

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ОПОП

 О.В. Вусович

« 29 » 08 2022 г.

Оценочные материалы  
текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

**методы диагностики материалов и процессов**

по направлению подготовки

**27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Управление инновациями в наукоемких технологиях**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

## 1. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины (индикатор достижения компетенции)	Планируемые образовательные результаты (ОР) обучения по дисциплине
ИОПК-1.1 Знает основные положения, законы и методы в области естественных, технических наук и математики.	<p>ОР 1.1.1 Демонстрирует знание связи между размерностью, структурой и свойствами наноматериалов; знает основные особенности механических и физических свойств наноматериалов.</p> <p>ОР 1.1.2 Классифицирует наноматериалы по геометрической размерности и функциональному назначению; устанавливает зависимость между размерностью, строением и свойствами наноматериалов.</p> <p>Результаты обучения проверяются во время текущего контроля знаний, на практических работах, а также на зачете.</p>
ИОПК-1.2 Способен выбирать необходимые методы математики, естественных и технических наук для анализа профессиональных задач.	<p>ОР 1.2.1 Студент, используя понятийный аппарат в области наноматериалов и нанотехнологий, способен выбрать наноматериал или нанотехнологию его изготовления для конкретного вида изделия, исходя из назначения и условий эксплуатации изделия.</p> <p>ОР 1.2.2 Студент, имея представление об основных технологиях получения наночастиц и наноматериалов, производства изделий из наноматериалов, нормативных документах на материалы и технологии, способен сделать конкретный их выбор при анализе профессиональных задач.</p> <p>Результаты обучения проверяются во время текущего контроля знаний, на практических работах.</p>
ИОПК-3.1 Способен выполнять анализ динамических свойств технических систем на модельном или физическом уровне.	<p>ОР 2.1.1 Студент, используя понятийный аппарат из области наноматериалов и нанотехнологий, устанавливает зависимость между размером, строением, свойствами наноматериалов.</p> <p>ОР 2.1.2 Студент анализирует основные свойства наноматериалов и способен сделать прогноз их стабильности при хранении и эксплуатации.</p> <p>Результаты обучения проверяются во время текущего контроля знаний, на практических работах, а также на зачете.</p>
ИОПК-6.2 Выбирает современные технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения при разработке	ОР 6.2.1 Студент выбирает наноматериалы и нанотехнологии с учетом назначения и функциональных свойств, а также их воздействия на окружающую среду при

инновационного проекта.	разработке инновационного проекта. ОР 6.2.2 Студент использует нормативные документы для контроля безопасности наноматериалов и нанотехнологий при разработке инновационного проекта. Результаты обучения проверяются во время текущего контроля знаний, на практических работах, а также на зачете
ИОПК-6.4 Умеет обосновывать техническое решение на основе нормативных документов, регламентирующих НИОКР	ОР 6.4.1 Студент понимает нормативную документацию, регламентирующую производство и применение нанопродукции. ОР 6.4.2 Студент выбирает и использует нормативные документы при разработке и оформлении технологической документации на стадии НИОКР, связанной с производством нанопродукции и(или) нанотехнологий. Результаты обучения проверяются во время текущего контроля знаний, на практических работах, а также на зачете

## 2. Этапы достижения образовательных результатов в процессе освоения дисциплины

№	Разделы и(или) темы дисциплин	Образовательные результаты	Формы текущего контроля и промежуточной аттестации
1.	Тема 1. Введение в мир наноматериалов и нанотехнологий	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	<i>Текущий контроль: Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>
2.	Тема 2. Наноматериалы и их классификации	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-2.1	<i>Текущий контроль: Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>
3.	Тема 3. Объемные наноматериалы (3D) и технологии их получения	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-2.1	<i>Текущий контроль: Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>
4.	Тема 4. 0D наноматериалы и технологии их получения	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-2.1	<i>Текущий контроль: Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>
5.	Тема 5. 1D наноматериалы и	ИОПК-1.1	<i>Текущий контроль:</i>

	технологии их получения	ИОПК-1.2 ИОПК-2.1	<i>Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>
6.	Тема 6. 2D наноматериалы и технологии их получения	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	<i>Текущий контроль: Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>
7.	Тема 7. Основные методы исследования, способы диагностики нанобъектов.	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	<i>Текущий контроль: Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>
8.	Тема 8. Наноиндустрия. Нормативная документация. Нанозкология.	ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-2.1	<i>Текущий контроль: Тест Практическая работа Промежуточная аттестация: Зачет</i>

### **3. Оценочные средства для проведения текущего контроля и методические материалы, определяющие процедуру их оценивания**

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

#### **3.1. Тест**

Тестовые задания предусматривают закрепление теоретических знаний, полученных студентом во время занятий по данной дисциплине. Их назначение – углубить знания студентов по отдельным вопросам, систематизировать полученные знания, выявить умение проверять свои знания в работе с конкретными материалами. При подготовке к решению тестовых заданий рекомендуется повторить материалы по пройденным темам.

На выполнение теста отводится от 20 до 40 минут в зависимости от темы.

*Банк вопросов* тестов находится в электронном курсе  
URL: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=19794>

#### *Примеры вопросов теста*

1. Что такое квантовая точка?
  - Квантовая точка представляет собой нанобъект одного материала находящийся на матрице из другого материала;
  - Элементарная структура квантового излучения;
  - Наноразмерный разрыв в электромагнитном излучении;

- Квант, находящийся в электромагнитном поле;

2. Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?

- При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта уменьшается;
- При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта увеличивается;
- При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через максимум при 100 нм;
- При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через минимум при 100 нм.

3. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?

- Изменение свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры;
- Изменение размера нанобъектов в зависимости от внешних условий;
- Изменение свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий;
- Изменение размера нанобъектов в зависимости от состава.

#### Критерии оценивания теста

Оценка	Характеристика ответа
Зачтено	от 80 % правильных ответов
Не зачтено	менее 80 % правильных ответов

### 3.2. Практические работы

Главная цель практической или работы заключается в выработке у студента практических умений, связанных с решением определенных задач в области наноматериалов и нанотехнологий, с обобщением и интерпретацией тех или иных исследовательских материалов. Кроме того, ожидается, что результаты практических занятий будут впоследствии использоваться учащимся для освоения новых тем.

При подготовке к выполнению практического задания необходимо повторить лекции и методическое указание по теме выполняемого задания.

При выполнении задания необходимо внимательно изучить предлагаемый материал, получить от преподавателя на занятии раздаточный материал и в соответствии с заданием, изложенном в методическом указании по теме практической работы, выполнить работу и написав отчет. В конце занятия необходимо сдать отчет преподавателю в виде собеседования по теме работы.

Отчет о работе оформляется в тетради и должен содержать название, цель работы, графики, подробный анализ полученных результатов с изложением выводов.

№ п/п	Темы практических занятий
1.	Классификация наноматериалов и нанотехнологий
2.	Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах
3.	Изучение свойств наночастиц
4.	Изучение структуры углеродных наноматериалов
5.	Изучение структуры консолидированных наноматериалов

6.	Изучение свойств смазочно-охлаждающих жидкостей, модифицированных углеродными микро- и наночастицами
7.	Нанотехнологии для космоса
8.	Нормативные документы, регламентирующие безопасность наноматериалов при применении и на производстве

Оценка	Характеристика ответа
Зачтено	Студент знает и понимает конечную цель и задачи работы. Работа должна быть выполнена полностью, правильно оформлена в соответствии с заданием. При необходимости должна содержать правильно оформленную графическую часть.
Не зачтено	Работа выполнена не полностью или неправильно. Студент не понимает цель и задачи работы, допускает грубые ошибки в написании и оформлении отчета, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на дополнительные вопросы

#### 4. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Критерии оценивания зачета представлены в разделе 10 Рабочей программы дисциплины «Технологии получения наночастиц. Нанотехнологии».

*Зачет* проводится в устно-письменной форме с ответами на теоретические вопросы и решением задачи.

##### *Теоретические вопросы для зачета*

1. Какие объекты являются предметом исследования науки, называемой «Нанотехнология»
2. Приведите одно из наиболее употребляемых определений нанообъекта.
3. Что такое волна де Бройля?
4. Почему считается, что волна де Бройля определяет геометрические параметры нанообъектов?
5. Что такое критический размер нанообъекта?

6. Почему количество поверхностных атомов является одним из критериев отличающих нанообъекты от других объектов исследования?
7. Что называют наноматериалами?
8. Что включает в себя понятие технология?
9. Что такое нанотехнология? Определение.
10. Чем объясняется химическая и каталитическая активность нанообъектов и наноструктурированных материалов?
13. Какие классические размерные эффекты наблюдаются в нанообъектах?
14. В чем причина изменения электрофизических параметров наноматериалов?
15. На чем базируются принципы самоорганизации наноструктур?
16. Как силы отталкивания и притяжения зависят от расстояния между атомами?
17. В каких материалах при переходе к наноразмерам становятся существенными квантовые ограничения поведения элементарных частиц?
18. Как изменяется спектр энергий электрона при понижении размерности объекта?
19. Перечислите физические причины специфики поведения нанообъектов.
20. Что лежит в основе общепринятой классификации нанообъектов?
21. Дайте определение 0-D нанообъекта. Примеры.
22. Дайте определение 1-D нанообъекта. Примеры.
23. Дайте определение 2-D нанообъекта. Примеры.
24. Классификация наноматериалов.
25. Какие две технологические парадигмы имеют место в нанотехнологии?
26. Какое главное ограничение на использование технологической парадигмы «снизу - вверх»?
27. Какие два класса процессов можно выделить при изготовлении наночастиц?
28. Что такое диспергирование твердых тел?
29. В чем особенности диспергирования при изготовлении 0D нанообъектов?
30. Приведите примеры устройств, используемых для механического диспергирования твердых тел.
31. Что такое квантово-размерный эффект?
32. Что такое туннельный эффект?
33. Что такое вискеры и к какой группе наноматериалов их относят?
34. Отличие квантовых точек от кластеров
35. Области применения кластеров
36. Основные свойства кластеров
37. Этапы получения консолидированных материалов из нанопорошков
38. Какие две группы процессов используемых для нанесения покрытий вы знаете?
39. Какие цели преследует нанесение покрытий.
40. Какие свойства наночастиц подобны свойствам отдельных атомов?
41. Какие две группы процессов используемых для нанесения покрытий вы знаете?
42. Что такое гетероструктуры?
43. В чем достоинства методов осаждения из паровой фазы?
44. Что такое золь-гель метод?
45. Что такое эпитаксия?
46. Какие разновидности эпитаксиальных процессов вы знаете?
48. Жидкофазная эпитаксия. Достоинства недостатки.
49. Газофазная эпитаксия. Достоинства недостатки.
50. Молекулярно-лучевая (пучковая) эпитаксия. Достоинства недостатки.
51. Что такое фуллерен?
52. Что такое фуллерит?
53. Что такое графен?
54. Где могут быть использованы углеродные наноматериалы?

55. Технологии получения наноструктуры в 3D материалах
56. В чём суть метода газофазового осаждения?
57. На чём основано действие самоочищающихся покрытий?
58. В каких случаях равноканальное угловое прессование?
59. Основные способы получения наноструктуры в массивных металлических материалах

*Задачи для зачета:*

1. Строение крыла представителей отряда чешуекрылых натолкнуло несколько групп нанотехнологов на создание наноструктур, которые могут в будущем существенно модернизировать уже существующие на данный момент технологии по созданию солнечных батарей.

- Крылья какого насекомого послужили примером для создания подобных наноструктур: а) стрекозы; б) мухи; в) бабочки; г) осы; д) богомола; е) блохи (1 балл)
- Как вы думаете, какие преимущества получают солнечные батареи разработанные на основе нанотехнологий? (2 балла)
- Как вы думаете, зачем подобные наноструктуры этим насекомым? (4 балла)
- Какие приборы можно модернизировать, если использовать при их изготовлении наноструктуры схожие с теми, которые есть у насекомых. (1 балл)

*Температура плавления наночастиц*

2. На основе анализа представленных на рис. 1 и 2 графиков зависимостей температуры плавления  $T_m$  наночастиц алюминия и золота от радиуса  $R$  требуется:

- 1) указать  $T_m$  частиц алюминия с радиусами 5 нм и 150 Å;
- 2) указать радиус частиц алюминия, выше которого  $T_m$  практически не изменяется и становится такой же, как у образцов алюминия обычного размера;
- 3) определить, на сколько градусов меньше  $T_m$  у наночастицы алюминия с радиусом 3 нм, чем у образца алюминия обычного размера;
- 4) определить, на сколько процентов меньше  $T_m$  у наночастицы алюминия с радиусом 5 нм, чем с радиусом 125 Å;
- 5) определить, на сколько градусов меньше  $T_m$  у образца алюминия обычного размера, чем у образца золота обычного размера;
- 6) определить, во сколько раз меньше  $T_m$  у наночастицы алюминия с радиусом 50 Å, чем у наночастицы золота с радиусом 4 нм;
- 7) указать радиусы наночастиц алюминия и золота, которым соответствует значение  $T_m = 600$  °C, и определить, какой из них больше другого и во сколько раз.

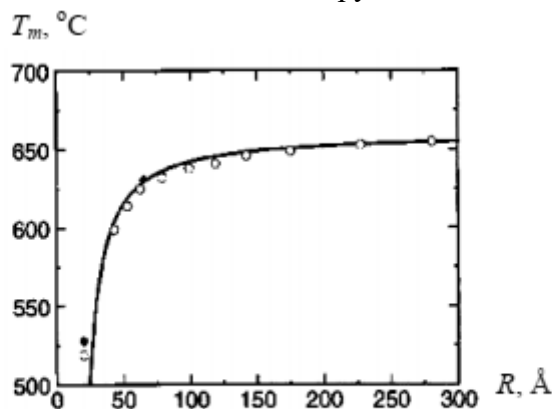


Рис. 1. График зависимости температуры плавления  $T_m$  наночастиц алюминия от радиуса  $R$



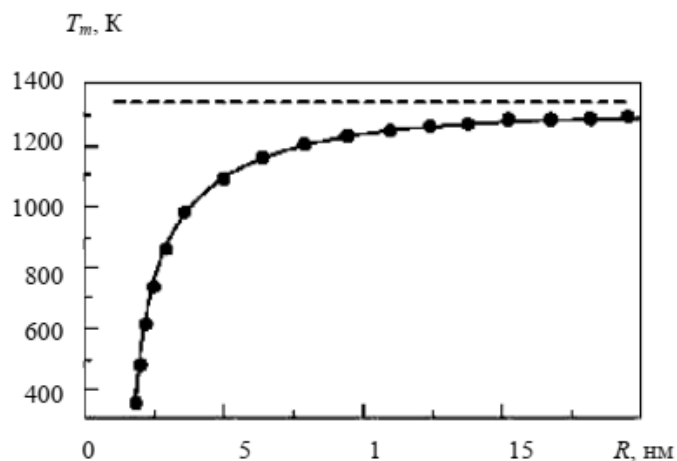


Рис. 2. График зависимости температуры плавления  $T_m$  наночастиц золота от радиуса  $R$

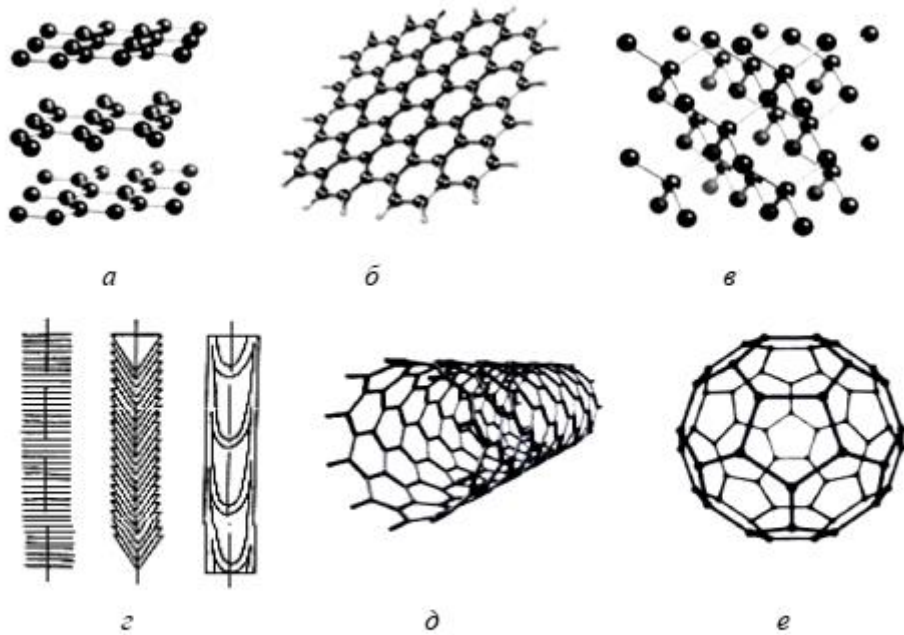
3. 1. В таблице указаны различные аллотропные модификации углерода, на рис. 1 представлены в произвольном порядке схематические изображения структуры этих модификаций.

В работе требуется установить для различных аллотропных модификаций углерода соответствующие им схематические изображения структуры, показанные на рис. 1, и занести в таблицу позиции, которыми они обозначены.

Таблица

Аллотропные модификации углерода и их структура

Аллотропные модификации углерода	Структура аллотропных модификаций углерода (позиция на рис. 1)
Графит	
Алмаз	
Фуллерены	
Нанотрубки	
Нановолокна	
Графен	



*Рис. 1.* Схематические изображения кристаллической структуры аллотропных модификаций углерода