

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых  
и пищевых производств»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

М.1.2.3 «Химия твердого тела»

направления подготовки

18.04.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология композиционных материалов и  
покрытий»

Формы обучения: очная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 5 з.е.

в академических часах: 180 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине М.1.2.3 «Химия твердого тела» направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология» профиль «Химическая технология композиционных материалов и покрытий» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.05.01 «Химическая технология», утвержденным приказом Минобрнауки России приказ № 910 от 7 августа 2020 года.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «19» июня 2023 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

**одобрена** на заседании УМКН от «26» июня 2023 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л./

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: формирование основ научного химического мышления, получение необходимых знаний в области синтеза, строения, свойств твёрдых фаз, а также навыков работы с такими веществами.

Задачи изучения дисциплины:

- освоить основные теоретические концепции, описывающие строение кристаллических и аморфных твёрдых фаз;
- получить представление о различиях между молекулярными и немолекулярными веществами, аморфном и кристаллическом состояниях твёрдого тела;
- уметь описывать кристаллохимическое и электронное строение основных типов кристаллических веществ (атомные, молекулярные, ионные, ионно-ковалентные);
- приобрести навыки описывания твёрдых фазы на основе квантово-механических теорий твёрдого тела;
- получить представление о дефектах твёрдых тел, процессах их ассоциации, образования, исчезновения и взаимодействия;
- уметь рассчитать термодинамику процессов с участием твёрдых фаз, различать равновесные и неравновесные дефекты и определять их влияние на изменение функций состояния систем в процессе взаимодействия реагентов;
- освоить описание основных механизмов реакций с участием твёрдых фаз (в том числе и без изменения состава) и способы управления этими механизмами;
- уметь оценивать скорость и энергию активации процессов различных типов, знать основные понятия и методы изучения их кинетики, кинетические модели и уравнения;
- познакомиться с понятием «активное состояние реагентов», изучить способы получения активных прекурсоров и активации реагентов в процессе взаимодействия;
- получить представления о технологиях синтеза твёрдых фаз и изготовлении керамики, текстур, плёнок, монокристаллов и композитов;
- приобрести навыки описания структуры поверхности твёрдофазных материалов, знать свойства, определяемые структурой поверхности (сорбция, катализ, поверхностные процессы);
- уметь устанавливать связь между составом, строением твёрдой фазы и химическими, физико-химическими, физическими и механическими свойствами материалов на её основе.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина М.1.2.3 «Химия твердого тела» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен контролировать проведения испытаний наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1 Способен контролировать проведения испытаний наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами.	ИД-1ПК-1 Способен проводить исследование структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами	<b>Знать:</b> основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов; <b>Уметь:</b> проводить исследования структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами; <b>Владеть:</b> приемами проведения испытаний структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

##### *очная форма обучения*

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	по семестрам
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	64	64
• занятия лекционного типа,	16	16
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	48	48
лабораторные занятия		
в том числе занятия в форме практической подготовки		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	116	116
– курсовая работа (проект) (отсутствует – / при наличии +)	-	-
– расчетно-графическая работа (отсутствует – / при наличии +)	-	-
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>	экзамен	экзамен
Объем дисциплины в зачетных единицах	5	3
Объем дисциплины в акад. часах	180	180

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Квантовомеханическое описание твёрдых фаз.**

Типы и строение кристаллических фаз. Химическая связь в твёрдых телах. Энергия кристаллической решётки кристаллов. Структура кристаллов, теории кристаллического строения фаз. Зонная теория. Законы распределения электронов по энергетическим состояниям. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Запрещённая зона, энергетические зоны. Бинарные сплавы.

#### **Тема 2. Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз.**

Термодинамическая оценка возможности самопроизвольного протекания химических реакций с участием твёрдых фаз, методы исследования термодинамики данных процессов. Методы расчёта изменения термодинамических параметров в процессе реакций с участием кристаллических фаз. Определение равновесных условий образования и термодинамическое описание фаз переменного состава, как продуктов твердофазного взаимодействия. Равновесные и неравновесные дефекты.

