



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

09.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Информационные технологии в современных литейных процессах

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2023 год

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

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

08.02.2023, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ


09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ЛПИМ, канд. техн. наук  Н.А. Феоктистов

Рецензент:

зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю. Перятинский

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 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 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

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

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

Научить обучающихся применять современные методы компьютерного анализа литейных процессов, а также на основании полученных результатов принимать технологические решения

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

Дисциплина Компьютерный анализ 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:

Аддитивные технологии в металлургии

Инновационное предпринимательство

Моделирование и оптимизация технологических процессов

Аддитивные технологии в металлургии

Инновационное предпринимательство

Моделирование и оптимизация технологических процессов

Информатика и информационные технологии

Материаловедение

Основы конструирования литых деталей

Трехмерное конструирование литейных форм

Цифровая грамотность

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика, научно-исследовательская работа

Производственная практика, преддипломная практика

Производственная практика, проектно-технологическая практика

Производственная практика, научно-исследовательская работа

Производственная практика, преддипломная практика

Производственная практика, проектно-технологическая практика

Технология литейного производства

Производство отливок из стали и чугуна

Специальные способы литья

Производственная-преддипломная практика

Специальные чугуны

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений
ПК-2.1	Обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов

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

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

- контактная работа – 51,95 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов;
- самостоятельная работа – 20,05 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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. Современное представление о цифровом анализе литейных процессов								
1.1 Цифровой анализ литейных процессов: основы, методы и особенности проведения	6	2			2	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-2.1
1.2 Программные продукты для анализа литейных процессов		4			2	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-2.1
Итого по разделу		6			4			
2. Применение цифровых продуктов для анализа литейных процессов								
2.1 Цифровой анализ процессов кристаллизации сплавов: равновесная и неравновесная кристаллизация	6	2		6	2	Изучение учебной литературы, изучение программного продукта	Отчёт о работе с программным продуктом (индивидуальная работа)	ПК-2.1
2.2 Цифровой анализ процессов формообразования: влияние различных факторов на свойства литейных форм		2		4	4	Изучение программного продукта	Отчёт о работе с программным продуктом (индивидуальная работа)	ПК-2.1
2.3 Изучение процессов термической обработки при помощи современных программных продуктов		2		6	2	Изучение программного продукта	Отчёт о работе с программным продуктом (индивидуальная работа)	ПК-2.1
Итого по разделу		6		16	8			
3. Программные продукты для моделирования литейных технологий								
3.1 Изучение ПО LVMFlow	6	2		10	2	Изучение учебной литературы	Устный опрос	ПК-2.1

3.2 Изучение ПО PoligonSoft	2		8	2	Изучение учебной литературы	Устный опрос (индивидуальная Работа)	ПК-2.1
3.3 Применение компьютерных программ для анализа литейных технологий	1			4,05	Изучение учебной литературы	Устный опрос (индивидуальная Работа)	ПК-2.1
Итого по разделу	5		18	8,05			
Итого за семестр	17		34	20,05		зачёт	
Итого по дисциплине	17		34	20,05		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Цифровизация процессов в литейном производстве» применяются традиционная и модульно-компетентностные технологии. Предусмотрены два вида занятий - лекции и практики.

При выполнении практических занятий используется технология коллективного взаимодействия. Занятия проводятся в виде обсуждения полученного задания, при этом студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к индивидуальной проработке тем в процессе написания рефератов, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **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. Герасимов, А. А. Математические методы в инжиниринге металлургического оборудования и технологий : учебное пособие / А. А. Герасимов. — Москва : МИСИС, 2017. — 41 с. — ISBN 978-5-906846-88-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108083> (дата обращения: 01.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Зубарев, Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-6674-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151654> (дата обращения: 01.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Адлер, Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. — ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 01.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Зубарев, Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-2405-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91887> (дата обращения: 01.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Адлер, Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. — ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 01.02.2023). —

Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Сеницкий, Е.В. Использование программного пакета LVMFlow для моделирования литейных технологий. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ». 2009. - 8 с.

2. Сеницкий, Е.В. Использование САД Компас 3D для подготовки моделей литейного производства. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ». 2009. - 8 с.

**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	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-165-23 от 27.03.2023	27.03.2025
АСКОН Компас v21-22	Д-1082-22 от 01.12.2022	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



1. Учебная аудитория для проведения лекционных и 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.

4. 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.

5. 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**

Перечень вопросов для подготовки к занятиям:

Тема 1. Современное представление о цифровом анализе литейных процессов

1. Что такое анализ?
2. Какие процессы литейного производства анализируют в современное время:
3. Анализ усадочных процессов?
4. Факторы, влияющие на усадочные процессы.
5. Анализ напряжённого состояния.
6. Принципы работы современных программных комплексов: метод конечных элементов и конечных разностей.

Тема 2. Применение цифровых продуктов для анализа литейных процессов

1. Расчёт процессов кристаллизации сплавов.
2. Равновесная и неравновесная кристаллизация.
3. Факторы, влияющие на кристаллизацию.
4. Процессы формообразования: способы, методы, преимущества и недостатки.
5. Термическая обработка отливок: режимы, назначение.
6. Основные дефекты литых изделий в процессе термической обработки.

Тема 3. Программные продукты для моделирования литейных технологий

1. Анализ литейных процессов: факторы, результат, критерии оценки.
2. Компьютерный анализ литейных процессов: принципы и методы.
3. Особенности работы ПО LVMFlow.
4. Особенности работы ПО Poligonsoft.
5. Особенности работы других ПО для моделировании литейных процессов.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2 Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений		
ПК-2.1	Обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов	<p><b>Перечень теоретических вопросов для зачета:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое анализ?</li> <li>2. Какие процессы литейного производства анализируют в современное время?</li> <li>3. Анализ усадочных процессов?</li> <li>4. Факторы, влияющие на усадочные процессы.</li> <li>5. Анализ напряжённого состояния.</li> <li>6. Принципы работы современных программных комплексов: метод конечных элементов и конечных разностей.</li> <li>7. Расчёт процессов кристаллизации сплавов.</li> <li>8. Равновесная и неравновесная кристаллизация.</li> <li>9. Факторы, влияющие на кристаллизацию.</li> <li>10. Процессы формообразования: способы, методы, преимущества и недостатки.</li> <li>11. Термическая обработка отливок: режимы, назначение.</li> <li>12. Основные дефекты литых изделий в процессе термической обработки.</li> <li>13. Анализ литейных процессов: факторы, результат, критерии оценки.</li> <li>14. Компьютерный анализ литейных процессов: принципы и методы.</li> <li>15. Особенности работы ПО LVMFlow.</li> <li>16. Особенности работы ПО Poligonsoft.</li> <li>17. Особенности работы других ПО для моделировании литейных процессов.</li> <li>18. Цифровизация литейного производства.</li> <li>19. Принципы работы программных продуктов для моделирования.</li> <li>20. Факторы, влияющие на моделируемый результат.</li> <li>21. Граничные условия: их влияние на процесс моделирования.</li> <li>22. Метод конечных элементов.</li> <li>23. Метод конечных разностей.</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для зачета:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При помощи компьютерного анализа провести исследования процессов кристаллизации литейных сплавов: 110Г13Л, 150ХНМ, 35ХГСЛ, 35Л и т.д. Дать оценку изменения количественных и качественных характеристик кристаллизации расплава в равновесных и неравновесных условиях.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Смоделировать процесс движения влаги в литейной форме, а также оценить влияние рецептуры смеси на этот процесс.</p> <p>3. При помощи моделирования оценить прочностные характеристики формы, предложить мероприятия по их улучшению.</p> <p>4. Рассчитать НДС в литом изделии про помощи компьютерного моделирования. Предложить вариант изменения режима, а также проверить своё решение.</p> <p>5. Оптимизировать укладку прокатных валков с целью снижения уровня напряжений в нём.</p> <p><b>Примерный перечень тем для индивидуальной работы:</b></p> <p>1. Оптимизация литейную технологию отливки «Стяжка» (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>2. Оценить расположения усачных раковин и предложить варианты устранения выявленных дефектов (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>3. При помощи компьютерного моделирования предложить варианты снижения металлоёмкости формы (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>4. При помощи компьютерного моделирования оценить эффективность работы прибылей (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>5. При помощи компьютерного моделирования оценить эффективность конструкции литниковой системы (3d-модели предоставляет преподаватель).</p>

#### Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «не зачтена» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

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

Перечень вопросов для подготовки к занятиям:

Тема 1. Современное представление о цифровом анализе литейных процессов

1. Что такое анализ?
2. Какие процессы литейного производства анализируют в современное время:
3. Анализ усадочных процессов?
4. Факторы, влияющие на усадочные процессы.
5. Анализ напряжённого состояния.
6. Принципы работы современных программных комплексов: метод конечных элементов и конечных разностей.

Тема 2. Применение цифровых продуктов для анализа литейных процессов

1. Расчёт процессов кристаллизации сплавов.
2. Равновесная и неравновесная кристаллизация.
3. Факторы, влияющие на кристаллизацию.
4. Процессы формообразования: способы, методы, преимущества и недостатки.
5. Термическая обработка отливок: режимы, назначение.
6. Основные дефекты литых изделий в процессе термической обработки.

Тема 3. Программные продукты для моделирования литейных технологий

1. Анализ литейных процессов: факторы, результат, критерии оценки.
2. Компьютерный анализ литейных процессов: принципы и методы.
3. Особенности работы ПО LVMFlow.
4. Особенности работы ПО Poligonsoft.
5. Особенности работы других ПО для моделировании литейных процессов.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2 Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений		
ПК-2.1	Обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов	<p><b>Перечень теоретических вопросов для зачета:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое анализ?</li> <li>2. Какие процессы литейного производства анализируют в современное время?</li> <li>3. Анализ усадочных процессов?</li> <li>4. Факторы, влияющие на усадочные процессы.</li> <li>5. Анализ напряжённого состояния.</li> <li>6. Принципы работы современных программных комплексов: метод конечных элементов и конечных разностей.</li> <li>7. Расчёт процессов кристаллизации сплавов.</li> <li>8. Равновесная и неравновесная кристаллизация.</li> <li>9. Факторы, влияющие на кристаллизацию.</li> <li>10. Процессы формообразования: способы, методы, преимущества и недостатки.</li> <li>11. Термическая обработка отливок: режимы, назначение.</li> <li>12. Основные дефекты литых изделий в процессе термической обработки.</li> <li>13. Анализ литейных процессов: факторы, результат, критерии оценки.</li> <li>14. Компьютерный анализ литейных процессов: принципы и методы.</li> <li>15. Особенности работы ПО LVMFlow.</li> <li>16. Особенности работы ПО Poligonsoft.</li> <li>17. Особенности работы других ПО для моделировании литейных процессов.</li> <li>18. Цифровизация литейного производства.</li> <li>19. Принципы работы программных продуктов для моделирования.</li> <li>20. Факторы, влияющие на моделируемый результат.</li> <li>21. Граничные условия: их влияние на процесс моделирования.</li> <li>22. Метод конечных элементов.</li> <li>23. Метод конечных разностей.</li> </ol> <p><b>Примерные практические задания для зачета:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При помощи компьютерного анализа провести исследования процессов кристаллизации литейных сплавов: 110Г13Л, 150ХНМ, 35ХГСЛ, 35Л и т.д. Дать оценку изменения количественных и качественных</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>характеристик кристаллизации расплава в равновесных и неравновесных условиях.</p> <p>2. Смоделировать процесс движения влаги в литейной форме, а также оценить влияние рецептуры смеси на этот процесс.</p> <p>3. При помощи моделирования оценить прочностные характеристики формы, предложить мероприятия по их улучшению.</p> <p>4. Рассчитать НДС в литом изделии про помощи компьютерного моделирования. Предложить вариант изменения режима, а также проверить своё решение.</p> <p>5. Оптимизировать укладку прокатных валков с целью снижения уровня напряжений в нём.</p> <p><b>Примерный перечень тем для индивидуальной работы:</b></p> <p>1. Оптимизация литейную технологию отливки «Стяжка» (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>2. Оценить расположения усадочных раковин и предложить варианты устранения выявленных дефектов (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>3. При помощи компьютерного моделирования предложить варианты снижения металлоёмкости формы (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>4. При помощи компьютерного моделирования оценить эффективность работы прибылей (3d-модели предоставляет преподаватель);</p> <p>5. При помощи компьютерного моделирования оценить эффективность конструкции литниковой системы (3d-модели предоставляет преподаватель).</p>

#### Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «не зачтена» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.