

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Материаловедение наноструктурированных материалов**

: 28.03.01

: 4, : 7

|           |         | <b>7</b> |
|-----------|---------|----------|
| <b>1</b>  | ( )     | 4        |
| <b>2</b>  |         | 144      |
| <b>3</b>  | , .     | 81       |
| <b>4</b>  | , .     | 36       |
| <b>5</b>  | , .     | 18       |
| <b>6</b>  | , .     | 18       |
| <b>7</b>  | , .     | 16       |
| <b>8</b>  | , .     | 2        |
| <b>9</b>  | , .     | 7        |
| <b>10</b> | , .     | 63       |
| <b>11</b> | ( , , ) | .        |
| <b>12</b> |         |          |

( ): 28.03.01

177 06.03.2015 ., : 31.03.2015 .

: 1,

( ): 28.03.01

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . .

:

. . . ., . - . . . .

:

. . . .

# 1.

1.1

**Компетенция ФГОС: ОПК.1** способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; *в части следующих результатов обучения:*

1. , , , - ,

**Компетенция ФГОС: ПК.2** готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; *в части следующих результатов обучения:*

6. -

9. ,

12. -

# 2.

2.1

|           |  |
|-----------|--|
| ( , , , ) |  |
|-----------|--|

**.1. 1** , , , , - ,

1.Знать классификацию наноматериалов ;

2.Знать физико-химические особенности поверхностей твердых тел ; ;

3.Знать влияние размерных факторов на свойства наноматериалов ; ;

**.2. 6** - ,

4.Знать области применения наноматериалов ; ;

**.2. 9** ,

5.Знать основные виды и свойства наноматериалов для электроники, нано- и микросистемной техники, энергетики, фотоники, химической промышленности . ; ; ;

**.2. 12** -

6.Знать базовые методы исследования состава, структуры, оптических, электрических, магнитных, механических и тепловых свойств наноматериалов ; ; ; ;

# 3.

3.1

|  |     |  |  |  |
|--|-----|--|--|--|
|  | , . |  |  |  |
|--|-----|--|--|--|

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| :7 |  |   |   |   |
| :  |  |   |   |   |
| 1. |  | 2 | 2 | 1 |
| :  |  |   |   |   |
| 2. |  | 0 | 2 | 2 |
| :c |  |   |   |   |
| 3. |  | 0 | 2 | 2 |
| -  |  |   |   |   |
| 4. |  | 0 | 2 | 2 |
| -  |  |   |   |   |
| 5. |  | 0 | 2 | 2 |
| :  |  |   |   |   |

|  |   |   |   |  |
|--|---|---|---|--|
| 6.   | 0 | 2 | 3 |  |
| 7.   | 0 | 2 | 3 |  |
| 8.   | 0 | 2 | 3 |  |
| :  |   |   |   |  |
| 9.<br><br>Down-Up:<br><br>( - ).<br><br>Up-Down:<br><br>( , ). | 2 | 2 | 5 |  |
| 10. - :  | 0 | 2 | 5 |  |

|     |   |   |   |   |  |
|-----|---|---|---|---|--|
| 11. | : | 0 | 2 | 5 |  |
| 12. | : | 0 | 2 | 5 |  |
| 13. | : | 0 | 2 | 5 |  |
| 14. | : | 0 | 2 | 5 |  |
| 15. | : | 0 | 2 | 5 |  |
| 16. | : | 0 | 2 | 5 |  |
| :   |   |   |   |   |  |
| 17. | : | 0 | 2 | 4 |  |
| :   |   |   |   |   |  |
| 18. | : | 2 | 2 | 6 |  |

3.2

|    |   |  |  |  |
|----|---|--|--|--|
|    | , |  |  |  |
| :7 |   |  |  |  |
| :  |   |  |  |  |

|    |   |   |   |   |               |
|----|---|---|---|---|---------------|
| 4. |   | 0 | 4 | 5 | Nanoeducator. |
| :  |   |   |   |   |               |
| 1. | - | 0 | 4 | 6 | Nanoeducator  |
| 2. |   | 0 | 4 | 6 | (111)<br>.    |
| 3. | - | 0 | 4 | 5 | Nanoeducator. |
| 5. |   | 0 | 2 | 6 |               |

3.3

|    |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|
|    |   | , | . |   |   |
| :7 |   |   |   |   |   |
| :  |   |   |   |   |   |
| 1. | - | 0 | 6 | 2 |   |
| 2. | - | 0 | 1 | 2 |   |
| :  |   |   |   |   |   |
| 3. |   | 0 | 1 | 3 |   |
| :  |   |   |   |   |   |
| 4. |   | 2 | 2 | 5 | , |
| :  |   |   |   |   |   |
| 5. | , | 4 | 4 | 4 | , |
| :  |   |   |   |   |   |
| 6. | , | 4 | 4 | 6 | , |





3. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям. (В 3 т.). Т. 1 / Федер. гос. учреждение Науч.-произв. комплекс "Технологический центр" Моск. гос. ин-та электрон. техники ; под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А. С. Саурова. - М., 2010. - 862 с. : ил., табл.
4. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография / [Брайдсон, Рик и др.] ; под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный, 2011. - 527 с. : ил.. - Авт. указаны на 14-й с..
5. Неволин В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : [учебное пособие для вузов по специальностям 210601 "Нанотехнология в электронике" и 210602 "Наноматериалы" направления подготовки 210600 "Нанотехнология" и по специальностям 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и 210108 "Микросистемная техника" направления 210100 "Электроника и микроэлектроника"] / В. Неволин. - М., 2006. - 159 с. : ил.

1. Journal of nanotechnology [Electronic resource] // Hindawi Publishing Corporation. - 2016. - Mode of access: <http://www.hindawi.com/journals/jnt/>. - Title from screen.

2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

5. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

6. :

## 8.

### 8.1

1. Илюшин В. А. Процессы нанотехнологии : учебное пособие / В. А. Илюшин, А. А. Величко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 107 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000029072](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029072)

### 8.2

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

## 9.

|   |                |  |
|---|----------------|--|
|   |                |  |
| 1 | " "            |  |
| 2 | NanoEducator-4 |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  |  |
| 1 |  |  |





# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Материаловедение наноструктурированных материалов** приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции   | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)  | Темы  | Этапы оценки компетенций                                      |   |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | з1. Знать классификацию металлов, сплавов, пассивных и активных диэлектрических и магнитных материалов, полупроводников и их соединений, композиционных материалов по их физико-химическим, электрическим и оптическим свойствам и назначению | <p>Полиморфные превращения в наносистемах. Изменение периода кристаллической решетки при уменьшении размера материала.</p> <p>Дефекты кристаллической решетки наноматериалов.</p> <p>Электропроводность наноматериалов. Магнитные свойства наноматериалов.</p> <p>Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование.</p> <p>Доразривание после нуклеации. Рост, ограниченный диффузией и рост, ограниченный процессами на поверхности.</p> <p>Классические и квантовые размерные эффекты.</p> <p>Термодинамические свойства наносред. Фазовые равновесия в наноразмерных системах. Изменение температуры плавления наноматериалов. Описание кристаллических поверхностей. Поверхностная энергия. Анизотропия поверхностной энергии кристаллов. Релаксация и реконструкция поверхности.</p> <p>Адсорбция на твердой поверхности. Поверхностная энергия и равновесная форма наночастиц. Механизмы понижения полной поверхностной энергии в системах наночастиц: спекание и созревание Оствальда. Основные понятия и определения, принятые в наноструктурном материаловедении.</p> <p>Классификация наноматериалов. Основные свойства наноматериалов.</p> <p>Соотношение объемных и поверхностных свойств.</p> <p>Поверхностная плотность заряда твердого вещества в электролите. Уравнение Нернста. Двойной</p> | Контрольные работы, вопросы 1-36                              | Зачет, вопросы 1-30                       |

|   |  |   |                           |                      |
|---|--|---|---------------------------|----------------------|
|   |  | <p>электрический слой.<br/> Электростатический потенциал. Экранирование.<br/> Силы Ван-дер Ваальса между молекулами и макроскопическими телами.<br/> Влияние среды.<br/> Электростатическая стабилизация наночастиц.<br/> Теория ДЛФО. Размерные эффекты<br/> Тепловые свойства наноматериалов. Оптические свойства наноматериалов.<br/> Механические свойства наноматериалов. Квантование энергетического спектра наноматериалов. Уравнение Юнга-Лапласа. Связь химического потенциала с кривизной поверхности.<br/> Уравнения Кельвина и Гиббса-Тампсона. Способы стабилизации поверхности наноструктур:<br/> электростатическая и стерическая стабилизации.<br/> Физико-химия поверхностей твердых тел</p> |                           |                      |
| ПК.2/НИ<br>готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники | 36. Знать эффективные направления применения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, процессов нанотехнологии и методов нанодиагностики | <p>Применение наноматериалов в электронике, энергетике, химической промышленности, биологии и медицине и пр<br/> Применение наноматериалов в электронике, энергетике, химической промышленности, биологии и медицине и пр.</p>  | РГЗ: реферат, презентация | Зачет, вопросы 1-22  |
| ПК.2/НИ   | 39. Знать основные виды и свойства наноматериалов, типовые технологические процессы их получения, а также типовое оборудование                           |   | РГЗ: реферат, презентация | Зачет, вопросы 1-22  |
| ПК.2/НИ   | у12. Уметь применять современные методы исследования для синтеза и анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники                       | <p>Дифракционные методы.<br/> Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Рентгеновский микроанализ. Сканирующие зондовые методы.<br/> Химическая диагностика: оптическая, электронная, ионная спектроскопии.<br/> Способы определения поверхностной энергии.<br/> <br/> Методы исследования оптических, электрических, магнитных, механических и тепловых свойств наноматериалов.</p>  | РГЗ: реферат, презентация | Зачет, вопросы 23-30 |

## **2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.2/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.2/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

## Паспорт зачета

по дисциплине «Материаловедение наноструктурированных материалов», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 8-22, второй вопрос из диапазона вопросов 1-7, 23-30 (список вопросов приведен ниже). Каждое задание оценивается 12,5 баллами. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Материаловедение наноструктурированных материалов»

---

1. Теоретический вопрос.

2. Теоретический вопрос.

Утверждаю: зав. кафедрой ППиМЭ \_\_\_\_\_ д.ф.м.н. Гайслер В.А.

\_\_\_\_\_ 2017 г

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 12 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-

следственные связи явлений, допускает непринципиальные ошибки, оценка составляет 12-16 *баллов*.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок, оценка составляет 17-20 *баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок, оценка составляет 21-25 *баллов*.

### 3. Шкала оценки

Оцениваются следующие виды текущей деятельности обучающихся в семестре:

- лабораторные работы,
- контрольные работы,
- РГЗ,
- зачет,

Максимальное количество баллов за каждый вид деятельности — 25.

К зачету допускается студент, набравший за текущую деятельность минимум 38 баллов из 75 возможных.

Зачет считается сданным, если сумма баллов составляет не менее 12 (из 25 возможных).

Максимальное суммарное количество баллов по дисциплине — 100.

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Итоговая оценка выставляется по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Оцениваются следующие виды деятельности обучающихся:

#### Список вопросов к зачету:

##### Наноматериалы и способы их получения:

1. Формирование наночастиц посредством гомогенной нуклеации.
2. Формирование наночастиц посредством гетерогенной нуклеации.
3. Кинетически ограниченный синтез наночастиц.
4. Синтез наночастиц с использованием эффектов самоорганизации.
5. Формирование наноструктур методом осаждения атомных слоев.
6. Пленки Ленгмюра-Блоджетт и способы их получения.
7. Микроконтактная печать, литье, наноимпринт.

8. Нуль-мерные наноматериалы: нанокластеры и нанокристаллы. Свойства и способы получения.
9. Одномерные наноструктуры: нанотрубки, нановолокна, нанопроволоки. Получение методами самопроизвольного роста. Свойства и способы получения.
10. Одномерные наноструктуры: нанотрубки, нановолокна, нанопроволоки. Матричный (темплатный) синтез, электроформование, литография.
11. Полупроводниковые гетероструктуры. Свойства и способы получения. Применение.
12. Золь-гель пленки. Свойства и способы получения. Применение.
13. Наноструктурированные пленки и покрытия. Свойства и способы получения.
14. Углеродные наноматериалы: фуллерены, углеродные нанотрубки, графен. Свойства и способы получения. Применение.
15. Молекулярные наноструктуры: сурфактанты, мицеллы, эмульсии, пены. Свойства и способы получения. Применение.
16. Нанопористые структуры: мембраны, цеолиты, нанопористый кремний, нанопористый оксид алюминия. Свойства и способы получения. Применение.
17. Консолидированные наноматериалы.
18. Нанокристаллические материалы. Свойства и способы получения. Применение.
19. Фуллериты. Свойства и способы получения. Применение.
20. Фотонные кристаллы. Свойства и способы получения. Применение.
21. Наноккомпозиты (матричные и сверхрешетки). Свойства и способы получения. Применение
22. Наноаэрогели. Свойства и способы получения. Применение.

#### **Методы исследования наноматериалов.**

23. Дифракционные методы исследования.
24. Сканирующая электронная микроскопия.
25. Просвечивающая электронная микроскопия.
26. Сканирующие зондовые методы.
27. Химическая диагностика: оптическая спектроскопия.
28. Химическая диагностика: электронная спектроскопия.
29. Химическая диагностика: ионная спектроскопия.
30. Сравнительный анализ методов химической диагностики.

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Материаловедение наноструктурированных материалов», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: физическая химия поверхности твердых тел, размерные эффекты, включает 7 заданий. Каждое задание оценивается 5 баллами. Результат контрольной работы определяется произведением суммы баллов за все задания варианта и коэффициента  $k=0,71$ . Выполняется письменно.

### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если теоретическое содержание тем «Физическая химия поверхности твердых тел» и «Размерные эффекты» не освоено, необходимые практические навыки работы с материалом сформированы не достаточно, большинство заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Оценка составляет менее 12 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если теоретическое содержание тем «Физическая химия поверхности твердых тел» и «Размерные эффекты» освоено частично, но пробелы не носят существенного характера. Значительная часть заданий выполнена с несущественными ошибками.

Оценка составляет 12-16 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если теоретическое содержание тем «Физическая химия поверхности твердых тел» и «Размерные эффекты» освоено полностью, без пробелов, ни одно из заданий не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Оценка составляет 17-20 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если теоретическое содержание тем «Физическая химия поверхности твердых тел» и «Размерные эффекты» освоено полностью, без пробелов, все задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Оценка составляет 21-25 баллов.

### 3. Шкала оценки

Контрольная работа считается принятой, если сумма баллов составляет не менее 12 (из 25 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Максимальное суммарное количество баллов по дисциплине — 100. Итоговая оценка выставляется по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

4. **Примеры вариантов контрольной работы** по дисциплине *Материаловедение наноструктурированных материалов*

**Тема** Физическая химия поверхности твердых тел. Размерные эффекты

### **Вариант 1**

Задание 1 Описание кристаллических поверхностей.

Задание 2 Спекание и созревание Оствальда.

Задание 3 Силы Ван-дер Ваальса между молекулами и макроскопическими телами. Влияние среды.

Задание 4 Гетерогенное зародышеобразование.

Задание 5 Классические и квантовые размерные эффекты.

Задание 6 Фазовые равновесия в наноразмерных системах.

Задание 7 Магнитные свойства наноматериалов.

### **Вариант 2**

Задание 1 Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение.

Задание 2 Уравнение Юнга-Лапласа.

Задание 3 Стерическая стабилизация.

Задание 4 Равновесная форма кристалла и условия ее достижения.

Задание 5 Поверхностная плотность заряда твердого вещества в электролите. Уравнение Нернста.

Задание 6 Изменение температуры плавления наноматериалов.

Задание 7 Тепловые свойства наноматериалов.

### **Вариант 3**

Задание 1 Анизотропия поверхностной энергии кристаллов.

Задание 2 Связь химического потенциала с кривизной поверхности.

Задание 3 Гомогенное зародышеобразование. Термодинамическое описание.

Задание 4 Механизмы понижения полной поверхностной энергии в системах наночастиц.

Задание 5 Какими факторами определяется скорость образования зародышей.

Задание 6 Полиморфные превращения в наносистемах.

Задание 7 Оптические свойства наноматериалов.

#### **Вариант 4**

Задание 1 Релаксация и реконструкция поверхности и их связь с поверхностной энергией.

Задание 2 Двойной электрический слой. Электростатический потенциал. Экранирование.

Задание 3 Механизмы понижения полной поверхностной энергии для изотропных и кристаллических нанообъектов.

Задание 4 Уравнения Кельвина и Гиббса-Томпсона.

Задание 5 Дорастивание после нуклеации. Рост, ограниченный диффузией и рост, ограниченный процессами на поверхности.

Задание 6 Изменение периода кристаллической решетки при уменьшении размера материала.

Задание 7 Квантование энергетического спектра наноматериалов.

#### **Вариант 5**

Задание 1 Адсорбция как способ снижения поверхностной энергии. Описание поверхностей с адсорбатами.

Задание 2 Теория ДЛФО.

Задание 3 Связь критического размера при гомогенном зародышеобразовании с пересыщением (переохлаждением)

Задание 4 Способы стабилизации поверхности наноструктур: электростатическая и стерическая стабилизации.

Задание 5 Термодинамические свойства наносред.

Задание 6 Дефекты кристаллической решетки наноматериалов.

Задание 7 Механические свойства наноматериалов.

## **Список вопросов к контрольным работам:**

### **Физическая химия поверхности твердых тел:**

1. Описание кристаллических поверхностей.
2. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение.
3. Анизотропия поверхностной энергии кристаллов.
4. Релаксация и реконструкция поверхности и их связь с поверхностной энергией.
5. Адсорбция как способ снижения поверхностной энергии. Описание поверхностей с адсорбатами.
6. Механизмы понижения полной поверхностной энергии для изотропных и кристаллических нанообъектов.
7. Равновесная форма кристалла и условия ее достижения.
8. Механизмы понижения полной поверхностной энергии в системах наночастиц.
9. Спекание и созревание Оствальда.
10. Уравнение Юнга-Лапласа.
11. Связь химического потенциала с кривизной поверхности.
12. Уравнения Кельвина и Гиббса-Томпсона.
13. Способы стабилизации поверхности наноструктур: электростатическая и стерическая стабилизации.
14. Поверхностная плотность заряда твердого вещества в электролите. Уравнение Нернста.
15. Двойной электрический слой. Электростатический потенциал. Экранирование.
16. Силы Ван-дер Ваальса между молекулами и макроскопическими телами. Влияние среды.
17. Теория ДЛФО.
18. Стерическая стабилизация.
19. Гомогенное зародышеобразование. Термодинамическое описание.
20. Связь критического размера при гомогенном зародышеобразовании с пересыщением (переохлаждением).
21. Какими факторами определяется скорость образования зародышей.
22. Доразивание после нуклеации. Рост, ограниченный диффузией и рост, ограниченный процессами на поверхности.

23. Гетерогенное зародышеобразование.

**Размерные эффекты:**

24. Классические и квантовые размерные эффекты.

25. Термодинамические свойства наносред.

26. Фазовые равновесия в наноразмерных системах.

27. Изменение температуры плавления наноматериалов.

28. Полиморфные превращения в наносистемах.

29. Изменение периода кристаллической решетки при уменьшении размера материала.

30. Дефекты кристаллической решетки наноматериалов.

31. Электропроводность наноматериалов.

32. Магнитные свойства наноматериалов.

33. Тепловые свойства наноматериалов.

34. Оптические свойства наноматериалов.

35. Механические свойства наноматериалов.

36. Квантование энергетического спектра наноматериалов.

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Материаловедение наноструктурированных материалов», 7 семестр

### **1. Методика оценки**

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны подготовить реферат и презентацию

Оцениваемые позиции: Наличие реферата и презентации, результаты собеседования по теме реферата.

### **2. Критерии оценки**

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), оценка составляет менее 12 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: теоретическое содержание освоено частично, необходимые практические навыки поиска и анализа информации в основном сформированы, имеются незначительные ошибки, оценка составляет 12-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если уровень выполнения отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, возможно, содержатся незначительные ошибки, оценка составляет 17-20 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки поиска и анализа информации сформированы, оценка составляет 21-25 баллов.

### **3. Шкала оценки**

РГЗ считается выполненным, если студент набрал не менее 12 баллов (из 25 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Максимальное суммарное количество баллов по дисциплине — 100.

Итоговая оценка выставляется по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

### **4. Примерный перечень тем РГЗ по дисциплине**

**«Материаловедение наноструктурированных материалов»**

1. Применение углеродных нанотрубок в электронике
2. Полупроводниковые 0-мерные наноструктуры. Способы получения и применение.

3. Получение 3D-наноструктур методом ионной имплантации. Применение.
4. Получение нанокластеров из коллоидных растворов.
5. Пористый оксид алюминия. Получение и применение.