

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
Кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
металлургии и  
материаловедения  
\_\_\_\_\_ А.А. Уманский  
подпись  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инновационное развитие технологии углеродных материалов

18.04.01 «Химическая технология»  
(направленность (профиль): «Химическая технология неорганических  
веществ»)

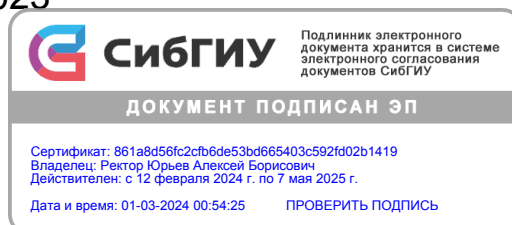
Квалификация выпускника  
Магистр

Форма обучения  
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк  
2023



## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- общетеоретическая и практическая подготовка обучающихся, способных понимать основные направления развития технологии углеродных материалов.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение знаний о новых углеродных материалах, физико-химических основах промышленных процессов и аппаратурного оформления в технологии углеграфитовых материалов;
- овладение методами расчета материальных, тепловых балансов процессов, основного оборудования;
- ознакомление с новыми тенденциями в производстве углеродных материалов.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина опирается на базовые знания и компетенции, полученные в процессе получения предыдущего образования.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Оборудование химических производств (специальные главы);
- Инновационное развитие технологии сверхтвердых материалов;
- Электротермические процессы в химической технологии;
- Электротермия неорганических материалов;
- Научные и технические проблемы химической технологии;
- Технология наноматериалов.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-3: Способен разрабатывать нормы выработки, технологические	ОПК-3.2 Разрабатывает нормы выработки, нормативы расхода	– знать: методику расчетов основных технологических параметров, норм

	нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	энергетических и материальных ресурсов	расхода энерго и материальных ресурсов. – уметь: осуществлять расчеты основных технологических параметров, норм расхода энерго и материальных ресурсов. – владеть: навыками расчетов основных технологических параметров, норм расхода энерго и материальных ресурсов.
Производственная деятельность	ОПК-4: Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ОПК-4.3 Анализирует влияние параметров технологического процесса на качество и стоимость продукции	– знать: технологический процесс и способы его оптимизации. – уметь: анализировать влияние оптимизации технологического процесса на качество и стоимость продукции. – владеть: навыками анализа влияния оптимизации технологического процесса на качество и стоимость продукции.

### – Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен к контролю технологических параметров	ПК-2.2 Выбирает оптимальные параметры работы оборудования при	– знать: оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний

	производства при проведении испытаний новых материалов	производстве новых материалов	новых материалов. – уметь: устанавливать оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых материалов. – владеть: навыками установки оптимальных параметров работы оборудования при проведении испытаний новых материалов.
--	--	-------------------------------	---

#### 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

#### Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>1 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>5</b>	<b>5</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>8</b>	<b>8</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		<b>16</b>	<b>16</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>102</b>	<b>102</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>54</b>	<b>54</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>

#### Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Классификация и свойства углеграфитовых материалов (Основные классы углеграфитовых материалов. Роль УГМ в промышленности. Основные области применения. Электродные графитированные изделия; анодные (электродные) массы; электродные изделия; огнеупорные материалы; химически-стойкие изделия, антифрикционные, графитовые материалы; материалы для атомной энергетики; конструкционные материалы специального назначения. Свойства углеграфитовых материалов. Свойства УГМ: физические, механические, химические. Причины многообразия свойств карбонизированных соединений в зависимости от особенностей микро- и макроструктуры);

Раздел 2 Производство углеграфитовых материалов (Принципиальная схема производства. Основы регулирования механических, электрических и теплофизических характеристик. Сырьевые углеродистые материалы, их назначение и основные функции в рецептурах. Характеристика и требования к качеству наполнителей, свойства и способы получения. Наполнители и связующие материалы. Связующие материалы – каменноугольные пеки и смолы. Требования к их качеству. Сопоставление нефтяных и каменноугольных связующих. Прокаливание углеродистых материалов. Назначение операции. Динамика изменения состава и физико-химических свойств в зависимости от температуры, продолжительности и условий прокаливания. Технология прокаливания. Типы прокалочных печей и показатели их работы. Составление производственных рецептур. Технология подготовки сухих шихт. Измельчение и рассев. Выбор типа и гранулометрического состава наполнителя, типа и количества связующего материала. Понятие о прерывном и непрерывном гранулометрических составах. Технология смешения. Влияние конструкций смесительных машин и порядка загрузки компонентов, температуры и продолжительности нагрева на качество смешения. Операции бегунения и вальцевания. Приготовление пресс-порошков. Прессование методом выдавливания и в пресс-форму. Отжиг изделий. Влияние технологических факторов на выход кокса, его прочность и другие показатели. Многокамерные, туннельные и электрические печи для отжига. Графитация изделий. Термодинамика, кинетика, механизм процесса. Факторы, влияющие на процесс и качество получаемой продукции. Методы оценки степени графитации. Печи графитации. Принципы управления температурным режимом процесса графитации. Роль и назначение вспомогательных материалов. Распределение температур в керне. Материальный, тепловой и электрический баланс печей. Пропитка и уплотнение изделий. Физические процессы при пропитке, стадии процесса. Технология пропитки. Механическая обработка изделий);

