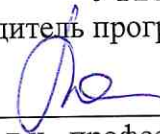


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

  
Е.В. Матыгулина  
д.т.н., профессор кафедры ИТМ

« 18 » « мая » 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Теория формирования отливок»**

Научная специальность	2.6.3. Литейное производство
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Литейное производство
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Инновационные технологии машиностроения .....
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 3
	Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

### **1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Моделирование литейных процессов» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при выполнении научно-квалификационной работы (диссертации) по специальности 2.6.3 Литейное производство.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- методы теоретического и экспериментального исследования процессов, происходящих во время заполнения формы расплавом и затвердевания отливок в форме;
- условия формирования кристаллической структуры сплава при затвердевании отливки в форме;
- тепловое взаимодействие отливки и формы.
- диаграммы состояния и кинетические диаграммы затвердевания

### **Уметь:**

- использовать методы теоретического и экспериментального исследования процессов, происходящих во время заполнения формы расплавом и затвердевания отливок в форме.

### **Владеть:**

- методами теоретического и экспериментального исследования процессов, происходящих во время заполнения формы расплавом и затвердевания отливок в форме.

**3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы**  
 Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
<b>1</b>	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	
	Практические занятия (ПЗ)	32
<b>2</b>	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	Зачет



#### 4. Содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Теоретические и экспериментальные методы исследования процессов затвердевания и охлаждения отливки и их математические модели (ПЗ –16 , СР –34 )

Тема 1. Условия формирования кристаллической структуры сплава при затвердевании отливки в форме.

Центральная проблема теории формирования отливки. Классификация литейных форм в зависимости от особенностей отвода ими теплоты от отливок.

Тема 2. Тепловое взаимодействие отливки и формы.

Описание схем прогрева литейных форм.

Раздел 2. Усадочные процессы при затвердевании отливок.

(ПЗ –16 , СР –35 )

Тема 3. Затвердевание отливок в форме.

Строение области затвердевания.

Диаграммы состояния и кинетические диаграммы затвердевания. Теоритическая модель затвердевания отливки. Распределение температуры в сечении отливки в любой момент времени. Расчет продолжительности затвердевания и охлаждения отливки в песчаной форме.

Тема 4. Основные понятия и физическая природа усадочных явлений.

Усадочная пористость. Усадочные раковины. Усадочные деформации и литейные напряжения в отливках.

##### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Классификация условий литья Анализ температурного поля металла охлаждающегося в литейной форме	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Передача тепла из расплава в форму.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Расчет продолжительности затвердевания и охлаждения отливки в песчаной форме.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Определение величины и конфигурации усадочной	Собеседование. Творческое	Вопросы по темам / разделам

		раковины.	задание.	дисциплины. Темы творческих заданий.
--	--	-----------	----------	---

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	4. Условия формирования кристаллической структуры сплава при затвердевании отливки в форме.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	5. 2	6. Тепловое взаимодействие отливки и формы.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	7. 3	8. Затвердевание отливок в форме.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	9. 4	10. Основные понятия и физическая природа усадочных явлений.	Творческое задание	Темы творческих заданий

## **5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины**

При изучении дисциплины «Теория формирования отливок» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;



**6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине**

**6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Теоретические основы литейных процессов / М.В. Пикунов. Москва: изд. МИСиС, 2009.– 98 с.	6
2	Повышение качества литья. Системный подход / Ю.Ф. Воронин. – ВГТУ - Москва: Машиностроение-1, 2007.– 262 с.	2
3	Теория и технология литейного производства / Д.М. Кукуй. В 2 ч. Ч. 2. Технология изготовления отливок в разовых формах. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011.– - 406 с.	3
4	Производство отливок из сплавов цветных металлов / А.В. Курдюмов. – 3-е изд. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. – 615 с.	5
5	Специальные технологии литья / Э.Ч. Гини. Москва: Изд. МГТУ им. Баумана, 2010.– 367 с.	12
6	Теория литейных процессов / В.Д. Белов. Хабаровск: РИОТИП, 2007.– 578 с.	4
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Технология литья жаропрочных сплавов / М.М. Рахманкулов. – М.: Машиностроение, 2000, 560 с.	2
2	Литниковые системы и прибыли для фасонных отливок/ Н.М Галдин., В.В. Чистяков, А.А Шатульский.- М.: Машиностроение, 1992.– 252 с.	3
3	Теория литейных процессов/ Б.Б. Гуляев.- М.: Машиностроение, 1976.– 215 с.	13
4	Словарь-справочник по литейному производству / В.Н. Иванов. - 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2001.– 460 с.	8
5	Теория формирования отливки. Основы тепловой теории. затвердевание и охлаждение отливки / Г.Ф. Баландин - М.: Изд-во МГТУ, 1998.– 359 с.	15
6	Технология литейного производства: Литье в песчаные формы / А.П. Трухов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.-528 с.	46
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Литейное производство	
2	Литейщик России	
3	Металлург	
4	Цветные металлы	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Правила безопасности в литейном производстве /ПБ 11-551-03. Изд. М.: НТЦ «Промбезопасность», 2003, 70 с.	Консультант плюс
2	ГОСТ Р 53464-2009 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.	Техэксперт
3	ГОСТ 2. 308-79 Единая система конструкторской документации.	Техэксперт



	Указание на чертежах допусков форм и расположения поверхностей.	
4	ГОСТ 3. 1125-88 Единая система технической документации. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок.	Техэксперт
5	ГОСТ 3212-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.	Техэксперт
6	ГОСТ 13354-91 Комплекты модельные. Технические условия.	Техэксперт
7	ГОСТ 19506-86 Модели литейные и стержневые ящики. Технические требования.	Техэксперт
8	ГОСТ 13355-74 Ящики стержневые металлические.	Техэксперт
9	ГОСТ 2133-75 Опоки литейные. Типы и основные размеры.	Техэксперт
10	ГОСТ 14928-80 Опоки литейные прямоугольные для автоматических линий изготовления песчаных форм. Основные размеры. Технические требования.	Техэксперт
11	ГОСТ 16200-80 Отливки из чугуна и стали. Термины и определение дефектов.	Техэксперт
12	ГОСТ 14205-83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.	Техэксперт

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2022. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2022. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

1. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2022. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
2. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2022. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
3. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

**7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.**

Таблица 4

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)</b>	<b>Кол-во ед.</b>	<b>Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)</b>	<b>Номер аудитории</b>
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть).....	20	Оперативное управление	2126, к. АДФ



## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

##### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

##### • Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

##### • Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
Незачтено	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на

Оценка	Критерии оценивания
	<p>дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>



## **9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

## **10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи зачета по дисциплине разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Расчет продолжительности затвердевания и охлаждения отливки в песчаной форме.
2. Определение величины и конфигурации усадочной раковины.

Типовые контрольные задания:

1. Классификация литейных форм в зависимости от особенностей отвода ими теплоты от отливок
2. Описание схем прогрева литейных форм.
3. Диаграммы состояния и кинетические диаграммы затвердевания.  
Теоретическая модель затвердевания отливки.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ИТМ».

**Программа**  
Литейное производство

**Кафедра**  
Инновационные технологии машиностроения

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГАОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

«Теория формирования отливок»

**БИЛЕТ № 1**

1. Диаграммы состояния и кинетические диаграммы затвердевания.
2. Определить величину и конфигурацию усадочной раковины.
3. Рассчитать продолжительность затвердевания и охлаждения отливки в зависимости от заданных начальных параметров сплава и формы.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ г.

Фамилия И.О.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		