «Электрометаллургия стали» [Электронный ресурс] / Составитель: Корзун Е.Л. – 0,29 Мб. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

### Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Лекционные занятия.

Учебная аудитория №5.037 ЭШП учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа (мультимедийное оборудование: компьютер с выходом в Интернет P3/1.6GHz/512Mb/40Gb, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), монитор LG Studioworks 5D, видеопроектор Sony VPL-EX4 с экраном ProView 180x180 Matte White; специализированная мебель: доска аудиторная, столы и стулья).

### Практические занятия.

Учебная аудитория №5.035 ЭШП учебный корпус 5 для проведения практических занятий (мультимедийное оборудование: компьютеры с выходом в Интернет Duron/1.4GHz/256Mb/80Gb, Операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 4.3.0 (2015), компьютерная online модель процесса внепечной обработки стали доступная по ссылке <https://steeluniversity.org>, компьютерная модель для моделирования литейных процессов LVMFlow CV4.7r8 (учебная версия, лицензия №8323), разработанная в ДОННТУ компьютерная модель процесса выплавки стали и ферросплавов «ОРАКУЛ», видеопроектор Sony VPL-EX4, экран проекционный ELINSCREENS V119XWS1; специализированная мебель: доска для рисования маркерами, столы и стулья).

### Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3. (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.