

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Химия твердого тела

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко

«17» апреля 2020 г.



Программа учебной дисциплины «Химия твердого тела» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 сентября 2016 г. № 987; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Старший преподаватель кафедры
теоретической физики и нанотехнологий

В.Д.Пойманов

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н.Варюхин

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

В.Н.Котенко

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Химия твердого тела» является дисциплиной вариативной части Профессионального Блока по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Материалы и методы нанотехнологий», «Методы математической физики», «Кристаллография», «Электронная микроскопия», «Физика твердого тела» на предыдущем уровне образования. Полученные знания используются студентами во время выполнения учебной и производственной практики, при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	3	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	3
Год подготовки	3	3
Семестр	5	
Количество часов	108	108
- лекционных	36	6
- практических, семинарских	18	4
- лабораторных		
- самостоятельной работы	54	98
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	3	10
в т.ч. аудиторных	3	10

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель - формирование основ научного химического мышления, получение необходимого запаса фактических сведений в области синтеза, строения и свойств твёрдых фаз, а также навыков работы с этими веществами.

Задачи:

- освоение основных теоретических концепций, описывающих строение кристаллических и аморфных твёрдых фаз;
- получение представления о различиях между молекулярными и немолекулярными веществами, аморфном и кристаллическом состояниях твёрдого тела;

- получение умений описывать их кристаллохимическое и электронное строение основных типов кристаллических веществ (атомные, молекулярные, ионные, ионно-ковалентные);
- приобретение навыков описывания твёрдых фазы на основе квантовомеханических теорий твёрдого тела;
- получение представлений о дефектах твёрдого тела, их типах и видах, процессах ассоциации, образования, исчезновения и взаимодействия;
- получение умений рассчитать термодинамику процессов с участием твёрдых фаз, используя табличные данные и приближённые методы, различать равновесные и неравновесные дефекты и определять их влияние на изменение функций состояния систем в процессе взаимодействия реагентов;
- освоение описания основных механизмов реакций с участием твёрдых фаз (в том числе и без изменения состава) и способы управления этими механизмами;
- умение оценивать скорость и энергию активации процессов различных типов, знать основные понятия и методы изучения их кинетики, кинетические модели и уравнения;
- познакомить с понятием «активное состояние реагентов», изучить способы получения активных прекурсоров и активации реагентов в процессе взаимодействия;
- получение представлений о технологиях синтеза твёрдых фаз в виде порошков и изготовлении материалов в виде керамики, текстур, плёнок, монокристаллов и композитов;
- приобретение навыков описания структуры поверхности твёрдофазных материалов, знать свойства, предопределяемые структурой поверхности (сорбция, катализ, поверхностные процессы); умений устанавливать связь между составом, строением твёрдой фазы и химическими, физико-химическими, физическими и механическими свойствами материалов на её основе.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Химия твердого тела» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

а) общекультурных (ОК):

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью к культурному мышлению, к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-10);

б) общепрофессиональных (ОПК):

способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);

способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);

способность применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием (ОПК-4);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

- способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем (ПК-1);
- способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

способность применять основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных и углеродных) природы (твердых, жидких, гелеобразных, аэрозольных), включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, для решения производственных задач, владением навыками выбора этих материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения (ПК-5);

способность применять навыки использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов получения и свойств нанообъектов (кластеров, наночастиц, фуллеренов, нанотрубок), наносистем, наноматериалов и изделий из них (ПК-7).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать: основные сведения о строении реальных кристаллов и стекол, природе сил межатомного взаимодействия, энергии кристаллического поля, многообразии форм теплового движения и неотвратимости возникновения структурных дефектов в регулярной кристаллической решетке, особенностях кинетики химических реакций в твердых телах, изменениях атомного строения и реакционной способности при радиационных и механических воздействиях на вещество, дефектах реального твердого тела, дислокациях - протяженных дефектах, механизме зарождения и размножения дислокаций, взаимодействиях протяженных и точечных дефектов.

