

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)  
«Термодинамика»**

**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 знаний об основных термодинамических закономерностях, которым подчиняются различные металлургические процессы.

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

- изучение теоретических и прикладных термодинамических и физико-химических основ высокотемпературных металлургических процессов.

## **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 7 семестре (при очной форме обучения) и в 7 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) основные понятия и законы термодинамики, сущность термодинамических процессов в металлургических производствах, физические основы, законы и расчетные зависимости массопереноса (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1).

### **Уметь:**

1) решать теплофизические задачи металлургического производства, используя базовые методы исследовательской деятельности (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2).

### **Владеть:**

1) основными понятиями, законами, расчетными зависимостями в области термодинамики и теории тепломассообмена, методами расчета и анализа тепловых процессов в металлургических системах (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3).

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										
7	Э	5	180	14	28	28	–	2	0,25	107,75
Итого	–	5	180	14	28	28	–	2	0,25	107,75
Заочная форма обучения										
7	Э	5	180	2	4	2	–	2	0,25	169,75
Итого	–	5	180	2	4	2	–	2	0,25	169,75

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>7 семестр</i>	
1	Основные понятия и определения. Цели и задачи курса.
2	Законы термодинамики нелинейных неравновесных систем. Изменение энтропии в развивающихся (усложняющихся) системах. Законы эволюции.
3	Первый закон термодинамики и его применение в металлургических и литейных процессах. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.
4	Второй закон термодинамики и его применение. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические функции, определяющие равновесие процесса.
5	Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста.
6	Понятие обобщенного термодинамического потенциала и электрического заряда-вектора как основных характеристик любой усложняющейся системы.
7	Термодинамические функции растворов. Определение энтропии растворов при заданных температурах в металлургических и литейных процессах.
8	Энергии Гельмгольца и Гиббса. Направления протекания металлургических и литейных процессов при постоянной температуре.
9	Основы теории теплообмена. Законы: теплопроводности Фурье, теплоотдачи Ньютона, теплового излучения Стефана-Больцмана, полной теплоотдачи. Дифференциальные уравнения тепло- и массопереноса.

№ п/п	Темы лекционных занятий
10	Математические модели и численные методы расчета температурных полей.
11	Основные уравнения диффузии. Экспериментальные методы исследования диффузии.
12	Механизмы диффузии в кристаллах. Диффузия в многофазных системах.

### Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>7 семестр</i>	
1	Установочная лекция

## 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>7 семестр</i>	
1	Определение удельной теплоёмкости растворов.
2	Определение теплоты растворения соли.
3	Определение расширения воздуха в полостях литейных форм при заливке их алюминиевыми сплавами и чугунами.
4	Расчёты и графическое построение температурной зависимости теплоёмкости, энтальпии и энтропии веществ в интервале от 298 К до $T_{\text{кип.}} + 500$ К.
5	Определение теплоаккумулирующей способности формовочных смесей.
6	Определение упругости диссоциации карбонатов.

### Заочная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>7 семестр</i>	
1	Определение удельной теплоёмкости растворов.
2	Определение теплоты растворения соли.

## 4.4 Содержание лабораторных работ

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>7 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».

№ п/п	Наименования лабораторных работ
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>7 семестр</i>	
1	Исследование линейной усадки отливок.

### 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>7 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
3	Самостоятельное изучение тем: Первый закон термодинамики и его применение в металлургических и литейных процессах. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы. Второй закон термодинамики и его применение. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические функции, определяющие равновесие процесса. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Термодинамические функции растворов. Определение энтропии растворов при заданных температурах в металлургических и литейных процессах. Основы теории теплообмена.
4	Подготовка к промежуточной аттестации и её прохождение

### Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>7 семестр</i>	
1	Выполнение контрольно-курсовой работы
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Самостоятельное изучение тем:

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
	Первый закон термодинамики и его применение в металлургических и литейных процессах. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы. Второй закон термодинамики и его применение. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические функции, определяющие равновесие процесса. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Термодинамические функции растворов. Определение энтропии растворов при заданных температурах в металлургических и литейных процессах. Основы теории теплообмена. Законы: теплопроводности Фурье, теплоотдачи Ньютона, теплового излучения Стефана-Больцмана, полной теплоотдачи. Дифференциальные уравнения тепло- и массопереноса.
5	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	
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических (семинарских) занятиях	6
		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	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических (семинарских) занятиях	6
		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	Экзамен	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>7 семестр</i>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Посещение лекционных занятий	10
	Работа на практических (семинарских) занятиях	20
	Выполнение лабораторной работы № 1	10
	Выполнение контрольно-курсовой работы	20
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Экзамен	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, ноутбуком. Учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом, а так же телевизором Philips с диагональю 117 см и DVD-проигрывателем (практические (семинарские) занятия). Для проведения лабораторных занятий требуется лабораторная муфельная печь, металлические формы для литья.

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

## 7.1 Основная литература

1. Теплотехника: учебник для вузов /М.Г. Шатров [и др.]; под ред. М.Г. Шатрова.– 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2013. – 288 с.: ил. – ISBN 978-5-7695-9543-1.
2. Буданов, В.В. Химическая термодинамика: учеб. пособие для вузов /В.В. Буданов, А.И. Максимов; под ред. О.И. Койфмана. – М.: Академкнига, 2007. – 312 с.: ил. – ISBN 978-5-94628-300-7.
3. Козырев А.В. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие /Козырев А.В. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 114 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13871>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Исаев, С.И. Термодинамика: Учебник для техн. ун-тов и вузов /С.И. Исаев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 416 с.: ил. – ISBN 5-70-1724-2.
2. Гончаров, С.А. Термодинамика: Учебник для вузов /С.А. Гончаров. – 2-е изд., стер. – М.: МГТУ, 2002. – 440 с.: ил. – ISBN 5-7418-0010-6.
3. Глаголев, К.В. Физическая термодинамика: Учеб. пособие для вузов /К.В. Глаголев, А.Н. Морозов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 272 с.: ил. – ISBN 5-7038-2208-4.
4. Карякин, Н.В. Основы химической термодинамики: Учеб. пособие для вузов /Н.В. Карякин. – М.: Академия, 2003. – 464 с.: ил. – ISBN 5-7695-1596-1.
5. Василевский, А.С. Термодинамика и статистическая физика: Учеб. пособие для вузов /А.С. Василевский. – 2-е изд., перераб. – М.: Дрофа, 2006. – 240 с.: ил. – ISBN 5-7107-9408-2.

## 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.
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.