

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

Кафедра «Технология 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»

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 1

зачетных единиц – 5

часов в неделю – 6

всего часов – 180

в том числе:

лекции – 16

практические занятия – 16

лабораторные занятия – 32

самостоятельная работа – 116

зачет – нет

экзамен – 1 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП

20.06.2022 года, протокол №10

Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена

на заседании УМКН направления ХМТН

27.06.2022 года, протокол №5

Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

## ***1. Цели и задачи освоения 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 «Химия твердого тела» входит в перечень дисциплин вариативной части (М.1.2) основной образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

Данная дисциплина базируется на предварительном изучении следующих курсов: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Материаловедение», «Общая химическая технология». Кроме того, используется материал, изученный в курсах «Математика», «Физика», «Аналитическая химия», «Физико-химические методы анализа».

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

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

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

В результате изучения дисциплины «Химия твердого тела» вариативной части основной образовательной программы магистратуры: студент должен знать:

- основные методы изучения структуры и свойств аморфной и кристаллической фаз композитов;

студент должен уметь:

проводить исследования структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами;

студент должен владеть:

приемами проведения испытаний структуры и свойств 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)
ПК-1 Способен контролировать проведения испытаний наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами	<b>ИД-1<sub>ПК-1</sub></b> Способен проводить исследования структуры и свойств композитов, в том числе наноструктурированных материалов с заданными свойствами

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

#### 4. Распределение трудоемкости дисциплины по темам и видам занятий

№ мод.	№ нед.	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1-9	1	Квантовомеханическое описание твёрдых фаз	68	2	-	10	8	48
		2	Термодинамические закономерности процессов с	34	4	-	10	8	12

			участием твёрдых фаз						
2		3	Механизмы твердо-фазных реакций	54	6		12	-	36
3	10-18	4	Кинетика твердо-фазных реакций	24	4	-	-	-	20
ИТОГО:				180	16	-	32	16	116

### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<b>Квантовомеханическое описание твёрдых фаз.</b> 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.	1 – 4, 8 – 11
2	4	2, 3	<b>Термодинамические закономерности процессов с участием твёрдых фаз.</b> 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.	1 – 4, 8 – 11
3	6	4 – 6	<b>Механизмы твердофазных реакций.</b> 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. Механиз-	1 – 4, 8 – 11

			мы важнейших твёрдофазных реакций, в том числе без изменения состава.	
4	4	8, 7	<p><b>Кинетика твердофазных реакций.</b> Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций, кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Энергия активации реакций с участием твёрдых фаз.</p> <p>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.</p>	1 – 4, 8 – 11

**6. Содержание коллоквиумов**  
не предусмотрены учебным планом

### **7. Перечень практических занятий**

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1, 2	<p><b>Энергетический спектр электрона в ограниченной кристаллической решетке.</b></p> <p>Энергетический спектр электрона в ограни-</p>	1 – 4, 8 – 11

			ченной кристаллической решетке NaCl. Энергетический спектр электрона в ограниченной кристаллической решетке. Определение эффективной массы электрона в NaCl.	
1	4	3, 4	<b>Оценка ширины запрещенной зоны бинарных ионных кристаллов.</b> Оценка ширины запрещенной зоны галогенидов натрия, ZnS, PbS, построение рядовых зависимостей, оценка энергетическое положение дефектов замещения лития и рубидия в галогенидах натрия, ZnS, PbS, оценка энергетического положения катионных и анионных вакансий в галогенидах натрия, ZnS, PbS.	1 – 4, 8 – 11
2	4	5, 6	<b>Измерение спектров оптического поглощения кристаллов неорганических солей.</b> Общий вид спектра поглощения твердого тела. Примесное поглощение, собственное поглощение, экситонное поглощение. Методика измерения спектра поглощения кристаллов. Интерпретация спектров твердых тел.	1 – 4, 8 – 11
2	4	7, 8	<b>Изоэнергетические поверхности. Тепловые свойства кристаллов.</b> Теплоемкость. Примесный и собственный полупроводники. Закон действующих масс. Рассеяние на атомах примеси и дислокациях. Теплые и горячие дырки. Измерение электропроводности. Магниторезистивный эффект. Туннельный диод. Акустоэлектрический эффект. Полупроводниковые выпрямители. Диоды Шоттки.	1 – 4, 8 – 11