уметь: использовать знания, умения и навыки в области химии твердого тела для получения новых материалов, интерпретации их свойств и для планирования экспериментальной работы;

владеть: профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области химии твердого тела.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль 1 «Описание твёрдых фаз»</i>	
<i>Тема 1.</i> Способы описания твёрдых фаз	Кристаллические фазы (атомные, молекулярные, ионно-ковалентные, ионные) их кристаллическое и электронное строение. Химическая связь в твёрдых телах: межатомное взаимодействие ковалентного типа, ионная и металлическая связь, межмолекулярное взаимодействие (как причина образования молекулярных кристаллов). Энергия кристаллической решётки кристаллов (способы расчёта и экспериментальные методы определения). Структура кристаллов,

	теории кристаллического строения фаз, экспериментальные методы исследования строения твердых тел. Скрытно кристаллические и некристаллические твёрдые фазы, понятие аморфного твёрдого тела (стёкла, полимеры, простые вещества).
Тема 2. Квантовомеханическое описание твёрдых фаз.	Приближение, основанное на модели свободных электронов. Зонная теория. Законы распределения электронов по энергетическим состояниям. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Запрещённая зона, энергетические зоны. Бинарные сплавы. Теория поля лигандов в химии твёрдого тела.
Тема 3. Дефекты кристаллических решёток.	Электроны и дырки. 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.
Содержательный модуль 2 «Твердофазные реакции»	
Тема 1. Типы твердофазных реакций	Реакции между: а) газообразной и твёрдой фазами; б) жидкой и твёрдой фазами; в) несколькими твёрдыми фазами – термодинамика, скорость и механизмы процессов.
Тема 2. Термодинамическое описание методов описания процессов с участием твёрдых фаз.	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.
Тема 3. Механизмы твердофазных реакций	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 важнейших твердофазных реакций, в том числе без изменения состава.
Тема 4. Скорость реакций с участием твёрдых фаз.	Основные понятия и методы изучения кинетики этих реакций, кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Энергия активации реакций с участием твёрдых фаз.
Тема 5. Активное состояние реагентов.	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.
Содержательный модуль 3 «Получение материалов на основе твердых фаз»	
Тема 1. Реакции на поверхности твёрдых фаз	Поверхностная энергия. Сорбция на поверхности (типы, изотермы). Структура поверхности и поверхностные процессы. Катализ (классические представления, природа катализаторов, методы оценки их активности, способы подбора катализатора к конкретному процессу, прогноз каталитической активности фазы, исходя из её

	состава и структуры). Поверхность раздела между твёрдой фазой и жидким электролитом (межфазные слои, электродные реакции).
Тема 2. Синтез твёрдых фаз.	Конденсационные методы – синтез из газовой фазы. Кристаллизация из растворов и расплавов. Формирование твёрдых фаз в процессе разложения прекурсоров. Метод использования энергии основных и предварительных стадий процесса – самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Образование твёрдых фаз при взаимодействии реагентов, находящихся в различных агрегатных состояниях. Метод твёрдофазных реакций. Низкотемпературные способы получения твёрдых фаз.
Тема 3. Виды твёрдых фаз	Простые вещества их состав и структура. Этапы формирования структуры фаз сложного состава : твёрдые растворы, соединения Курнакова, фазы внедрения, клатраты, электронные соединения Юм-Розери, интерметаллиды, отвечающие правилам формальной валентности, жидкие и молекулярные кристаллы, ионные и ионно-ковалентные фазы.
Тема 4. Материалы на основе твёрдых фаз.	а) химические свойства фаз, образующих материалы (полиморфизм, разложение, возгонка, коррозия, старение); б) физические свойства (электропроводность – металлы, полупроводники, диэлектрики; оптические – поглощение, фотопроводимость, люминесценция; магнитные; тепловые; механические; пьезоэлектрические; сверхпроводимость и т.д.).

Тематический план

Содержательный модуль 1 «Описание твёрдых фаз»												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Способы описания твёрдых фаз	12	4	2		6		6				6	
Тема 2. Квантовомеханическое описание твёрдых фаз.	12	4	2		6		10	2	2		6	
Тема 3. Дефекты кристаллических решёток.	12	4	2		6		8				8	
Итого по модулю 1	36	12	6		18		24	2	2		20	

Тематический план

Содержательный модуль 2 «Твердофазные реакции»											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				

	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Типы твёрдофазных реакций	8	2	2		4		8				8	
Тема 2. Термодинамические методы описания процессов с участием твёрдых фаз.	8	2	2		4		10	2			8	
Тема 3. Механизмы твёрдофазных реакций	6	2			4		8				8	
Тема 4. Скорость реакций с участием твёрдых фаз.	8	2	2		4		8				8	
Тема 5. Активное состояние реагентов.	6	4			2		8				8	
Итого по модулю 2	36	12	6		18		42	2			40	

Тематический план

Содержательный модуль 2 «Получение материалов на основе твердых фаз»												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Реакции на поверхности твёрдых фаз	10	4	2		4		10				10	
Тема 2. Синтез твёрдых фаз.	10	4	2		4		10				10	
Тема 3. Виды твёрдых фаз	8	2			6		10				10	
Тема 4. Материалы на основе твёрдых фаз.	8	2	2		4		12	2			10	
Итого по модулю 3	36	12	6		18		42	2	2		38	
Итого по модулю	108	36	18		54		108	6	4		98	

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Способы описания твёрдых фаз Введение	4
2	Квантовомеханическое описание твёрдых фаз.	4
3	Дефекты кристаллических решёток.	4
4	Типы твердофазных реакций	2
5	Термодинамические методы описания процессов с участием твёрдых фаз.	2
6	Механизмы твердофазных реакций	2
7	Скорость реакций с участием твёрдых фаз.	2
8	Активное состояние реагентов.	4
9	Реакции на поверхности твёрдых фаз	4
10	Синтез твёрдых фаз.	4
11	Виды твёрдых фаз	2
12	Материалы на основе твёрдых фаз.	2
	ВСЕГО	36

Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Разработка оптимального способа синтеза одной из фаз (B, Si, Ge, Se, Te, Sb, Ti, Zr, Mo, W, Cu, Ag, α -Al ₂ O ₃ и γ -Al ₂ O ₃ , CoAl ₂ O ₄ (тернарора синь) (Zn _x Co _{1-x})O (риманова зелень) (Al _x Cr _{1-x}) ₂ O ₃ (рубин), CuAl ₂ O ₄ , ZnAl ₂ O ₄ , MgFe ₂ O ₄ , FeAl ₂ O ₄ , TiO ₂ , ZrO ₂ , Nb ₂ O ₅ , ATiO ₃ , AZrO ₃ , ATi _x Zr _{1-x} O ₃ (A= Mg, Ca, Sr, Ba, Fe, Cd, Pb), Sb ₂ S ₃ , SnS ₂ , SbSI, Sn ₂ P ₂ S ₆)	14
2	Технологии изготовления материалов различного типа.	2
3	Функциональные свойства	2
	ВСЕГО	18

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Вывод уравнения Вульфа-Брегга	4
2	Способы съемки рентгенограмм (порошка, монокристалла (Лауэ), вращения монокристалла)	4
3	Определение параметра элементарной ячейки	4
4	Энергия кристаллической решетки	4

5	Диффузия в твердом теле. Законы Фика.	2
6	Принципы формирования шаровых упаковок. Правило Полинга.	3
7	Тепловое расширение твердых тел.	3
8	Теплопроводность. Теплоемкость.	3
9	Диэлектрическая проницаемость, поляризация	3
10	Удельное объемное и поверхностное сопротивление. Диэлектрические потери	3
11	Электрическая прочность диэлектрика.	3
12	Высокотемпературная проводимость	3
13	Прочность и разрушение твердых тел. Основные положения теории Гриффитса.	3
14	Способы механического измельчения твердых тел. Характеристики процесса измельчения	2
	ВСЕГО	54

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ *(не предусмотрено рабочим планом)*

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Кристаллические фазы (атомные, молекулярные, ионно-ковалентные, ионные) их кристаллическое и электронное строение.
2. Химическая связь в твёрдых телах: межатомное взаимодействие ковалентного типа, ионная и металлическая связь, межмолекулярное взаимодействие (как причина образования молекулярных кристаллов).
3. Энергия кристаллической решётки кристаллов (способы расчёта и экспериментальные методы определения).
4. Структура кристаллов, теории кристаллического строения фаз, экспериментальные методы исследования строения твердых тел.
5. Скрытокристаллические и некристаллические твёрдые фазы, понятие аморфного твёрдого тела (стёкла, полимеры, простые вещества).
6. Приближение, основанное на модели свободных электронов.
7. Зонная теория. Законы распределения электронов по энергетическим состояниям.
8. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Запрещённая зона, энергетические зоны.
9. Бинарные сплавы.
10. Теория поля лигандов в химии твёрдого тела.
11. Электроны и дырки.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки:

бакалавриат

Семестр

5

Учебная дисциплина

Химия твердого тела

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Зонная теория.
2. Химическая связь в твёрдых телах.
3. Структура кристаллов, теории кристаллического строения фаз.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,
протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Всего	30

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к зачету

1. Атомные дефекты (точечные дефекты, примесные атомы, заряженные и нейтральные дефекты, нестехиометрия, образование вакансий при введении примесных атомов).
2. Компенсация заряда, комплексные центры, ассоциация дефектов.
3. Способы обозначения нарушений в кристаллической решётки.
4. Дислокации и плоские дефекты. Взаимодействие точечных дефектов.
5. Реакции между: а) газообразной и твёрдой фазами; б) жидкой и твёрдой фазами; в) несколькими твёрдыми фазами – термодинамика, скорость и механизмы процессов.
6. 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.
7. Определение равновесных условий образования и термодинамическое описание фаз переменного состава, как продуктов твёрдофазного взаимодействия.
8. Равновесные и неравновесные дефекты.
9. Физико-химические факторы, определяющие механизм реакций с участием твёрдых фаз.
10. Диффузия в твёрдых телах.
11. Методы исследования механизмов твёрдофазных реакций, теории твёрдофазного взаимодействия и процессов с участием твёрдых фаз, реагирующих с газообразными и жидкими фазами, влияние дефектов на скорость и механизм этих процессов.
12. Механизмы важнейших твёрдофазных реакций, в том числе без изменения состава.

Зачетная работа включает три задания, за которые студент может получить max 50 баллов.

Критерии оценивания зачета

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50 баллов

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Химия твердого тела» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и зачета. Зачет сдают студенты с целью повышения рейтинга.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины**

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Химия твердого тела» проводятся в Компьютерном классе №304. Оборудован комплектом учебной мебели на 28 посадочных мест, комплектом рабочего места преподавателя, меловой доской, 10 компьютеров с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 сетевой коммутатор, 1 wi-fi роутер, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале № 4 периодической литературы, укомплектован учебной мебелью на 31 посадочное место, оснащен компьютером в комплекте (1 шт.), расположен по адресу г. Донецк, ул. Университетская, 24, каб. 19.

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплектом мебели на 12 посадочных мест, оснащенный компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Химия твердого тела : учеб. пособие / [сост. Е. И. Гетьман] ; Донецкий нац. ун-т, Хим. ф-т. - Донецк : Юго-Восток, 2009. - 76 с	3	
2.	Химия твердого тела и химическое материаловедение [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсу "Химия твердого тела и химическое материаловедение" / [сост.: В. В. Козик, Л. П. Борило, С. А. Кузнецова, Е. С. Лютова] ; Томский государственный университет, Химический факультет. - Томск : Томский государственный университет, 2018. - Электронные данные (1 файл).		+
3.	Кнотько, А. В. Химия твердого тела : учеб. пособие для студентов по специальности 020101 (011000) "Химия / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 302 с.	1	
Дополнительная литература			
4.	Химическая энциклопедия : В 5 т. Т. 3 : МЕД-ПОЛ / Гл. ред. И. Л. Кнунянц. - М. : Большая Рос. Энцикл., 1992. - 640 с.	5	
5.	Гаврусейко, Н. П. Справочник по химии : кн. для учащихся / Н. П. Гаврусейко. - Минск : Нар. асвета, 1989. - 79,[1] с.	3	
6.	Хенней, Н. Химия твердого тела / Н. Хенней ; пер. с англ. Ю. И. Михайлова, Э. Ф. Хайретдинова ; под ред. В. В. Болдырева. - Москва : Мир, 1971. - 223 с.	6	

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки

15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____