**Тема 3. Механизмы твердофазных реакций.** Типы твердофазных реакций. Реакции между: а) газообразной и твёрдой фазами; б) жидкой и твёрдой фазами; в) несколькими твёрдыми фазами. Физико-химические факторы, определяющие механизм реакций с участием твёрдых фаз. Диффузия в твёрдых телах. Методы исследования механизмов твердофазных реакций, теории твердофазного взаимодействия и процессов с участием твёрдых фаз, реагирующих с газообразными и жидкими фазами, влияние дефектов на скорость и механизм этих процессов. Механизмы важнейших твердофазных реакций, в том числе без изменения состава.

#### **Тема 4. Кинетика твердофазных реакций.**

Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций, кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Энергия активации реакций с участием твёрдых фаз.

Твердофазные процессы и их кинетические кривые. Энергия активации твердофазных процессов. Механизмы образования и роста зародышей. Явления самоорганизации в ходе роста частиц новой фазы. Гетерогенное зародышеобразование. Диффузионно-контролируемые реакции. Лимитирующие стадии переноса. Влияние температуры и степени дисперсности соединений на скорость твердофазных процессов. Кинетическое описание диффузионно контролируемых реакций. Рост пленок. Уравнения сжимающейся и растущей сферы. Кинетический эксперимент для твердофазных реакций. Твердофазный синтез. Рост кристаллов и его кинетика при различном пересыщении. Ионный обмен из расплава и раствора. Обмен на поверхности, в слоистых соединениях и в соединениях, содержащих каналы. Сродство решетки и кинетика обмена для ионов различного радиуса. Методы инициирования твердофазных реакций.

## 5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

### *очная форма обучения*

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Квантовомеханическое описание твёрдых фаз	2	18	48	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>
2.	Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз	4	18	12	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>
3.	Механизмы твердофазных реакций	6	12	36	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>
4.	Кинетика твердофазных реакций	4		20	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>116</b>	

## 5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1.	Квантовомеханическое описание твёрдых фаз	Энергетический спектр электрона в ограниченной кристаллической решетке.	8	-	-
2.	Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз Механизмы твердофазных реакций Кинетика твердофазных реакций	Оценка ширины запрещенной зоны бинарных ионных кристаллов.	8	-	-
		Измерение спектров оптического поглощения кристаллов неорганических солей.	-	-	-
		Изоэнергетические поверхности. Тепловые свойства кристаллов.	-	-	-
<b>Итого</b>			<b>16</b>	-	-

## 5.3. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	Квантовомеханическое описание твёрдых фаз	Лабораторная работа № 1. Очистка твердого вещества методом перекристаллизации. Оформление отчета по работе. Контрольные вопросы.	12	-	-
2	Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз	Лабораторная работа № 2. Сублимационная очистка бензойной кислоты. Оформление отчета по работе. Контрольные вопросы.	12	-	-
3	Механизмы твердофазных реакций	Лабораторная работа № 3. Электролитическое получение медного порошка. Оформление отчета по работе. Контрольные вопросы.	12	-	-
<b>Итого</b>			<b>32</b>	-	-

#### 5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1.	Квантовомеханическое описание твёрдых фаз	<b>Квантовомеханическое описание твёрдых фаз.</b> Приближение, основанное на модели свободных электронов. Зонная теория. Законы распределения электронов по энергетическим состояниям. Теория поля лигандов в химии твёрдого тела. Атомные дефекты (точечные дефекты, примесные атомы, заряженные и нейтральные дефекты, нестехиометрия, образование вакансий при введении примесных атомов). Компенсация заряда, комплексные центры, ассоциация дефектов. Способы обозначения нарушений в кристаллической решётке. Дислокации и плоские дефекты. Взаимодействие точечных дефектов.	48	-	-
2.	Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз	<b>Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз.</b> Термодинамическая оценка возможности самопроизвольного протекания химических реакций с участием твёрдых фаз, экспериментальные методы исследования термодинамики этих процессов и приближённые способы расчёта изменения энтальпии, энтропии и энергии Гиббса в процессе реакций с участием кристаллических фаз. Определение равновесных условий образования и термодинамическое описание фаз переменного состава, как продуктов	12	-	-



