

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

Утверждено на заседании кафедры  
«МиМ»  
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

 А.В. Анцев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Специальные главы металловедения в литейном производстве»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**15.03.01 Машиностроение**

с направленностью (профилем)  
**Цифровые технологии аддитивного и литейного производства**

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 150301-05-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Маленко П.И., доц., к.т.н., доц.

*(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)*



*(подпись)*

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является формирование, расширение и углубление системы теоретических знаний и практических навыков по организации литейного производства отливок высокого качества из сплавов черных и цветных металлов традиционными и специальными способами литья от момента начала плавки металла до поступления затвердевающей отливки на обрубочно-очистные операции.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование умений, навыков и знаний об основных физических и химических явлениях, происходящих при плавке металлов, при течении металлических расплавов, при затвердевании и охлаждении отливок; изучение причин возникновения в отливках различных дефектов;
- изучение наиболее рациональных способов повышения качества отливок.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 6 семестре (при очной форме обучения) и в 6 семестре (при заочной форме обучения).

## 3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

1) стандартные методы испытаний для определения физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.1).

### **Уметь:**

1) определять качество изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.2).

### **Владеть:**

1) навыками работы с основными методами проведения контроля качества технологии изготовления литейных форм и технологического процесса изготовления отливок (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК-9.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
6	ДЗ	3	108	32	0	32	–	0	0,25	43,75
<b>Итого</b>	–	3	108	32	0	32	–	0	0,25	43,75
Заочная форма обучения										
6	ДЗ	3	108	2	0	6	–	0	0,25	99,75
<b>Итого</b>	–	3	108	2	0	6	–	0	0,35	99,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

### 4.2 Содержание лекционных занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>6 семестр</i>	
1	Структура и свойства металлических расплавов. Теория жидкого состояния расплавов. Температура плавления и плотность металлов и сплавов. Вязкость металлов и сплавов. Диффузия в металлических расплавах. Давление пара металлов. Электрическое сопротивление жидких металлов. Тепловые свойства жидких металлов. Поверхностное натяжение и смачиваемость.
2	Выбор оптимального состава шихты и ее расчет. Классификация и общая характеристика материалов. Расчет шихты, составление материального и теплового баланса.
3	Теоретические основы плавки. Основные понятия химической термодинамики. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Химическое сродство. Третий закон термодинамики. Плавление и испарение металлов. Химические процессы плавки. Межфазные взаимодействия при плавке. Физико-химические взаимодействия в процессе плавки. Окисление элементов газовой фазой. Взаимодействие металла в шлаке. Взаимодействие расплавов с углеродом. Взаимодействие расплава с футеровкой печи.
4	Теоретические основы плавки (окончание). Рафинирование. Флюсование. Легирование. Модифицирование.

№ п/п	Темы лекционных занятий
5	Литейные свойства сплавов в жидком состоянии. Жидкотекучесть сплавов. Заполняемость литейной формы. Взаимодействие с газами. Неметаллические включения.
6	Гидравлические процессы в литейной форме. Процесс заполнения форм жидким сплавом. Законы гидростатики и гидродинамики. Уравнение Бернулли. Физика течения расплавов.
7	Гидравлические процессы в литейной форме. Процесс заполнения форм жидким сплавом (окончание). Элементы литниковых систем. Типы литниковых систем. Вихревые потоки в каналах формы. Особенности заполнения литниковых каналов.
8	Тепловые процессы в литейной форме. Теплофизические свойства материалов литейных форм. Типы литейных форм и процессы теплопередачи для каждого типа. Регулирование теплофизических процессов в литейной форме. Инженерный метод расчета тепловых процессов.
9	Теория кристаллизации сплавов. Термодинамическая теория кристаллизации. Зародышеобразование и рост кристаллов. Кристаллизация чистых металлов и структура слитков. Параметры кристаллизации. Объемная и последовательная кристаллизация. Кристаллизация на примесях.
10	Теория кристаллизации сплавов (продолжение). Строение двухфазной области затвердевания. Типы кристаллических структур в отливках. Кристаллизация сплавов, образующих твердых раствор. Дендритная кристаллизация сплавов. Формирование равноосных кристаллов. Эвтектическая кристаллизация сплавов. Регулирование кристаллизационных процессов. Моделирование литейных процессов.
11	Теория кристаллизации сплавов (окончание). Неравновесная кристаллизация и развитие ликвации. Типы ликвации в отливках.
12	Усадочные процессы при затвердевании отливок. Механизм усадки и образования усадочных дефектов. Этапы и коэффициенты усадки.
13	Усадочные процессы при затвердевании отливок (окончание). Питание отливок при усадке. Расчет прибылей.
14	Напряжения и трещины в отливках. Развитие напряжений в отливках. Развитие трещин в отливках.
15	Нанотехнологии и новые литейные процессы. Общая характеристика наноматериалов. Методы синтеза нанокристаллических порошков. Нанотехнологии в литейных процессах.
16	Дефекты отливок и причинно-следственные связи с литейными процессами. Классификация дефектов. Пригар. Поверхностное натяжение формы и ужимины. Ситовидная пористость.

### Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>6 семестр</i>	
1	Установочная лекция

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>6 семестр</i>	
1	Исследование линейной усадки отливок.
2	Исследование влияния материала формы и температуры заливки на величину и характер распределения усадочных раковин в отливках.
3	Определение величины остаточных напряжений в отливках.
4	Газовый режим литейной формы.
5	Определение теплоаккумулирующей способности формовочной смеси.
6	Исследование влияния теплофизических свойств формовочных материалов на характер распределения температур в системе «отливка-форма».
7	Влияние теплофизических свойств формовочных материалов на скорость затвердевания отливки.
8	Исследование влияния температуры заливки и состава литейных сплавов на жидкотекучесть по ГОСТ 16438 и формозаполняемость.
9	Влияние скорости охлаждения на структуру отливок.
10	Определение теплофизических свойств формовочной и стержневой смеси.

##### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>6 семестр</i>	
1	Определение теплоаккумулирующей способности формовочной смеси.
2	Исследование влияния теплофизических свойств формовочных материалов на характер распределения температур в системе «отливка-форма».
3	Исследование влияния материала формы и температуры заливки на величину и характер распределения усадочных раковин в отливках.

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>6 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Самостоятельное изучение тем: Строение двухфазной области затвердевания. Типы кристаллических структур в отливках. Кристаллизация сплавов, образующих твердых растворов. Неравновесная кристаллизация и развитие ликвации. Типы ликвации в отливках. Общая характеристика наноматериалов.
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

### Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>6 семестр</i>	
1	Выполнение контрольно-курсовой работы
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Самостоятельное изучение тем: Теория кристаллизации сплавов. Усадочные процессы при затвердевании отливок. Напряжения и трещины в отливках. Нанотехнологии и новые литейные процессы. Дефекты отливок и причинно-следственные связи с литейными процессами. Строение двухфазной области затвердевания. Типы кристаллических структур в отливках. Кристаллизация сплавов, образующих твердых растворов. Неравновесная кристаллизация и развитие ликвации. Типы ликвации в отливках. Общая характеристика наноматериалов.
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

### 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

#### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
<i>6 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение лабораторной работы № 1	2
		Выполнение лабораторной работы № 2	2
		Выполнение лабораторной работы № 3	2
		Выполнение лабораторной работы № 4	2
		Выполнение лабораторной работы № 5	2
		Контрольные мероприятия	10
	Итого	30	
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение лабораторной работы № 6	2
		Выполнение лабораторной работы № 7	2
		Выполнение лабораторной работы № 8	2
		Выполнение лабораторной работы № 9	2
Выполнение лабораторной работы № 10		2	
Подготовка реферата	10		
Итого	30		
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)	

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
<i>6 семестр</i>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Посещение лекционных занятий	10
	Выполнение лабораторной работы № 1	10
	Выполнение лабораторной работы № 2	10
	Выполнение лабораторной работы № 3	10
	Выполнение контрольно-курсовой работы	20
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобалльная система оценивания				
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

### 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется аудитория, оборудованная доской для написания мелом, оснащенная компьютером, оснащенная видеопроектором, настенным экраном. Для проведения практических занятий по дисциплине предусмотрена аудитория, оснащенная оборудованием:

- телевизор Philips с диагональю 117 см;
- DVD-проигрыватель.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине требуется аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном, макетами оборудования, макетами и образцами оснастки, инструмента, а так же специальное оборудование:

- электропечь СУОЛ 0,4.4/12-М2-У4.2;
- муфельной печью ПМ-8;
- машина литья пластмасс под давлением;
- установкой для электрошлакового переплава.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Технология конструкционных материалов (Технологические процессы в машиностроении): учебник для вузов: в 4 ч. /под общ. ред. Э.М. Соколова, С.А. Васина, Г.Г. Дубенского. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. Ч.3: Производство заготовок /В.А. Белоусов [и др.]. – 2007. – 582 с.: ил. – ISBN 978-5-7679-1058-8.
2. Пикунов, М.В. Плавка металлов. Кристаллизация сплавов. Затвердевание отливок: учебное пособие для вузов /М.В.Пикунов.– М.: МИСИС, 2005. – 416 с.: ил. – ISBN 5-87623-141-Х.
3. Абрикосов А.А. Основы теории металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие /Абрикосов А.А. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 600 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12932>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Васильев, В.А. Физико-химические основы литейного производства: Учебник для вузов /В.А.Васильев. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 336 с.: ил. – ISBN 5-89594-050-1.
2. Гуляев, Б.Б. Теория литейных процессов: учеб. пособие для вузов /Б.Б. Гуляев. – Л.: Машиностроение, 1976. – 214 с.: ил.
3. Баландин Г.Ф. Теория формирования отливки: основы тепловой теории. Затвердевание и охлаждение отливки: учебник /Г.Ф. Баландин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 360 с.: ил.
4. Бауман, Б.В. Литейное производство: учебник для вузов /Б.В.Бауман [и др.]; под ред. И.Б. Куманина. – М.: Машиностроение, 1971. – 320 с.: ил.
5. Трухов, А.П. Литейные сплавы и плавка: учебник для вузов /А.П. Трухов, А.И. Маляров. – М.: Академия, 2004. – 336 с.: ил. – ISBN 5-7695-1276-8.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://www.elibrary.ru> – научная электронная библиотека в области науки, технологии.
2. [Электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ"](https://tsutula.bibliotech.ru): учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru>, по паролю. - Загл. с экрана.
3. ЭБС [IPRBooks](http://www.iprbookshop.ru/) универсальная базовая коллекция изданий. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю. - Загл. с экрана.
4. ЭБС [Biblio-online.ru](http://biblio-online.ru) (ЭБС Издательства «Юрайт»), режим доступа: <http://biblio-online.ru>, по паролю. - Загл. с экрана.
5. НЭБ [eLibrary](http://elibrary.ru) - библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/>, по паролю. - Загл. с экрана.
6. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/>, свободный. - Загл. с экрана.
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. - Загл. с экрана.
8. ТехЛит.ру. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА. - Режим доступа: [WWW.TENLIT.RU](http://WWW.TENLIT.RU), свободный. - Загл. с экрана.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Пакет офисных приложений «МойОфис».
2. Проигрыватель Windows Media.
3. Литаформ ПО Сайт: [www.litaform.ru](http://www.litaform.ru)

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Гост Эксперт. Единая база ГОСТов РФ. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://gostexpert.ru/>, свободный. - Загл. с экрана.