### 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии.	Учебно-методическое обеспечение
1	10	Лабораторная работа № 1. Очистка твердого вещества методом перекристаллизации. Оформление отчета по работе. Контрольные вопросы.	12
2	10	Лабораторная работа № 2. Сублимационная очистка бензойной кислоты. Оформление отчета по работе. Контрольные вопросы.	12
3	12	Лабораторная работа № 3. Электролитическое получение медного порошка. Оформление отчета по работе. Контрольные вопросы.	12

**9. Задания для самостоятельной работы студентов.**

<b>№ темы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Задания для самостоятельного изучения.</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
1	2	3	4
1	48	<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.	1 – 4, 8 – 11
2	12	<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 твердофазного взаимодействия. Равновесные и неравновесные дефекты.	1 – 4, 8 – 11
3	36	<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.	1 – 4, 8 – 11

4	20	<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 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.	1 – 4, 8 – 11
---	----	--	---------------

#### ***10. Расчетно-графическая работа***

Не предусмотрена.

#### ***11. Курсовая работа***

Не предусмотрена.

#### ***12. Курсовой проект***

Не предусмотрен.

#### ***13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)***

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины М.1.2.3.«Химия твердого тела» должна сформироваться компетенция ПК-1.

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** сдаётся 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.

#### ***14. Образовательные технологии***

В соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающегося. Удельный вес таких занятий составляет более 20% (в составе практических аудиторных занятий). Дополнительно разбор конкретных ситуаций выполняется в рамках самостоятельной внеаудиторной работы студента.

- компьютерная обработка предлагаемых результатов исследований;
- демонстрационный эксперимент в виде ролевых игр;
- разбор конкретных ситуаций;
- способы прогнозирования результатов экспериментов;
- проблемные лекции;
- методические тренинги по построению логических цепочек, способствующих усвоению теоретических концепций курса;
- тренинги по развитию практических навыков химического эксперимента.

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Химия твердого тела» используются различные образовательные технологии, в том числе:

– информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

– личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в

учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при экспресс-опросе, при выполнении домашних индивидуальных заданий, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

При организации учебных занятий используются активные и интерактивные методы обучения: диалог, беседа, работа в команде. В рамках учебного курса предусмотрено чтение проблемных лекций по следующим темам: «Механизмы твердофазных реакций», «Кинетика твердофазных реакций» (не менее 30%); чтение лекций с применением мультимедийных технологий по всем темам (100 %). Такие занятия, в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой, формируют и развивают профессиональные навыки обучающегося.

### ***15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине***

1. Ильин, А. П. Химия твердого тела : учебное пособие / А. П. Ильин, Н. Е. Гордина. — Иваново : ИГХТУ, 2006. — 216 с. — ISBN 5-9616-0126-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4486> — Режим доступа: для авториз. Пользователей.
2. Уваров, Н. Ф. Химия твердого тела : учебное пособие / Н. Ф. Уваров, Ю. Г. Матейшина. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-7782-3831-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152341> — Режим доступа: для авториз. 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.

### ***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>

### ***Интернет-ресурсы***

8. Библиотека Российской академии наук (БАН) [www.ras.ru](http://www.ras.ru)
9. Российская государственная библиотека (РГБ) [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
10. Библиотека МГУ им М.В. Ломоносова. Химический факультет МГУ [www.msu.ru](http://www.msu.ru)
11. Российская национальная библиотека (РНБ) [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)

### ***Источники ИОС***

12. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=178>.

## **16. 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).

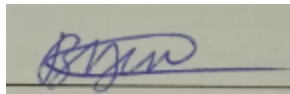
### *Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций*

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 100х, 1000х, с высокоразрешающей видеокамерой, ПК и весовым столом
3. Кондуктометр «Эксперт»-002

Автор



д.т.н., профессор В.Н. Целуйкин

### **17. Дополнения и изменения в рабочей программе**

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

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

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН  
«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /