

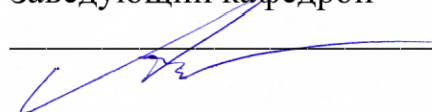
**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**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)  
«Кристаллизация металлических расплавов в отливках. Инновационный  
подход»**

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

по направлению подготовки  
**22.04.02 Metallurgy**

с направленностью (профилем)  
**Теоретические основы литейных процессов**

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 220402-02-22

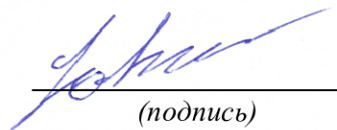
Тула 2023 год

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

**Разработчик:**

ЕВДОКИМОВ Е.Г., доц., к.т.н., доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является изучение процессов кристаллизации металлических расплавов в отливках и влияние технических характеристик на качество получаемых литых изделий.

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

- изучение влияния физико-химических и технологических факторов на свойства отливок, исследование технологических приемов получения высококачественных сплавов;
- изучение вопросов теории и практики производства литейных сплавов.

## **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 во 2 семестре (при очной форме обучения) и во 2 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) физико-химические процессы, обуславливающие формирование структуры и механических свойств отливок (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК-5.1);
- 2) основы технологии плавки и литья чугуновых, стальных отливок и отливок из цветных сплавов (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.1);
- 3) процессы плавки и основы технологии получения литейных сплавов из черных и цветных металлов (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.1).

### **Уметь:**

- 1) анализировать зависимости структуры отливок от характера кристаллизации сплава и внешних параметров при охлаждении отливки и ее последующей термической обработке (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК-5.2);
- 2) анализировать и модернизировать технологические процессы литейного производства (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.2);
- 3) выбирать оптимальный технологический процесс плавки и технологические приемы получения высококачественных литейных сплавов из черных и цветных металлов (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.2).

### **Владеть:**

- 1) методиками выбора параметров технологических процессов, обеспечивающих получение заданных свойств отливок (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК-5.3);

2) методами разработки технологических процессов изготовления отливок (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.3);

3) технологическими приемами получения высококачественных сплавов (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.3).

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										
2	ДЗ	4	144	24	24	0	–	0	0,25	95,75
Итого	–	4	144	24	24	0	–	0	0,25	95,75
Заочная форма обучения										
2	ДЗ	4	144	8	10	0	–	0	0,25	125,75
Итого	–	4	144	8	10	0	–	0	0,25	125,75

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>2 семестр</i>	
1	Классификация процессов обработки литейных сплавов в жидком состоянии. Системный анализ внепечной обработки литейных сплавов в жидком состоянии. Рафинирование. Физико-химические основы процессов рафинирования.
2	Основные типы современных вагранок. Технология плавки чугуна в вагранке.
3	Интенсификация плавки чугуна в вагранках. Особенности плавки чугуна в коксогозовых вагранках. Плавка чугуна в газовых вагранках.
4	Плавка чугуна в дуговых печах. Плавка чугуна в индукционных печах.
5	Плавка высококачественного чугуна с пластинчатым графитом. Значение качества шихтовых материалов. Модифицирование чугунов. Составы модификаторов. Получение вермикулярной формы графита в чугуне. Применяемые модификаторы.

№ п/п	Темы лекционных занятий
6	Получение высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Основные этапы процесса. Особенности плавки. Применяемые модификаторы. Устройства для обработки чугуна магнием. Расчет расхода магния. Термообработка.
7	Плавка стали. Технологические схемы печей. Общая характеристика процессов плавки стали.
8	Плавка стали в дуговых печах. Плавка стали с окислением и без окисления примесей. Плавка стали в индукционных печах. Плавка стали в плазменных и дуговых печах постоянного тока.
9	Технология получения высококачественной стали для отливок. Применение вакуума для улучшения качества стали.
10	Электрошлаковый переплав стали. Технология ЭШП в литейном производстве.
11	Особенности процессов выплавки легированных сталей. Особенности процессов выплавки высоколегированных сталей. Разливка стали в литейные формы.

### Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>2 семестр</i>	
1	Интенсификация плавки чугуна в вагранках.
2	Плавка чугуна в дуговых печах. Плавка чугуна в индукционных печах.
3	Плавка стали в дуговых печах.
4	Электрошлаковый переплав стали. Технология ЭШП в литейном производстве.

## 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>2 семестр</i>	
1	Изучение процесса рециклинга цинка и его сплавов
2	Исследование влияния температуры заливки и химического состава сплавов на объемную усадку
3	Исследование кинетики затвердевания отливок
4	Исследование влияния интервала кристаллизации и температуры заливки сплавов на их жидкотекучесть
5	Определение технологических параметров получения высокопрочного чугуна внутриформенным модифицированием
6	Раскисление меди
7	Рафинирование алюминиевых сплавов
8	Рафинирование и упрочнение сплавов системы алюминий-магний и магний-алюминий

### Заочная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>2 семестр</i>	
1	Рафинирование алюминиевых сплавов

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
2	Рафинирование и упрочнение сплавов системы алюминий-магний и магний-алюминий
3	Определение технологических параметров получения высокопрочного чугуна внутрiformенным модифицированием
4	Исследование влияния температуры заливки и химического состава сплавов на объемную усадку

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 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>2 семестр</i>	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Самостоятельное изучение тем:
	Рафинирование алюминиевых сплавов. Рафинирование и упрочнение сплавов системы алюминий-магний и магний-алюминий. Раскисление меди. Изучение процесса рециклинга цинка и его сплавов.
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

##### Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>2 семестр</i>	
1	Выполнение контрольно-курсовой работы
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Самостоятельное изучение тем:
	Классификация процессов обработки литейных сплавов в жидком состоянии. Технология плавки чугуна в вагранке. Плавка чугуна в дуговых печах. Плавка чугуна в индукционных печах. Модифицирование первичного зерна алюминиевых сплавов. Модифицирование эвтектики и первичного кремния в силуминах. Влияние интервала кристаллизации и скорости охлаждения на плотность отливок из медных сплавов. Модифицирование медных сплавов. Раскисление меди. Изучение процесса рециклинга цинка и его сплавов.
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>2 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических (семинарских) занятиях	15
		Подготовка реферата	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических (семинарских) занятиях	15
		Контрольные мероприятия	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>2 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>		
	Посещение лекционных занятий		10
	Работа на практических (семинарских) занятиях		30
	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			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
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 специальным оборудованием:

- электропечь СУОЛ 0,4.4/12-M2-Y4.2;
- 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. Пикунов, М.В. Плавка металлов. Кристаллизация сплавов. Затвердевание отливок : учебное пособие для вузов / М.В.Пикунов .– М. : МИСИС, 2005 . – 416с. : ил. – (Металлургия и материаловедение XXI века) .– Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-87623-141-X /в пер./ : 319.00 (5 экз)

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Багдасаров Х.С. Высокотемпературная кристаллизация из расплава [Электронный ресурс]/ Багдасаров Х.С.– Электрон. текстовые данные.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.– 160 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24382>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2. Солнцев Ю.П. материаловедение [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И.– Электрон. текстовые данные.– СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014.– 784 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22533>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю.

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.

4. Богодухов С.И. Курс материаловедения в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Богодухов С.И., Синюхин А.В., Козих Е.С.– Электрон. текстовые данные.– М.: Машиностроение, 2010.– 352 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5121>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю.

5. Комаров О.С. материаловедение в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник/ Комаров О.С., Керженцева Л.Ф., Макаева Г.Г.– Электрон. текстовые данные.– Минск: Вышэйшая школа, 2009.– 304 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20088>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6. Солнцев Ю.П. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Солнцев Ю.П., Ермаков Б.С., Пирайнен В.Ю.– Электрон. текстовые данные.– СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014.– 504 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22545>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7. Чернышов Е.А. Литейные сплавы и их зарубежные аналоги : справочник / Е.А. Чернышов .– М. : Машиностроение, 2006 .– 336с. – Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-217-03327-4 /в пер./ : 376.00. (14 экз).

8. Технология конструкционных материалов (Технологические процессы в машиностроении) [Электрон. Ресурс] : в 4-х ч. / под ред. Э. М. Соколова; С. А. Васина; Г. Г.



Дубенского .– Тула : Изд-во ТулГУ, 2007. Ч.3: Производство заготовок : учебник для вузов / О. В. Мартынов, С. П. Яковлев, Л. Г. Юдин .– 2007.– 1 опт. Диск (CD-ROM) .– в дар от каф. СЛиТКМ ТулГУ : 2741.

9. Технология конструкционных материалов (Технологические процессы в машиностроении): в 4-х ч. / под ред. Э. М. Соколова; С. А. Васина; Г. Г. Дубенского .– Тула : Изд-во ТулГУ, 2007. Ч.3: Производство заготовок: учебник для вузов / О. В. Мартынов, С. П. Яковлев, Л. Г. Юдин .– 2007.– 582 с. : ил. (20 экз.)

## **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/](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.TEHLIT.RU](http://WWW.TEHLIT.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.

### **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.