Раздел 3 Новые углеродистые материалы (Стеклоуглерод и пироуглерод. Свойства, области применения. Особенности технологии получения. Углеродные волокна. Углепластики, карбоновые/композитные изделия. Углеродные нанотрубки и графитные пленки).

### 5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Классификация и свойства углеграфитовых материалов	2	
Раздел 2.	Производство углеграфитовых материалов	4	
Раздел 3.	Новые углеродистые материалы	2	
<b>Итого:</b>		<b>8</b>	<b>0</b>

### 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Основные свойства углеграфитовых материалов	4	
Раздел 2.	Расчет материального баланса процесса производства графитированной продукции	4	
Раздел 2.	Расчет теплового баланса процесса производства графитированной продукции	4	
Раздел 2.	Расчет основных параметров работы печей графитации	4	
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>0</b>

### 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки

	<i>Отсутствуют</i>		
<b>Итого:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

### 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
<b>Итого:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

### 9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Раздел 2.	1. Подготовка к практическому занятию.	50	
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала.	52	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	54	
<b>Итого:</b>		<b>156</b>	<b>0</b>

### 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

#### а) литература:

1 Кондауров, Б. П. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / Б. П. Кондауров, В. И. Александров, А. В. Артемов. – Москва : Academia, 2005. – 333 с. : ил. – ISBN 5769517921.;

2 Кутепов, А. М. Общая химическая технология : учебник для вузов / А. М. Кутепов. – Москва : Высшая школа, 1985. – 448 с.;

3 Технология плазмометаллургического производства наноматериалов : учебное пособие для вузов. Т. 1 : Основы проектирования плазмометаллургических реакторов и процессов / Г. В. Галевский, Т. В. Киселева, О. А. Полях, В. В. Руднева. – Москва : Флинта, Наука, 2008. – 227 с.;

4 Козадерова, О. А. Технология минеральных удобрений : учебное пособие / О. А. Козадеров, С. И. Нифталиев ; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж : ВГУИТ, 2014. – 185 с. - ISBN: 978-5-00032-070-9. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336022> (дата обращения: 05.05.2023);

5 Крутский, Ю. Л. Производство углеграфитовых материалов : учебное пособие / Ю. Л. Крутский. – Новосибирск : НГТУ, 2012. – 116 с. - ISBN: 978-5-7782-1918-2. – URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228850> (дата обращения: 05.05.2023);

6 Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий / П. А. Витязь [и др.]. – Минск : Белорусская наука, 2011. – 284 с. – ISBN: 978-985-08-1292-6. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142364> (дата обращения: 05.05.2023).

#### **б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 – ]. – URL: <http://rusneb.ru>. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <https://biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <http://www.biblioclub.ru>;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>;

8 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 – ]. – URL: <https://umczdt.ru/books/>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;



10 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>. – URL: <https://libr.sibsiu.ru>.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Kaspersky Endpoint Security.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Составитель(и):

доцент Полях Ольга Анатольевна (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

## Приложение

### Аннотация

**рабочей программы дисциплины «Инновационное развитие технологии углеродных материалов»**

**по направлению подготовки (специальности)**

**18.04.01 «Химическая технология»**

**(направленность (профиль): «Химическая технология неорганических веществ»)**

**форма обучения – Очная форма**

### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

- общетеоретическая и практическая подготовка обучающихся, способных понимать основные направления развития технологии углеродных материалов.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение знаний о новых углеродных материалах, физико-химических основах промышленных процессов и аппаратурного оформления в технологии углеграфитовых материалов;
- овладение методами расчета материальных, тепловых балансов процессов, основного оборудования;
- ознакомление с новыми тенденциями в производстве углеродных материалов.

### **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)**

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина опирается на базовые знания и компетенции, полученные в процессе получения предыдущего образования.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Оборудование химических производств (специальные главы);
- Инновационное развитие технологии сверхтвердых материалов;
- Электротермические процессы в химической технологии;
- Электротермия неорганических материалов;
- Научные и технические проблемы химической технологии;
- Технология наноматериалов.

### 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### – Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Инженерная и технологическая подготовка	ОПК-3: Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	ОПК-3.2 Разрабатывает нормы выработки, нормативы расхода энергетических и материальных ресурсов	– знать: методику расчетов основных технологических параметров, норм расхода энерго и материальных ресурсов. – уметь: осуществлять расчеты основных технологических параметров, норм расхода энерго и материальных ресурсов. – владеть: навыками расчетов основных технологических параметров, норм расхода энерго и материальных ресурсов.
Производственная деятельность	ОПК-4: Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ОПК-4.3 Анализирует влияние параметров технологического процесса на качество и стоимость продукции	– знать: технологический процесс и способы его оптимизации. – уметь: анализировать влияние оптимизации технологического процесса на качество и стоимость продукции. – владеть: навыками анализа влияния оптимизации технологического процесса на

			качество и стоимость продукции.
--	--	--	---------------------------------

### – Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-2: Способен к контролю технологических параметров производства при проведении испытаний новых материалов	ПК-2.2 Выбирает оптимальные параметры работы оборудования при производстве новых материалов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых материалов.</li> <li>– уметь: устанавливать оптимальные параметры работы оборудования при проведении испытаний новых материалов.</li> <li>– владеть: навыками установки оптимальных параметров работы оборудования при проведении испытаний новых материалов.</li> </ul>

### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>1 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>5</b>	<b>5</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>8</b>	<b>8</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		<b>16</b>	<b>16</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<b>0</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>102</b>	<b>102</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>54</b>	<b>54</b>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<b>0</b>

### 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Классификация и свойства углеграфитовых материалов (Основные классы углеграфитовых материалов. Роль УГМ в промышленности. Основные области применения. Электродные графитированные изделия; анодные (электродные) массы; электродные изделия; огнеупорные материалы; химически-стойкие изделия, антифрикционные, графитовые материалы; материалы для атомной энергетики; конструкционные материалы специального назначения. Свойства углеграфитовых материалов. Свойства УГМ: физические, механические, химические. Причины многообразия свойств карбонизированных соединений в зависимости от особенностей микро- и макроструктуры);

Раздел 2 Производство углеграфитовых материалов (Принципиальная схема производства. Основы регулирования механических, электрических и теплофизических характеристик. Сырьевые углеродистые материалы, их назначение и основные функции в рецептурах. Характеристика и требования к качеству наполнителей, свойства и способы получения. Наполнители и связующие материалы. Связующие материалы – каменноугольные пеки и смолы. Требования к их качеству. Сопоставление нефтяных и каменноугольных связующих. Прокаливание углеродистых материалов. Назначение операции. Динамика изменения состава и физико-химических свойств в зависимости от температуры, продолжительности и условий прокаливания. Технология прокаливания. Типы прокалочных печей и показатели их работы. Составление производственных рецептур. Технология подготовки сухих шихт. Измельчение и рассев. Выбор типа и гранулометрического состава наполнителя, типа и количества связующего материала. Понятие о прерывном и непрерывном гранулометрических составах. Технология смешения. Влияние конструкций смесительных машин и порядка загрузки компонентов, температуры и продолжительности нагрева на качество смешения. Операции бегунения и вальцевания. Приготовление пресс-порошков. Прессование методом выдавливания и в пресс-форму. Отжиг изделий. Влияние технологических факторов на выход кокса, его прочность и другие показатели. Многокамерные, туннельные и электрические печи для отжига. Графитация изделий. Термодинамика, кинетика, механизм процесса. Факторы, влияющие на процесс и качество получаемой продукции. Методы оценки степени графитации. Печи графитации. Принципы управления температурным режимом процесса графитации. Роль и назначение вспомогательных материалов. Распределение температур в керне. Материальный, тепловой и электрический баланс печей. Пропитка и уплотнение изделий. Физические процессы при пропитке, стадии процесса. Технология пропитки. Механическая обработка изделий);

Раздел 3 Новые углеродистые материалы (Стеклоуглерод и пироуглерод. Свойства, области применения. Особенности технологии

получения. Углеродные волокна. Углепластики,  
карбоновые/композитные изделия. Углеродные нанотрубки и  
нанографитные пленки).

**6 Составитель(и):**

доцент Полях Ольга Анатольевна (кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии).