



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

05.02.2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Технология литейных процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

|                     |  |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалобработки |
| Кафедра             | Литейных процессов и материаловедения                    |
| Курс                | 4  |


Магнитогорск  
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой

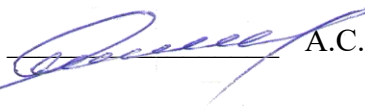


Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ЛПиМ,



Юмабаев А.А.

Рецензент:

доцент ПЭиБЖД, к.т.н.



Перятинский А.Ю.

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

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

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

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

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

Трехмерное конструирование литейных форм

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

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

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции   |
|----------------|--|
| ПК-3           | Способен разрабатывать предложения по оптимизации литейных производств                                 |
| ПК-3.1         | Решает профессиональные задачи по оптимизации и моделированию технологических процессов и оборудования |

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 6,1 акад. часов;
- аудиторная – 6 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 62 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

| Раздел/ тема дисциплины  | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                       | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации                          | Код компетенции |
|--|------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|--|-----------------|
|  |      | Лек.   | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |  |  |                 |
| 1. 1. Введение в компьютерное моделирование литейных процессов |      |  |           |             |                                 |  |  |                 |
| 1.1 Основные понятия и этапы моделирования                     | 4    |  |           |             | 4                               | Контрольные вопросы                              | Наблюдение за ходом работы. Выборочный опрос в процессе работы. Промежуточные результаты | ПК-3.1          |
| 1.2 Обзор программного обеспечения                             |      |  |           |             | 4                               | Устный опрос                                     | Промежуточные результаты. Выборочный опрос   | ПК-3.1          |
| Итого по разделу   |      |  |           |             | 8                               |  |  |                 |
| 2. 2. Твердотельное моделирование литых деталей в КОМПАС-3D    |      |  |           |             |                                 |  |  |                 |
| 2.1 Основы 3D-моделирования для литья                          | 4    |  |           |             | 4                               | Контрольные вопросы для самостоятельной проверки | Наблюдение за ходом работы. Выборочный опрос в процессе работы. Промежуточные результаты | ПК-3.1          |
| 2.2 Создание чертежей по 3D-модели                             |      |  |           |             | 4                               | Контрольные вопросы                              | промежуточные результаты. Выборочный опрос.  | ПК-3.1          |
| 2.3 Подготовка модели к расчету                                |      |  |           |             | 4                               | Контрольные вопросы                              | Наблюдение за ходом работы. Выборочный опрос. Промежуточный результат                    | ПК-3.1          |

|  |   |  |  |      |    |                     |   |        |
|--|---|--|--|------|----|---------------------|---|--------|
| Итого по разделу                             |   |  |  |      | 12 |                     |   |        |
| 3. 3. Моделирование в системе «ПолигонСофт»  |   |  |  |      |    |                     |   |        |
| 3.1 Интерфейс и подготовка к расчету         | 4 |  |  | 0,75 | 4  | Контрольные вопросы | Наблюдение за ходом работы. Выборочный опрос в процессе работы. Промежуточные результаты. | ПК-3.1 |
| 3.2 Индексация объемов и границ              |   |  |  | 0,75 | 4  | Контрольные вопросы | Промежуточный результат   | ПК-3.1 |
| 3.3 Настройка технологических параметров     |   |  |  | 0,75 | 4  | Контрольные вопросы | Выборочный опрос. Промежуточный результат   | ПК-3.1 |
| 3.4 Запуск расчета и анализ результатов      |   |  |  | 0,75 | 4  | Контрольный опрос   | Наблюдение за ходом работы. Промежуточный результат. Тестирование                         | ПК-3.1 |
| Итого по разделу                             |   |  |  | 3    | 16 |                     |   |        |
| 4. 4. Моделирование в системе LVMFlow        |   |  |  |      |    |                     |   |        |
| 4.1 Импорт и предпроцессорная подготовка     | 4 |  |  | 0,75 | 4  |                     | Промежуточный результат. Выборочный опрос в процессе работы. Наблюдение                   | ПК-3.1 |
| 4.2 Задание условий литья                    |   |  |  | 0,75 | 4  |                     | Выборочный опрос. Наблюдение за ходом выполнения. Устный опрос                            | ПК-3.1 |
| 4.3 Моделирование специальных способов литья |   |  |  | 0,5  | 4  |                     | Наблюдение за ходом выполнения. Устный опрос  | ПК-3.1 |
| 4.4 Анализ результатов                       |   |  |  |      | 4  | Контрольные вопросы | Промежуточный результат   | ПК-3.1 |
| Итого по разделу                             |   |  |  | 2    | 16 |                     |   |        |
| 5. 5. Интеграция CAD/CAE                     |   |  |  |      |    |                     |   |        |
| 5.1 Сквозной цикл проектирования             | 4 |  |  |      | 4  |                     | Визуальный контроль за ходом работы. Промежуточные результаты. Выборочный опрос.          | ПК-3.1 |
| 5.2 Интерпретация результатов и оптимизация  |   |  |  |      | 4  |                     | Промежуточные результаты. Выборочный опрос  | ПК-3.1 |
| 5.3 Оформление отчета                        |   |  |  | 1    | 2  |                     | Письменный оформленный отчет по СМК МГТУ. Тестирование                                    | ПК-3.1 |

