


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра цифровых технологий и машин в литейном производстве

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и  
инженерной механики

  
Могильная Е.П.  
« 18 » 04 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы компьютерного моделирования»

По направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy

Профиль: «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы компьютерного моделирования» по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy. – 21 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы компьютерного моделирования» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 № 702.

СОСТАВИТЕЛЬ:

ст. преподаватель Тараненко Н.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровые технологии и машины в литейном производстве «11» 07 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой цифровых технологий и машин в литейном производстве \_\_\_\_\_ Гутько Ю.И.

Переутверждена: «  » \_\_\_\_\_ 20   г., протокол №   

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 07 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики \_\_\_\_\_ Неунж С.Н.

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – сформировать у студентов систему знаний и умений в области современных компьютерных программ для моделирования и проектирования процессов в литейном производстве.

Задачи:

- познакомить студентов с основными современными программами, их многообразием, тенденциями и перспективами развития;
- сформировать знания о возможностях использования прикладных программ в профессиональной деятельности;
- выработать у студентов навыки и умения выбирать и использовать программное обеспечение в профессиональной деятельности; применять цифровые технологии для разработки новых технологических процессов получения отливок средней сложности

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Основы компьютерного моделирования» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание основ компьютерной грамотности и информатики, умение поиска и систематизации информации, оформлять технический отчет, схемы, таблицы, владение технической терминологией.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математика», «основы информационных технологий в литейном производстве», и служит основой для освоения дисциплин «Аддитивные технологии» и «Численные методы расчета в инженерных задачах».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-8. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий в профессиональной деятельности.	Знать: современные информационные технологии для моделирования технологических процессов получения отливок
	ОПК-8.2. Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности.	Уметь: использовать современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности
		Владеть: прикладными программами при решении задач, возникающих в профессиональной деятельности

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108</b> (3,0 зач. ед)	<b>108</b> (3,0 зач. ед)
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего), в том числе:</b>	<b>60</b>	<b>8</b>
Лекции	36	4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	24	12
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>48</b>	<b>128</b>
Форма аттестации	зачет	

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Лекция 1. Математическое моделирование в инженерных задачах. Классификация математических моделей

Лекция 2. Основы метода конечных элементов

Лекция 3. Основы метода конечных разностей

Лекция 4. Основы метода контрольных объемов

Лекция 5. Сравнение метода конечных элементов и метода конечных разностей

Лекция 6 Сравнительный анализ систем компьютерного моделирования литейных процессов.

Лекция 7. Моделирование процесса литья в программе САМ ЛП NovaFlow. Моделирование течения металлических расплавов в каналах формы в САМ ЛП NovaFlow. Анализ результатов моделирования.

Лекция 8. Моделирование гидродинамических процессов заполнения формы расплавом. Законы гидродинамики. Цели и задачи моделирования. Моделирование течения металлических расплавов в каналах формы в САМ ЛП LVMFlow.

Лекция 9. Моделирование процессов теплообмена. Законы теплообмена. Температурные поля кристаллизующегося расплава. Теплообмен между формой и металлическим расплавом во время заполнения формы.

Лекция 10. Моделирование процессов формирования усадочных дефектов оливи. Процессы усадки металлических сплавов при затвердевании. Моделирование усадочных процессов. Управление процессами формирования усадочных дефектов в отливках с помощью моделирования.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Математическое моделирование в инженерных задачах. Классификация математических моделей	2	1
2.	Основы метода конечных элементов	2	1
3.	Основы метода конечных разностей	2	1
4.	Основы метода контрольных объемов	2	1
5.	Сравнение метода конечных элементов и метода конечных разностей	4	-
6.	Сравнительный анализ систем компьютерного моделирования литейных процессов	6	-
7.	Моделирование процесса литья в программе САМ ЛП NovaFlow	4	1
8.	Моделирование гидродинамических процессов заполнения формы расплавом.	4	1
9.	Моделирование процессов теплообмена	4	1
10.	Моделирование процессов формирования усадочных дефектов отливки.	6	1
<b>Итого:</b>		<b>36</b>	<b>8</b>

### 4.4. Практические (семинарские) занятия

*Цель проведения практических работ:* на базе вычислительного центра выполнение работы по моделированию процессов литья.