		твердофазного взаимодействия. Равновесные и неравновесные дефекты.			
3.	Механизмы твердофазных реакций	<b>Механизмы твердофазных реакций.</b> Физико-химические факторы, определяющие механизм реакций с участием твёрдых фаз. Диффузия в твёрдых телах. Методы исследования механизмов твердофазных реакций, теории твердофазного взаимодействия и процессов с участием твердых фаз, реагирующих с газообразными и жидкими фазами, влияние дефектов на скорость и механизм этих процессов. Механизмы твердофазных реакций, в том числе без изменения состава. Природа активного состояния твёрдых фаз и способы его оценки. Активирование прекурсоров путём изменения их химической и термической предыстории, введением микродобавок, механическое активирование и активирование реагентов в процессе взаимодействия.	36	-	-
4.	Кинетика твердофазных реакций	<b>Кинетика твердофазных реакций.</b> Критический размер зародыша. Влияние пересыщения. Явления самоорганизации в ходе роста частиц новой фазы. Гетерогенное зародышеобразование. Диффузионно-контролируемые реакции. Лимитирующие стадии переноса. Влияние на скорость твердофазных процессов температуры и степени дисперсности соединений. Уравнения сжимающейся и растущей сферы и их модификация для кристаллов с	20	-	-

		пониженной фрактальной размерностью. Кинетический эксперимент для твердофазных реакций. Механизмы и некоторые особенности твердофазных процессов. Твердофазный синтез. Срастание кристаллов. Роль винтовых дислокаций в процессе роста кристаллов. Термоактивация. Активация излучением по ударному механизму. Механическая активация, механохимические процессы.			
	<b>Итого</b>		<b>116</b>		

### **6. Расчетно-графическая работа**

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена*

### **7. Курсовая работа**

*Курсовая работа не предусмотрена*

### **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен*

### **9. Контрольная работа**

*Контрольная работа не предусмотрена.*

### **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

Процедура оценки знаний, умений, навыков по дисциплине М.1.2.3.«Химия твердого тела» включает учет усвоения лекционного материала, выполнение лабораторного практикума, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

При проведении лабораторного практикума необходимым является:

- проведение экспресс-опроса (устно) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы;
- проверка плана выполнения лабораторных работ, подготовленного студентом дома;
- оценка работы студента в лаборатории и полученные им данные;
- проверка отчета о выполнении лабораторной работы, включающей тему, цель, ход работы, соответствующие рисунки и ответы на теоретические вопросы по теме работы.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных.

Приступить к выполнению следующей лабораторной работы студенту разрешается только после полного отчета по предыдущей лабораторной работе.

Шкала оценивания выполнения лабораторной работы – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при

этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена неправильно, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

**Самостоятельная работа** считается успешно выполненной в случае, если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на **тестовые задания**, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено / не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем на 50% вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

**Экзамен** сдается устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса, по одному из каждого блока из перечня «Вопросы для зачета». Оценивание проводится по принципу «отлично / хорошо / удовлетворительно / неудовлетворительно».

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Критерии оценивания</i>
«отлично»	Обучающийся демонстрирует уверенное знание изучаемого материала, основной и дополнительной литературы по теме; дает полные, развернутые ответы; аргументирует собственную позицию по дискуссионным моментам; при необходимости может привести примеры из практики.
«хорошо»	Обучающийся демонстрирует знание заявленной проблемы при малозначительных неточностях, пропусках, ошибках; при обсуждении высказывается отчасти тривиально, поверхностно, не всегда может подкрепить аргументы примерами.
«удовлетворительно»	Обучающийся допускает заметные пробелы, неточности, абстрактно аргументирует свою позицию без приведения конкретных примеров; его высказывания характеризуются низкой информативностью, стереотипностью, не отражают полного понимания темы.
«неудовлетворительно»	Обучающийся допускает большое количество ошибок, демонстрирует незнание изучаемого материала.