|                     |  |  |   |    |  |                 |  |
|---------------------|--|--|---|----|--|-----------------|--|
| Итого по разделу    |  |  | 1 | 10 |  |                 |  |
| Итого за семестр    |  |  | 6 | 62 |  | зао             |  |
| Итого по дисциплине |  |  | 6 | 62 |  | зачет с оценкой |  |

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Компьютерное моделирование литейных процессов» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Практические занятия проходят как в традиционной форме, так и в форме интерактивных занятий, где ранее усвоенный в процессе самостоятельной работы теоретический материал закрепляется на практике с применением компьютерных технологий.

При проведении практических занятий выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практических занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету с оценкой.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

Используются следующие виды и формы занятий с использованием традиционных и инновационных технологий:

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2026. — 264 с. - ISBN 978-5-906818-79-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2211866> . – Режим доступа: по подписке.

2. Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник / И.О. Леушин. - М. : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-732-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012428> . – Режим доступа: по подписке.

3. Вдовин, Р. А. Компьютерное моделирование технологического процесса литья деталей двигателей в модуле Visual-Mesh программного продукта ProCast : учебное пособие / Р. А. Вдовин. — Самара : Самарский университет, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-7883-1452-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148597>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Вальтер, А. И. Основы литейного производства : учебник / А. И. Вальтер, А. А. Протопопов. — 2-е изд., испр. и доп. — Тула : ТулГУ, 2019. — 317 с. — ISBN 978-5-7679-4174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/201245>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Кучеряев, Б.В. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Б.В. Кучеряев, В.Б. Крахт, О.Г. Манухин. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Моделирование и оптимизация технологических систем — 2004. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116999> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Цаплин, А. И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / А. И. Цаплин, И. Л. Никулин. — Пермь : ПНИПУ, 2011. — 299 с. — ISBN 978-5-398-00575-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160730> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Болотов, М. А. Перспективные технологии изготовления деталей двигателей и энергетических установок : учебное пособие / М. А. Болотов, Р. А. Вдовин. — Самара : Самарский университет, 2020. — 108 с. — ISBN 978-5-7883-1566-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/188971> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Быкова, П. О. Моделирование объектов и процессов в металлургии : учебное пособие / П. О. Быкова. — Пермь : ПНИПУ, 2010. — 132 с. — ISBN 978-5-398-00417-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160319>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**  
Представлены в приложении 3

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| Аскон КОМПАС в.23           | ЧЦ-23-00383 от 17.08.2023    | бессрочно              |
| FAR Manager                 | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| MS Windows 10 Pro           | К-79-21 от 22.11.2021        | бессрочно              |

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса   | Ссылка  |
|--|---|
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова  | <a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>         |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги  | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования            | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>        |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature» | <a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>                     |

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
3. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде выполнения программ практических работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, подготовкой данных для практических работ, выполнения и подготовке к их защите.

#### **Методические указания по подготовке к тестированию.**

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

*Итоговой тест представлен в приложении 3*

**Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельных работ согласно разделам:**

#### **Раздел 2. Основы твердотельного моделирования в КОМПАС-3D для литейных задач.**

##### **Вопросы для самопроверки:**

1. Опишите полный цикл создания 3D-модели простой детали типа "Втулка" в КОМПАС-3D. Какие команды формообразования (операции) вы будете использовать?
2. В чем принципиальная разница между эскизом, фрагментом и чертежом в структуре документов КОМПАС-3D?
3. Перечислите основные элементы интерфейса КОМПАС-3D, необходимые для начала работы (Компактная панель, Дерево модели, Панель свойств). Каково их назначение?
4. Какие требования к геометрии литой детали (литейные радиусы, уклоны, равенстенность) необходимо учитывать уже на этапе 3D-моделирования и почему?
5. Как в КОМПАС-3D создать массив отверстий по окружности? Опишите последовательность действий (инструменты: "Операция вращения", "Отверстие", "Массив по концентрической сетке").
6. Какие существуют способы выделения объектов в эскизе и в 3D-сцене? Для каких целей они применяются?
7. В каких форматах можно сохранить 3D-модель из КОМПАС-3D для последующего экспорта в САЕ-системы (LVMFlow, ПолигонСофт)? Какой формат является наиболее универсальным и почему?
8. Как создать ассоциативный чертеж по готовой 3D-модели? Какие виды и разрезы необходимо построить для детали типа "Корпус"?
9. Для чего в чертеже проставляются шероховатость поверхностей и технические требования? Как они влияют на понимание технологии изготовления отливки?
10. Какие ошибки могут возникнуть при построении 3D-модели, которые впоследствии сделают невозможным или некорректным ее импорт в расчетный модуль?

---

### **Раздел 3. Подготовка и проведение расчетов в LVMFlow.**

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Опишите последовательность действий при импорте 3D-модели в LVMFlow и подготовке ее к расчету (ориентация в пространстве, создание виртуальной формы).
2. Какой численный метод (МКЭ или МКР) лежит в основе LVMFlow? В чем его суть применительно к моделированию заполнения формы?
3. Перечислите теплофизические свойства материалов (сплава и формы), которые необходимо задать в LVMFlow для корректного расчета. Где можно взять эти данные?
4. Каким образом в LVMFlow моделируется движение неметаллических включений и шлака? Какие параметры частиц (плотность, диаметр) являются критическими?
5. Что такое виртуальные датчики и термограммы в LVMFlow? Для решения каких задач они используются?
6. Как в LVMFlow учитывается материал литейной формы (например, песчаная форма из ХТС или металлический кокиль)? Какие параметры материала формы влияют на скорость охлаждения отливки?
7. Какие типы литниковых систем можно смоделировать в LVMFlow? От каких параметров зависит выбор типа литниковой системы для конкретной отливки?
8. Как по результатам моделирования определить вероятность образования усадочной раковины или пористости? На какие зоны отливки следует обратить внимание?
9. Опишите особенности моделирования литья по выплавляемым моделям в LVMFlow (создание оболочки, задание ее свойств).
10. Какие параметры процесса (температура заливки, скорость заливки, начальная температура формы) в наибольшей степени влияют на качество отливки и как это проявляется в результатах моделирования?

---

### **Раздел 4. Инженерный анализ в системе «ПолигонСофт».**

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Какой численный метод используется в «ПолигонСофт» для решения тепловых и прочностных задач?
  2. Объясните назначение системы индексов (цветовой маркировки) объемов и границ в «ПолигонСофт». Приведите примеры использования различных индексов.
  3. Какие модули (решатели) входят в состав «ПолигонСофт» и для решения каких задач (заполнение, затвердевание, напряжения) они предназначены?
  4. Опишите процесс построения конечно-элементной сетки. Какие требования предъявляются к качеству сетки и от чего зависит ее густота?
  5. Какие исходные данные необходимо задать для расчета заполнения формы расплавом в модуле «Эйлер-3D»?
  6. Как в «ПолигонСофт» прогнозируется образование усадочной макро- и микропористости? Какие критерии (например, критерий Нн) используются для этого?
  7. Для чего необходим расчет напряженно-деформированного состояния в отливке (модуль «Прочность-3D»)? Какие дефекты (горячие трещины, коробление) позволяет выявить этот расчет?
  8. Каким образом в «ПолигонСофт» можно задать нестационарные граничные условия (например, изменение температуры формы во времени)?
  9. Как интерпретировать результаты расчета температурных полей? Как по распределению изотерм определить направление затвердевания отливки (направленное или объемное)?
  10. Сравните возможности «ПолигонСофт» и LVMFlow. Для решения каких задач (геометрия, тип сплава, требуемая точность) лучше подходит каждая из этих систем?
-

## **Раздел 5. Интеграция CAD/CAE и анализ результатов.**

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Опишите сквозной цикл компьютерного моделирования литейного процесса от чертежа детали до анализа дефектов.
2. Какие типичные литейные дефекты (недолив, усадочная пористость, газовые раковины, горячие трещины, засоры) можно выявить с помощью моделирования в LVMFlow и «ПолигонСофт»?
3. Как выглядит на визуализации результатов моделирования (в цветовой гамме) зона вероятного образования усадочной рыхлоты? Чем она отличается по цвету от здорового металла?
4. Если по результатам моделирования в прибыли обнаружена усадочная раковина, соединенная с телом отливки, какие меры по изменению технологии (размеры прибыли, применение холодильников, изменение режимов заливки) вы предложите?
5. Как определить по результатам расчета в LVMFlow, что форма не залилась полностью (недолив)? Какие параметры процесса нужно изменить, чтобы это исправить?
6. Что показывает график (термограмма), снятый с виртуального датчика, установленного в стенке отливки? Как по этому графику определить момент окончания затвердевания в данной точке?
7. Каким образом корректировка 3D-модели в КОМПАС-3D (например, добавление технологического прилива или изменение радиуса галтели) влияет на результаты моделирования в LVMFlow?
8. Для чего необходимо создавать автоматические отчеты по результатам моделирования? Какие данные (скриншоты, графики, таблицы) обязательно должны быть в таком отчете?
9. Как с помощью моделирования проверить эффективность установки холодильников (внутренних или наружных) для устранения усадочных дефектов в массивном узле отливки?
10. В чем заключается экономическая эффективность внедрения систем компьютерного моделирования (LVMFlow, ПолигонСофт) в реальное литейное производство?

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

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

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства  |
|--|--|---|
| ПК-3: способен разрабатывать предложения по оптимизации литейных производств |  |   |
| ПК-3.1:  | решает профессиональные задачи по оптимизации и моделированию технологических процессов и оборудования | Теоретические вопросы для итогового теста и контроля самостоятельной работы представлены в приложении 1 и 3 |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «КМЛП» включает теоретические вопросы в форме итогового теста, с предоставлением отчета, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

В случае спорной ситуации между обучающимся и преподавателем, принимающим промежуточную аттестацию, заведующий кафедрой может по заявлению обучающегося назначить комиссионную сдачу зачета по тестированию, утвержденному заседанием кафедры.

### Критерии оценки знаний студентов при проведении зачета с оценкой, в том числе и в тестовой форме:

Показатели и критерии оценивания:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями и умениями. Количество правильных ответов в тесте составляет 85-100%;

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности иноязычной коммуникативной компетенции, допускает ошибки не имеющие принципиального характера. Количество правильных ответов составляет 70 %;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций; в ходе тестирования допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при выполнении теста. Количество правильных ответов в тесте составляет 55%;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует слабые знания материала, допускает много существенных ошибок. Количество правильных ответов в тесте составляет менее 50%;

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации. Задания теста не выполняет.

### **Критерии оценки отчета:**

- «Отлично»: Работа выполнена полностью и самостоятельно, оформление соответствует всем требованиям, результаты проанализированы глубоко и верно, сделаны обоснованные выводы, даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы.

- «Хорошо»: Работа выполнена правильно, но с незначительной помощью преподавателя или консультациями с одногруппниками. Оформление отчета с небольшими недочетами, ответы на контрольные вопросы в целом верные.

- «Удовлетворительно»: Задание выполнено не в полном объеме, в работе или отчете есть существенные ошибки или пропуски, ответы на контрольные вопросы неполные или содержат ошибки.

- «Неудовлетворительно»: Работа не выполнена, отчет не представлен или содержит грубые ошибки, студент не может ответить на контрольные вопросы.

## Методические указания по подготовке к отчету

Основная форма контроля для самостоятельной внеаудиторной работы. Отчет должен быть оформлен по единым требованиям и сдан на проверку.

### Требования к структуре отчета:

1. **Титульный лист** с названием работы, ФИО студента и группы.
2. **Цель работы** (сформулированная самостоятельно).
3. **Краткие теоретические сведения** (основные понятия, определения, используемые в работе).
4. **Ход выполнения работы** (описание последовательности действий, настройки параметров в программе).
5. **Результаты моделирования** (скриншоты 3D-модели в КОМПАС-3D, визуализация полей температур, скоростей, дефектов в LVMFlow или ПолигонСофт, графики, термограммы).
6. **Анализ результатов и выводы** (объяснение полученных данных, выявление причин возможных дефектов, предложения по оптимизации технологии).
7. **Ответы на контрольные вопросы.**

### Итоговый тест

Выберите один правильный ответ из предложенных вариантов. В вопросах 19-20 требуется установить соответствие или правильную последовательность.

#### Раздел 2. Твердотельное моделирование (КОМПАС-3D)

**Вопрос 1.** Какой тип документа в КОМПАС-3D предназначен для создания трехмерной детали?

- A) Чертеж
- B) Фрагмент
- C) Деталь
- D) Спецификация

**Вопрос 2.** Что является обязательным элементом для создания объемного тела путем вращения в КОМПАС-3D? А) Готовая сборка

- B) Замкнутый контур (эскиз) и ось вращения
- C) Текстовый документ с описанием
- D) Импортированное из LVMFlow растровое изображение

**Вопрос 3.** Каким образом в 3D-модели КОМПАС-3D создается литейный уклон (конусность) на вертикальных стенках модели?

- A) Автоматически, при сохранении файла
- B) С помощью команды «Уклон» на панели редактирования детали
- C) Только путем ручной обрезки лишнего материала
- D) Это делает программа LVMFlow при импорте

**Вопрос 4.** Какой формат файла является наиболее предпочтительным для передачи геометрии из КОМПАС-3D в LVMFlow или ПолигонСофт?

- A) .cdw
- B) .step или .stl
- C) .docx D) .bmp

**Вопрос 5.** Для чего в чертеже, созданном по 3D-модели в КОМПАС-3D, проставляется шероховатость поверхностей? А) Для красивого оформления чертежа B) Чтобы указать, какие поверхности являются литейными, а какие — обрабатываемыми механически C) Для расчета стоимости материала D) Это требование программы для последующего экспорта

#### Раздел 3. Моделирование в системе LVMFlow

**Вопрос 6.** Какой численный метод положен в основу расчетов в программе LVMFlow?

- A) Метод конечных элементов (МКЭ)
- B) Метод конечных разностей (МКР)
- C) Метод граничных интегралов
- D) Метод Монте-Карло

**Вопрос 7.** В LVMFlow, после импорта модели отливки, необходимо создать виртуальную литейную форму. Чем она представлена в расчетной модели?

- A) Векторной 3D-моделью высокого разрешения
- B) Набором расчетных ячеек (вокселей) с определенными свойствами
- C) Только облаком точек
- D) Двумерным чертежом сечения

**Вопрос 8.** Для чего в LVMFlow используются виртуальные датчики?

- A) Для управления реальным литейным оборудованием
- B) Для измерения давления в цехе
- C) Для фиксации изменения температуры в конкретной точке отливки во времени и построения термограмм
- D) Для автоматического изменения геометрии отливки

**Вопрос 9.** Вы провели расчет в LVMFlow и визуально видите, что расплав не дошел до тонкой стенки отливки. Как называется этот дефект?

- A) Усадочная раковина
- B) Недолив
- C) Газовая пористость
- D) Горячая трещина

**Вопрос 10.** При моделировании литья в LVMFlow, какой параметр НЕ относится к характеристикам материала формы?

- A) Теплопроводность
- B) Теплоемкость
- C) Цвет формы в интерфейсе программы
- D) Начальная температура

**Вопрос 11.** Для анализа движения шлака и неметаллических включений в LVMFlow необходимо задать: А) Электрическое сопротивление частиц В) Плотность и диаметр частиц С) Только количество частиц, их свойства подбираются автоматически D) Химическую формулу включений

#### **Раздел 4. Инженерный анализ в «ПолигонСофт»**

**Вопрос 12.** Какой метод лежит в основе расчетов системы «ПолигонСофт»?

- A) Метод конечных элементов (МКЭ)
- B) Метод конечных разностей (МКР)
- C) Метод дискретных элементов
- D) Аналитический метод

**Вопрос 13.** Для чего в «ПолигонСофт» используется система индексов (цветов) объемов и граней?

- A) Чтобы сделать модель более красивой
- B) Для разделения модели на подобласти с разными материалами и граничными условиями (отливка, форма, холодильники)
- C) Для обозначения дефектов в готовой отливке
- D) Это просто способ нумерации элементов сетки, не влияющий на расчет

**Вопрос 14.** Какой модуль (решатель) в «ПолигонСофт» отвечает за расчет напряженно-деформированного состояния и прогнозирование трещин?

- A) Эйлер-3D
- B) Фурье-3D
- C) Прочность-3D

D) Литейщик-3D

**Вопрос 15.** Результатом расчета в модуле «Фурье-3D» системы «ПолигонСофт» является:

A) Траектория движения шлака

B) Температурные поля и зоны усадочной пористости на этапе затвердевания и охлаждения

C) Управляющая программа для 3D-принтера

D) Скорость заполнения формы на каждой секунде

**Вопрос 16.** При моделировании литья в «ПолигонСофт», что позволяет сделать критерий Нн (критерий Н.И. Хворинова)?

A) Оценить вероятность образования газовых раковин

B) Количественно оценить вероятность образования усадочной микропористости

C) Рассчитать оптимальное время выдержки отливки в форме

D) Определить прочность формы

### **Раздел 5. Общие вопросы и анализ результатов**

**Вопрос 17.** Какой из перечисленных дефектов легче всего обнаружить визуально сразу после расчета заполнения формы (еще до расчета затвердевания)?

A) Усадочная раковина

B) Недолив

C) Коробление отливки

D) Микропористость

**Вопрос 18.** Что является ГЛАВНОЙ целью внедрения систем компьютерного моделирования (LVMFlow, ПолигонСофт) в литейное производство?

A) Повышение зарплаты технологам

B) Снижение себестоимости отливок за счет уменьшения брака и сокращения сроков подготовки производства

C) Получение красивых цветных картинок для отчетов

D) Возможность отказаться от производственных экспериментов полностью

**Вопрос 19. Установите соответствие:** К каждому термину из левой колонки подберите правильное определение из правой колонки.

| Термин                      | Определение   |
|-----------------------------|---|
| 1. Эскиз (в КОМПАС-3D)      | A. Процесс перехода жидкого металла в твердое состояние с образованием кристаллической решетки. |
| 2. Конечно-элементная сетка | B. Плоский профиль, лежащий в основе 3D-операции.   |
| 3. Затвердевание            | C. Разбиение модели на множество мелких элементов для проведения расчетов методом МКЭ.          |
| 4. Термограмма              | D. График изменения температуры во времени в заданной точке отливки.                            |

*Варианты ответа:*

A) 1-B, 2-C, 3-A, 4-D

B) 1-A, 2-B, 3-C, 4-D

C) 1-D, 2-A, 3-B, 4-C

D) 1-C, 2-D, 3-A, 4-B

**Вопрос 20. Установите правильную последовательность:**

Расположите этапы сквозного проектирования литой детали в хронологическом порядке.

1. Анализ результатов моделирования, выявление зон возможного брака.
2. Построение 3D-модели детали в КОМПАС-3D с учетом литейных требований.
3. Импорт модели в LVMFlow или ПолигонСофт, задание условий литья (материал, температура).
4. Корректировка технологии (изменение литниковой системы, добавление холодильников) на основе анализа и повторный расчет.
5. Запуск расчета заполнения формы и затвердевания.

A) 2 → 3 → 5 → 1 → 4

B) 3 → 2 → 5 → 4 → 1

C) 1 → 2 → 3 → 4 → 5

D) 2 → 5 → 3 → 1 → 4