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Определение параметров регрессионной модели по экспериментальным данным	2	2
2.	Моделирование фазовых превращений	2	
3.	Моделирование равновесий химических реакций литейного производства	4	
4.	Моделирование процессов течения металлического расплава в канал литейной формы	4	2
5.	Моделирование процессов теплообмена в системе «сплав литейная форма»	4	
6.	Моделирование процессов рафинирования металлических расплавов.	4	4
7.	Моделирование формирования усадочных дефектов отливки	4	4

<b>Итого:</b>	<b>24</b>	<b>10</b>
---------------	-----------	-----------

#### 4.5. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Самостоятельное изучение темы. Моделирование фазовых превращений. Моделирование фазовых равновесий. Подготовка к практической работе.	Изучение информации по темам, подготовка к практическим работам.	5	10
2.	Самостоятельное освоение блока моделирующей программы. Назначение блока моделирующей программы. Принцип расчета фазовых диаграмм. Исходные термодинамические данные. Работа с программой. Условные обозначения. Внешний вид, назначение окон и управляющих кнопок. Выполнение расчетов, анализ и редактирование результатов. Подготовка к практической работе.		5	14
3.	Самостоятельное освоение блока моделирующей программы. Назначение блока моделирующей программы. Принцип расчета состава химически реагирующих систем. Исходные термодинамические данные. Работа с программой. Условные обозначения. Внешний вид, назначение окон и управляющих кнопок. Выполнение расчетов, анализ и редактирование результатов. Подготовка к практической работе		5	16
4.	«Моделирование гидродинамических процессов заполнения формы расплавом». Моделирование течения металлических расплавов в каналах формы при использовании ковшей различной конструкции. Подготовка к практической работе.		5	16
5.	Самостоятельное освоение блока моделирующей программы. Назначение блока моделирующей программы. Принцип задания граничных условий. Исходные гидродинамические данные. Работа с блоком моделирующей программы. Условные обозначения. Внешний вид, назначение окон и управляющих		5	18

	щих кнопок. Выполнение расчетов, анализ и редактирование результатов. Подготовка к практической работе.			
6.	«Моделирование процессов теплообмена». Теплообмен между формой и металлическим расплавом вовремя заполнения формы. Теплообмен между формой и металлическим расплавом во время кристаллизации. Подготовка к практической работе.		5	18
7.	Самостоятельное освоение блока моделирующей программы. Назначение блока моделирующей программы. Принцип задания граничных условий. Исходные данные по теплообмену. Работа с блоком моделирующей программы. Условные обозначения. Внешний вид, назначение окон и управляющих кнопок. Выполнение расчетов, анализ и редактирование результатов. Подготовка к практической работе.		5	18
8.	«Моделирование формирования усадочных дефектов отливки.» Самостоятельное освоение блока моделирующей программы. Обработка результатов расчета. Исследование влияния материала формы на картину распределения усадочных раковин и пористости в отливке. Построение картины усадочных раковин и пористости. Подготовка к практической работе.		5	14
Итого:			40	128

#### 4.7. Курсовые работы/проекты.

Учебным планом не предусмотрены.

### 5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач, ситуаций, кейсов;

- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;

- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; опережающая самостоятельная работа; междисциплинарное обучение; проблемное обучение; исследовательский метод.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Голофаев А.Н., Гутько Ю.И. Компьютерное проектирование литейной технологии: Учебное. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 410 с.

2. Зальцман Э.С., Математическое моделирование тепловых процессов в отливках и формах : Практикум / Зальцман Э.С., Шемякин В.В. - М. : МИСиС, 2001. - 84 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [http://www.studentlibrary.ru/book/Misis\\_092.html](http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_092.html)

3. Рязанов, С.А. Основы моделирования металлургических процессов [Текст]: учеб. пособие/С.А. Рязанов – Самара: Самарск. гос. техн. ун-т, 2014. – 97 с. <https://lib.samgtu.ru/>

### **б) дополнительная литература:**

1. Шкундин С.З., Теория информационных процессов и систем / Шкундин С.З., Берикашвили В.Ш. - М. : Горная книга, 2012. - 474 с. - ISBN 978-5-98672-285-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986722856.html>

2. Павлов Ю.А., Основы автоматизации производства : учеб. пособие / Ю.А. Павлов - М. : МИСиС, 2017. - 280 с. - ISBN 978-5-90846-78-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978590846785.html>



3. Схиртладзе А.Г., Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий : Учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Скворцов, Д.А. Чмырь. - М. : Абрис, 2012. - 615 с. - ISBN 978-5-4372-0074-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200742.html>

4. Михеева Е. В. Информационные технологии в профессиональной деятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / Е. В. Михеева. - 7-е изд., стереотип. - М.: Издат. центр "Академия", 2008. - 384 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Компьютеризация инженерного творчества» Сост.: Тараненко Н.А. Луганск, ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 36 с.

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
3. Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>
4. Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>
5. Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru» – <http://ibooks.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» – <http://www.iprbookshop.ru/>
8. Платформа «Библиокомплектатор» – <http://www.bibliocomplectator.ru/>
9. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф>
10. Базы данных издательства Springer – <http://link.springer.com>
11. Электронная библиотека диссертаций – <http://diss.rsl.ru/>

#### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

### **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Компьютерное моделирование объектов профессиональной деятельности» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины использованы мультимедийные средства; наборы слайдов или кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические работы: компьютерный класс, презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук), операционная система Windows NT/2000/XP, пакеты ПП (Microsoft Office 2000 (и выше)), специализированное ПО (программа машинного перевода текстов PROMT, программа распознавания текста Fine Reader 8.0), шаблоны отчетов по практическим работам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

#### Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

**8. Оценочные средства по дисциплине**  
**Паспорт**  
оценочных средств по учебной дисциплине  
**«Основы компьютерного моделирования»**  
Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий в профессиональной деятельности.  ОПК-8.2. Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	Лекция 1. Математическое моделирование в инженерных задачах. Классификация математических моделей	8
				Лекция 2. Основы метода конечных элементов	8
				Лекция 3. Основы метода конечных разностей	8
				Лекция 4. Основы метода контрольных объемов	8
				Лекция 5. Сравнение метода конечных элементов и метода конечных разностей	8
				Лекция 6. Сравнительный анализ систем компьютерного моделирования литейных процессов	8
				Лекция 7. Моделирование процесса литья в программе САМ ЛП NovaFlow	8
				Лекция 8. Моделирование гидродинамических процессов заполнения формы расплавом.	8
				Лекция 9. Моделирование процессов теплообмена	8
				Лекция 10. Моделирование процессов формирования усадочных дефектов оливы.	8

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал  
оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий в профессиональной деятельности.  ОПК-8.2. Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	Лекция 1. Математическое моделирование в инженерных задачах. Классификация математических моделей Лекция 2. Основы метода конечных элементов Лекция 3. Основы метода конечных разностей Лекция 4. Основы метода контрольных объемов Лекция 5. Сравнение метода конечных элементов и метода конечных разностей Лекция 6. Сравнительный анализ систем компьютерного моделирования литейных процессов Лекция 7. Моделирование процесса литья в программе САМ ЛП NovaFlow Лекция 8. Моделирование гидродинамических процессов заполнения формы расплавом Лекция 9. Моделирование процессов теплообмена Лекция 10. Мо-	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, практические работы, тест к экзамену

				делирование процессов формирования усадочных дефектов оливки.	
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине  
«Основы компьютерного моделирования»  
Вопросы для комбинированного контроля усвоения  
теоретического материала (устно или письменно):**

1. Какие этапы решения инженерной задачи выделяют?
2. Что такое моделирование?
3. Назовите формы упрощения объектов.
4. Что такое адекватность модели?
5. Какая программа проводит моделирование структуры сплава?
6. Какие российские САМ ЛП вы знаете?
7. Что такое система?
8. Что такое равновесное состояние?
9. Что такое фаза?
10. На чем основан термический анализ?
11. Что такое термограмма и для чего она используется?
12. Для чего нужны диаграммы состояния?
13. Какие металлы при плавлении имеют наибольшие потери за счет испарения?
14. Перечислите цели моделирования фазовых равновесий.
15. Каково назначение программы Ph-Di?
16. Что означает равновесное состояние системы?
17. Когда заканчивается химическая реакция?
18. Какой принцип лежит в основе большинства способов рафинирования от растворимых примесей?
19. Каким способом чаще всего удаляются легколетучие примеси и растворённые газы?
20. Каков принцип термодинамического моделирования?
21. Что необходимо для термодинамического моделирования?
22. Когда заканчивается химическая реакция в расплаве?
23. Какой принцип лежит в основе большинства способов рафинирования от растворимых примесей?
24. Каким способом чаще всего удаляются легколетучие примеси и растворённые газы?
25. Из каких стадий состоит любой химический процесс в металлическом расплаве?
26. Как производят связывание растворенных примесей?
27. За счет чего происходит удаление растворенных примесей в случае продувки расплава инертным газом?
28. Почему при вакуумировании расплавов образуется неравновесное состояние?

29. В каком случае можно использовать окисление примесей?
30. Что дает компьютерное моделирование гидродинамических процессов заполнения формы?
31. В чем причина завихрения потока расплава?
32. Почему нежелателен турбулентный режим заполнения формы расплавом?
33. Чем определяется характер течения жидкости?
34. Чем являются жидкие металлы?
35. Можно ли применить к описанию течения металлических расплавов законы гидродинамики?
36. Какие уравнения используются для моделирования течения расплава? Перечислите законы теплообмена.
37. Что такое температурное поле?
38. Чем отличается стационарное температурное поле от нестационарного?
39. Что такое изотерма?
40. Перечислите цели моделирования теплообмена.
41. Сколько слоев может включать в себя форма?
42. Какие материалы используют для изготовления форм?
43. Что показывает термограмма затвердевания отливки?
44. На что влияет картина распределения температур в отливке?
45. Какие виды теплообмена действуют между расплавом и формой?

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### Практические работы

Практические работы по дисциплине должны научить правильно проводить эксперименты, включая постановку методики, а также правильности описания проведения моделируемого процесса, обработке и предоставлению результата эксперимента. Конечным результатов работы становится подведение результатов проведенной работы в стандартной форме отчетности.

Практическая работа 1. Определение параметров регрессионной модели по экспериментальным данным

Для оформления решения составить таблицу в ППП Microsoft Office Excel (вариант выдает преподаватель) и, исходя из задания, занести экспериментальные данные в ячейки A3:B12.2. Построить точечный график по диапазону ячеек.

#### Практическая работа 2.

Моделирование фазовых превращений

- 1.1. Ознакомление с блоком моделирующей программы.
- 1.2. Порядок выполнения расчетов, анализ и редактирование

Моделирование фазовых превращений Часть II:

- 1.3. Выполнение задач по моделированию.
- 1.4. Оформление отчета результатов

#### Практическая работа 3.

Моделирование равновесий химических реакций металлургического производства

- 1.1. Ознакомление с блоком моделирующей программы.
- 1.2. Порядок выполнения расчетов, анализ и редактирование результатов.
- 1.3. Выполнение задач по моделированию.
- 1.4. Оформление отчета

#### Практическая работа 4.

Моделирование процессов течения металлического расплава в канал литейной формы

- 1.1. Ознакомление с блоком моделирующей программы.
- 1.2. Порядок выполнения расчетов, анализ и редактирование результатов.
- 1.3. Выполнение задач по моделированию.
- 1.4. Оформление отчета.

#### Практическая работа 5.

Моделирование процессов теплообмена в системе «сплав литейная форма»

- 1.1. Ознакомление с блоком моделирующей программы.
- 1.2. Порядок выполнения расчетов, анализ и редактирование результатов.
- 1.3. Выполнение задач по моделированию.
- 1.4. Оформление отчета

#### Практическая работа 6.

Моделирование процессов рафинирования металлических расплавов.

- 1.1. Ознакомление с моделирующей программой.
- 1.2. Порядок выполнения расчетов, анализ и редактирование результатов
- 1.3. Выполнение задач по моделированию.
- 1.4. Оформление отчета

#### Практическая работа 7.

Моделирование формирования усадочных дефектов отливки.

- 1.1. Ознакомление с моделирующей программой.

- 1.2. Порядок выполнения расчетов, анализ и редактирование результатов
- 1.3. Выполнение задач по моделированию.
- 1.4. Оформление отчета

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
практическая работа**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Работа выполнена на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Работа выполнена на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Работа выполнена на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Работа выполнена на неудовлетворительном уровне или не представлена (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Оценочные средства для промежуточной аттестации – экзамен:**

**Примерный перечень тестовых заданий**

1. Численный метод решения дифференциальных уравнений, основанный на замене производных разностными схемами

- А) Метод конечных объёмов
- Б) Метод конечных элементов
- В) Метод конечных разностей

2. Численный метод решения дифференциальных уравнений, суть которого заключается в разбишке области на конечное количество подобластей

- А) Метод конечных элементов
- Б) Метод конечных разностей
- В) Метод конечных объёмов

3. Предел упругости при одноосном растяжении при температуре солидуса

- А) Напряжения сжатия
- Б) Критические напряжения сдвига
- В) Интенсивность пластической деформации

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца

1)	Выбор метода решения	А)	На этом этапе устанавливаются окончательные параметры моделей с учетом условия функционирования объекта
2)	Реализация модели	Б)	Сопоставляется полученное и



			предполагаемое решение, проводится контроль погрешности моделирования
3)	Анализ полученной информации	В)	После разработки алгоритма пишется программа, которая отлаживается, тестируется для получения решения нужной задачи
4)	Проверка адекватности реальному объекту	Г)	Результаты, полученные с помощью модели, либо сопоставляются с имеющейся об объекте информацией, либо проводится эксперимент, и его результаты сопоставляются с расчётными

4. Установите правильное соответствие прибыли по расположению относительно питаемого узла. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца

1)	Присоединяемые к верхней поверхности отливок	А)	Обратного действия
2)	Присоединяемые к вертикальным или наклонным поверхностям отливок	Б)	Отводные(боковые)
		В)	Прямого действия

5. Установите соответствие прибыли по условиям охлаждения:

1)	Металл контактирует с формовочной смесью	А)	Обычные
2)	Металл изолирован от формовочной смеси менее теплопроводным материалом	Б)	Легко отделяемые
		В)	Теплоизолированные

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

6. Установите правильную последовательность этапов моделирования литья:

- А) Разбиение полученной геометрии на сетку конечных элементов.
- Б) Подготовка твердотельной модели отливки.
- В) Задание теплофизических характеристик материалов.
- Г) Задание граничных условий «отливка — форма»
- Д) Гидродинамический расчёт заполнения формы расплавом.
- Е) Термический расчёт.
- Ж) Контроль изменений расчётных параметров.

7. Установите правильную последовательность этапов формирования базы данных материалов NowaFlow

- А) Выбор строки «Материал формы». Найдите и выделите строку с надписью «Материал формы».

Б) Вызов окна диалога. Щелкните правой кнопкой мыши на выделенной строке или используйте соответствующую пиктограмму для вызова окна диалога назначения материалов.

В) Выбор материала. В открывшемся окне диалога найдите список доступных материалов.

Г) Подтверждение выбора. Нажмите кнопку «Да» или «ОК» для подтверждения вашего выбора.

Д) Проверка назначения. Убедитесь, что материал успешно назначен, проверив информацию в окне материалов.

Е) Открытие окна материалов. Найдите панель или окно, где отображаются доступные материалы (обычно справа от рабочего пространства).

8. Установите правильную последовательность работы с модулями NovaFlow:

А) Модуль «Моделирование течения расплава». Перейдите к моделированию заполнения формы расплавом. Рассматривайте расплав как течение идеальной жидкости, применяя уравнения Навье-Стокса. Убедитесь, что учитывается вязкость в виде поправки. При необходимости смоделируйте движение шлаковых частичек заданного радиуса и плотности.

Б) Модуль «Полная задача». Выполните одновременное моделирование процессов заполнения формы расплавом и его затвердевания. Используйте замкнутую динамическую систему уравнений, основанную на законах сохранения энергии, импульса и массы. Решайте уравнения на прямоугольной сетке методом контрольных объемов (МКО) с автоматическим выбором шага интеграции по времени.

В) Модуль «Кристаллизация». Начните с моделирования процесса затвердевания сплава, предполагая, что форма мгновенно заполнена расплавом. Используйте неравновесную теорию кристаллизации многокомпонентного сплава для анализа.

9. Напишите пропущенное слово (словосочетание).  
Модели, характеризующиеся постоянством основных параметров или структуры во времени, называются \_\_\_\_\_

10. Этот метод решения подразумевает замену сложных дифференциальных выражений на систему из конечного числа более простых алгебраических уравнений, решением которых являются приближенные значения выходного параметра называется \_\_\_\_\_

11. Способность материальных тел к переносу энергии (теплообмену) от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела, осуществляемому хаотически движущимися частицами тела называется \_\_\_\_\_

12. Задача о нахождении решения заданного дифференциального уравнения (системы дифференциальных уравнений), удовлетворяющего граничным условиям на границе области называется \_\_\_\_\_

13. Метода решения характерный для определения искомой величины на основе прямого решения системы алгебраических, дифференциальных или интегральных уравнений называется \_\_\_\_\_
14. Целенаправленная деятельность по отысканию функциональной зависимости между интересующими параметрами и ее исследованию на определение экстремума называется \_\_\_\_\_
15. Перечислите методы компьютерного моделирования в металлургии и охарактеризуйте их.
16. Напишите отличие по принципу построения сетки метода конечных элементов (МКЭ) от метода конечных разностей (МКР)
17. Перечислите необходимые вводимые данные для расчёта остывания отливки в системе компьютерного моделирования литейной технологии.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «экзамен»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

## Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)