#### ***Перечень вопросов к экзамену***

1. Типы и строение кристаллических фаз.
2. Химическая связь в твёрдых телах. Энергия кристаллической решётки кристаллов.
3. Структура кристаллов, теории кристаллического строения фаз.
4. Зонная теория. Законы распределения электронов по энергетическим состояниям.
5. Диэлектрики, полупроводники, металлы.
6. Запрещённая зона, энергетические зоны.
7. Бинарные сплавы.
8. Термодинамическая оценка возможности самопроизвольного протекания химических реакций с участием твёрдых фаз.
9. Методы расчёта изменения термодинамических параметров в процессе реакций с участием кристаллических фаз.
10. Определение равновесных условий образования и термодинамическое описание фаз переменного состава.
11. Равновесные и неравновесные дефекты.
12. Типы твердофазных реакций.

13. Физико-химические факторы, определяющие механизм реакций с участием твёрдых фаз.
14. Диффузия в твёрдых телах.
15. Методы исследования механизмов твердофазных реакций.
16. Теории твердофазного взаимодействия и процессов с участием твердых фаз.
17. Механизмы твердофазных реакций, в том числе без изменения состава.
18. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций.
19. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Энергия активации реакций с участием твёрдых фаз.
20. Твердофазные процессы и их кинетические кривые.
21. Механизмы образования и роста зародышей. Явления самоорганизации в ходе роста частиц новой фазы.
22. Гетерогенное зародышеобразование.
23. Диффузионно-контролируемые реакции.
24. Влияние температуры и степени дисперсности соединений на скорость твердофазных процессов.
25. Уравнения сжимающейся и растущей сферы
26. Кинетический эксперимент для твердофазных реакций. Твердофазный синтез.
27. Рост кристаллов и его кинетика при различном пересыщении.
28. Ионный обмен из расплава и раствора. Обмен на поверхности, в слоистых соединениях и в соединениях, содержащих каналы.
29. Сродство решетки и кинетика обмена для ионов различного радиуса.
30. Методы инициирования твердофазных реакций.

## **11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1 Рекомендуемая литература**

1. Артамонова, О. В. Химия твердого тела : учебное пособие / О. В. Артамонова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-4497-1125-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108355.html> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Уваров, Н. Ф. Химия твердого тела : учебное пособие / Н. Ф. Уваров, Ю. Г. Матейшина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-7782-3831-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99242.html> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Урусов, В. С. Кристаллохимия. Краткий курс: учебник / Урусов В. С. , Ерёмин Н. Н. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2010. - 256 с. - ISBN 978-5-211-05497-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211054974.html>. - Режим доступа: по подписке.
4. Бутягин, П. Ю. Химическая физика твердого тела / Бутягин П. Ю. - Москва: Издательство Московского государственного университета, 2006. - 272 с. - ISBN 5-211-04970-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049705.html> - Режим доступа : по подписке.

### **11.2. Периодические издания**

5. Электрохимия: [Текст]: РАН. - М. : Наука, 1965 - ISSN 0424-8570. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8297>
6. Естественные и технические науки: – М. : ООО "Изд-во "Спутник+". – ISSN 1684-2626 Режим доступа: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9779](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9779)
7. Журнал физической химии: [Текст]: РАН. - М.: Наука, 1930 - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4537 Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802>

### **11.3 Перечень электронно-образовательных ресурсов**

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Оборудование в химической технологии» размещены в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1704>
2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

### **11.4 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. «ЭБС elibrary»
3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

### **11.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://elibrary.ru/defaultx.asp?> Научная электронная библиотека
2. <http://www.iprbookshop.ru/> Электронная библиотечная система IPRbooks
3. <http://lib.sstu.ru/> Научно-техническая библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А
4. <http://www.edu.ru/index.php> «Российское образование» - федеральный портал
5. <http://www.runnet.ru/> Федеральная университетская компьютерная сеть России
6. <http://window.edu.ru/> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

### **11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

*Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.*

### **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

#### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

Справочная правовая система «Консультант Плюс»

#### **12.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

### **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 18 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

*Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 18 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

*Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Оборудование

1. ИК-Фурье спектрометр «IRTracer-100» фирмы Shimadzu
2. Исследовательский автоматизированный комплекс на базе прямого материаловедческого микроскопа Axio Imager.A2m с оптикой от Zeiss отраженного света светлого/темного поля, с общим увеличением 100x, 1000x, с высокоразрешающей видеокамерой, ПК и весовым столом
3. Кондуктометр «Эксперт»-002

Рабочую программу составил

В.Н. Целуйкин

#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКС \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /