

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор архитектурно-строительного  
института

Уваров В.А.

« 28 » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Термодинамика в материаловедении**

Направление подготовки:

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Профиль подготовки:

**Материаловедение и технологии  
конструкционных и специальных материалов**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

**Институт: архитектурно-строительный**

**Кафедра: материаловедения и технологии материалов**

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ №1331 от 12 ноября 2015 г.;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  Н.И. Кожухова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.В. Строкова

« 19 » сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 19 » сентября 2016 г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » сентября 2016 г., протокол № 6

Председатель: к.т.н., доц.  А.Ю. Феоктистов

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-11	Способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> закономерности поведения основных термодинамических процессов; основные термодинамические законы и возможности их практического применения; характер различных диаграмм состояния вещества и изображение в них основных термодинамических процессов; основные законы технической и химической термодинамики.</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать свойства рабочих тел с помощью термодинамических соотношений; пользоваться диаграммами и таблицами термодинамических свойств веществ при проведении тепловых расчетов; проводить термодинамический анализ теплотехнических устройств; определять тепловые эффекты химических реакций; составлять и анализировать материальные и тепловые балансы системы.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения термодинамических расчетов для использования их результатов при оптимизации процессов в технологиях получения, обработки и модификации материалов; принципами и методами комплексных исследований.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физическая химия
2	Физика твердого тела
3	Общее материаловедение и технология материалов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физико-химические процессы структурообразования в материаловедении
2	Проектирование и производство изделий из композиционных материалов

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	34	34
лекции	17	17
лабораторные		
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	38	38
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	38	38
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	д.зачет	д.зачет

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Введение. Теоретической основы термодинамики</b>					
1	Основные понятия термодинамики. Термодинамические величины, системы, процессы. Термодинамические параметры. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Температура. Второй закон термодинамики. Уравнение состояния. Статистика фононов и температура. Энтальпия. Энтропия. Третий закон термодинамики. Процессы в изолированных системах.	4	4		6

<b>2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов</b>					
2	Основы графической термодинамики. Изменение энтропии при образовании сплавов. Зависимость свободной энергии от состава температуры. Зависимость свободной энергии от состава сплава. Термодинамический вывод основных типов диаграмм. Двухфазное равновесие. Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии. Трёхфазное равновесие. Диаграммы состояния с промежуточными фазами (химическими соединениями).	4	9		12
<b>3. Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов</b>					
3	Диаграммы состояния бинарных систем на основе железа. Диаграммы состояния бинарных систем на основе алюминия. Диаграммы состояния тройных сплавов. Политермические разрезы диаграмм состояния промышленных сплавов.	3	4		8
<b>4. Равновесная кристаллизация многокомпонентных сплавов</b>					
4	Равновесная кристаллизация трехкомпонентных сплавов. Кристаллизация сплавов перитектического типа (сталей). Кристаллизация сплавов эвтектического типа (чугунов). Связь коэффициента распределения компонента с изменением эвтектической температуры.	2			4
<b>5. Теплофизические характеристики сплавов</b>					
5	Энтальпийный расчет выделения теплоты затвердевания. Теплофизические характеристики перитектических сплавов на основе железа. Теплофизические характеристики эвтектических сплавов на основе железа. Теплофизические характеристики алюминиевых сплавов.	2			4
<b>6. Термодинамика и кинетика формирования структуры при кристаллизации сплавов</b>					
6	Базовая система уравнений. Кинетика теплоотвода и тепловыделения при кристаллизации. Дендритная кристаллизация первичной твердой фазы. Кристаллизация перитектических сплавов. Кристаллизация эвтектических сплавов.	2			4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		<b>38</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	1. Введение. Теоретической основы термодинамики	Статистика фононов и температура	2	2
2	1. Введение. Теоретической основы термодинамики	Энтропия	2	2
3	2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	Термодинамический вывод основных типов диаграмм	3	4
4	3. Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов	Тройные системы сплавов.	2	2
5	2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	Изучение диаграмм состояния двойных сплавов	2	2
6	3. Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов	Изучение диаграмм состояния многокомпонентных сплавов	2	4
7	2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	Анализ фазовых превращений в двухкомпонентных сплавах. Анализ фазовых превращений в железоуглеродистых сплавах	4	4

	ИТОГО:	17	20
	ВСЕГО:		20

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение. Теоретической основы термодинамики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Термодинамика. Основные разделы термодинамики.</li> <li>2. Термодинамическая система и её состояние. Термодинамический процесс.</li> <li>3. Преимущества и ограничения термодинамического метода.</li> <li>4. Внутренняя энергия системы.</li> <li>5. Первое начало (закон) термодинамики. Суть и формулировки. Общее аналитическое выражение.</li> <li>6. Первый закона термодинамики для закрытых и открытых систем.</li> <li>7. Свойства абсолютной температуры.</li> <li>8. Второй закон термодинамики. Основные формулировки. Уравнение адиабатического процесса.</li> <li>9. Третье начало термодинамики.</li> <li>10. Энтальпия.</li> <li>11. Энтропия и вероятность. Формула Больцмана.</li> <li>12. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. «Правило фаз» Гиббса.</li> <li>13. Статистика фононов и температура.</li> </ol>
2	Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Изменение энтропии при образовании сплавов.</li> <li>15. Зависимость свободной энергии от состава температуры.</li> <li>16. Зависимость свободной энергии от состава сплава.</li> <li>17. Термодинамический вывод основных типов диаграмм.</li> <li>18. Следствия третьего начала термодинамики.</li> <li>19. Метод термодинамических потенциалов.</li> <li>20. Общие условия равновесия и устойчивости термодинамических систем.</li> <li>21. Условия устойчивости равновесия в однородной системе.</li> <li>22. Равновесие в двухфазной однокомпонентной системе.</li> <li>23. Классификация фазовых переходов.</li> <li>24. Изменение агрегатного состояния вещества (p-T) диаграмма.</li> <li>25. Двухфазное равновесие.</li> <li>26. Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии. Трёхфазное равновесие.</li> <li>27. Диаграммы состояния с промежуточными фазами (химическими соединениями).</li> </ol>

3	Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов	<p>28. Тройные системы сплавов.</p> <p>29. Изображение составов тройных сплавов.</p> <p>30. Определение положения сплава по заданной концентрации компонентов.</p> <p>31. Правило отрезков и центра тяжести.</p> <p>32. Изображение фазовых равновесий в тройных системах.</p> <p>33. Применение геометрической термодинамики к тройным системам.</p> <p>34. Изображение тройных диаграмм состояния в координатах «концентрация-температура».</p> <p>35. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой при отсутствии растворимости в твёрдом состоянии.</p> <p>36. Тройная система сплавов с устойчивым химическим соединением.</p> <p>37. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой и ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии.</p>
4	Равновесная кристаллизация многокомпонентных сплавов	<p>38. Равновесная кристаллизация трехкомпонентных сплавов.</p> <p>39. Кристаллизация сплавов перитектического типа (сталей).</p> <p>40. Кристаллизация сплавов эвтектического типа (чугунов).</p> <p>41. Связь коэффициента распределения компонента с изменением эвтектической температуры.</p>
5	Теплофизические характеристики сплавов	<p>42. Энтальпийный расчет выделения теплоты затвердевания.</p> <p>43. Теплофизические характеристики перитектических сплавов на основе железа.</p> <p>44. Теплофизические характеристики эвтектических сплавов на основе железа.</p> <p>45. Теплофизические характеристики алюминиевых сплавов.</p>
6	Термодинамика и кинетика формирования структуры при кристаллизации сплавов	<p>46. Базовая система уравнений.</p> <p>47. Кинетика теплоотвода и тепловыделения при кристаллизации.</p> <p>48. Дендритная кристаллизация первичной твердой фазы.</p> <p>49. Кристаллизация перитектических сплавов.</p> <p>50. Кристаллизация эвтектических сплавов.</p>

### **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Учебным планом не предусмотрено.

### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Учебным планом не предусмотрено.

### **5.4. Перечень контрольных работ**

Учебным планом не предусмотрено.

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Московский, С.Б. Курс статистической физики и термодинамики: учебник для вузов / Московский С.Б. – Москва: Академический Проект, Фонд «Мир», 2015. – 317 с.
2. Казенас, Е.К. Термодинамика испарения оксидов / Е.К. Казенас. – М.: URSS, 2008. – 474 с.
3. Сильман, Г.И. Термодинамика и термокинетика структурообразования в чугунах и сталях: монография / Г.И. Сильман. – М.: Машиностроение, 2007. – 301 с.
4. Неверов, А.С. Коррозия и защита материалов: учеб. пособие для студентов техн. специальностей вузов / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.А. Цырлин. – Москва: Форум, 2013. – 221 с.
5. Буслаева, Е.М. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.М. Буслаева. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012. – 148 с.
6. Алексеев, В.С. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.С. Алексеев. – Саратов: Научная книга, 2012. – 159 с.
7. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю.П. Солнцев. – СПб: ХИМИЗДАТ, 2014. – 784 с.

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Анализ диаграммы фазового равновесия сплавов системы «железо – цементит» / сост. Н.В. Тарасова. – Липецк: ЛГТУ, ЭБС АСВ, 2012. – 27 с.
2. Дрозд, М.И. Основы материаловедения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.И. Дрозд. – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 431 с.
3. Колесов, С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2007. – 535 с.
4. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / ред. В.С. Чередниченко. – 4-е изд., стер. – М.: Омега-Л, 2008. – 751 с.
5. Физическое материаловедение: учебник для вузов: в 6 т. / под общей ред. Б. А. Калина. Т. 2. Основы материаловедения / В.В. Нечаев, Е.А. Смирнов, С.А. Кохтев, Б.А. Калинин, А.А. Полянский, В.И. Стаценко. – М.: МИФИ, 2007. – 608 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций [Электронный ресурс] / А.Г. Морачевский. – М.: Лань, 2015. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64336](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64336).
2. Новиков, И.И. Термодинамика [Электронный ресурс] / И.И. Новиков. – М.: Лань, 2009. – 589 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=286](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=286).
3. Телеснин, Р.В. Молекулярная физика [Электронный ресурс] / Р.В. Телеснин. – Москва: Лань, 2009. – 368 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=391](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=391).
4. Осинцев, О.Е. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.Е. Осинцев. – М.: Машиностроение, 2014. – 351 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63214](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63214).



5. Электронные образовательные ресурсы библиотеки БГТУ.

<http://www.DWG.ru>.

<http://www.iprbookshop.ru/27465>. - ЭБС «IPRbooks».

<http://www.vashdom.ru/norms.htm>

<http://ntb.bstu.ru/resource>

<http://www.stroyoffis.ru>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Занятия ведутся в специализированных учебных аудиториях кафедры материаловедения и технологии материалов. При проведении лекционных занятий применяется мультимедийная технология: используется электронная интерактивная доска Hitachi.

Лекционный курс обеспечен электронной версией конспекта лекций. На лазерном диске имеется набор рисунков и графиков по всему курсу лекций с возможностью экспонирования на экран для сопровождения лекционных занятий. Презентации в Power Point.

### **7.1. Перечень программного обеспечения**

1. Microsoft Office Professional 2013 или аналог

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 6 заседания кафедры от «18» мая 2016 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 5 заседания кафедры от «23» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова


Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 6 заседания кафедры от «07» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 5 заседания кафедры от «30» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

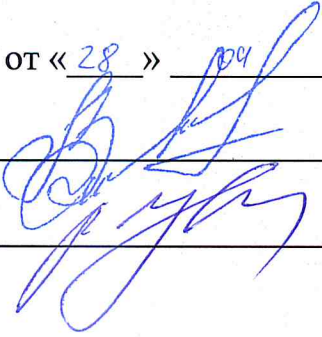
Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 3 заседания кафедры от « 28 » 04 2020 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Директор института д.т.н., проф. В.А. Уваров