



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

ПРИНЯТО

решением Ученого совета ФГБОУ ВО «ТГТУ»
19 января 2026 г. (протокол № 1)

УТВЕРЖДЕНО

приказом ректора ФГБОУ ВО «ТГТУ»
19 января 2026 г. № 6/1-04

ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих в 2026 году в магистратуру
на направление подготовки

28.04.02 Наноинженерия

по программе магистратуры

28.04.02.01 Наноинженерия в машиностроении

Раздел I.

Дисциплина "МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСИСТЕМ"

Классификации дисперсных систем по различным признакам (агрегатное состояние дисперсной фазы и дисперсионной среды; размер частиц дисперсной фазы; взаимодействие между дисперсионной средой и дисперсной фазой). Понятие о наноматериалах. Общие представления о наноэффектах и наносостоянии вещества. Применение наноматериалов: перспективы и реальность.

Размерные эффекты и их влияние на свойства наноматериалов. Эффекты, связанные со структурой нанообъектов. Кристаллические наноструктуры. Понятие о структурных «магических» числах атомов в стабильных наночастицах. Зависимость полного числа атомов и доли поверхностных атомов от размеров наночастиц.

Квантовые эффекты. Сущность и условия их проявления. Влияние квантовых эффектов на химические, электрические, оптические и тепловые свойства материалов. Понятие о квантовой яме, квантовой проволоке и квантовой точке.

Влияние размеров частиц на температуру плавления, механические, химические, оптические, электрические и магнитные свойства материалов.

Металлические кластеры и кластерные соединения. Моноядерные и биядерные соединения металлов. Кластерные соединения металлов: малые, средние, большие, гигантские. Меры предотвращения агрегации. Роль лигандов. Безлигандные металлические кластеры. Металлсодержащие наноразмерные частицы.

Углеродные наноматериалы. Классификация углеродных материалов по типу гибридизации химических связей. Углеродные материалы с sp^3 -гибридизацией (алмазы, порошковые материалы на основе алмаза, ультрадисперсные алмазы, алмазоиды). Углеродные материалы с упорядоченным распределением sp^2 - и sp -гибридизованных химических связей (графит, пирографит, графен). Аморфные углеродные наноматериалы. Фуллерены, фуллерит, Экзо- и эндо производные фуллерена.

Углеродные нанотрубки (УНТ). Классификация, строение, методы получения и функционализации УНТ, области их применения.

Наноструктурированные поверхности и пленки. Получение моно- и полимолекулярных слоев методом Ленгмюра-Блоджетт, Наноструктурированные поверхности. Магические кластеры и другие атомные конструкции. Атомная самосборка и самоорганизация упорядоченных наноструктур на поверхности кремния.

Композиционные материалы. Классификация композиционных материалов. Основные типы структур композиционных материалов. Характеристика наполнителей. Физические и химические свойства неорганических и органических композиционных материалов. Нанокерамика.

Примерные вопросы:

1. История, движущие силы и тенденции развития технологии новых материалов и структур.
2. Определение пространственной размерности нанообъектов.
3. Особенности нанообъектов.
4. С чем связана повышенная прочность нанокристаллических материалов?
5. Эффекты, обусловленные размерами и размерностью нанообъектов.
6. Приложения квантовых размерных эффектов: инфракрасные детекторы, лазеры на квантовых точках, сверхпроводимость.
7. Термодинамические особенности наноструктур.
8. Особенности наноферромагнетиков.
9. Фуллерен. Особенности фуллеренов. Фуллериты.
10. Структурные особенности одностенных и многостенных УНТ по сравнению с другими структурными состояниями углерода (алмаз, графит, фуллерены).
11. Строение эндоэдрального комплекса.
12. Получение нанокомпозитов и гибридных наноматериалов.
13. Технологические процессы самоформирования.
14. Технология Ленгмюра – Блоджетт.
15. Основные методы получения наноматериалов.
16. Методы и оборудование, применяемые для изучения структуры и морфологии поверхности двумерных и трехмерных наноматериалов.
17. Основные применения нанокристаллических материалов в промышленности.
18. Методы и оборудование, используемые для определения среднего размера наночастиц.
19. Высокорастворяющая электронная микроскопия.
20. Методы и оборудование, используемые для определения элементного и фазового состава наноматериалов.
21. Определение кристаллической структуры и фазового состава наноматериалов.
22. Определение удельной поверхности нанопорошков.
23. Определение среднего размера наночастиц.
24. Методы исследования морфологии поверхности наноматериалов.
25. Размерные эффекты в оптических свойствах наноматериалов.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Верболоз Е.И. Технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистров направления 151000 - Технологические машины и оборудование/ Верболоз Е.И., Корниенко Ю.И., Пальчиков А.Н. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2014. – 205 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19282>. – ЭБС «IPRbooks».

2. Герасименко В.Б. Технические основы создания машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Герасименко В.Б., Фадин Ю.М. – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. – 162 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28406>. – ЭБС «IPRbooks».

3. Глущенко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Глущенко, Е.П. Глущенко. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>

4. Нажипкызы М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с. — 978-5-4486-0164-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73346.html>

Дополнительная

1. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. - 192 с.

2. Диагностика физико-механических характеристик наноматериалов: учебное пособие в 2-х ч. / А.Г. Ткачев и др. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – Ч. 1 – 96 с.

3. Капитонов, Е.Н. Расчет оптимальных размеров емкостных аппаратов, работающих под атмосферным давлением: метод. указ. к практ. и лаб. занятиям / Е.Н. Капитонов, А.И. Попов. – Тамбов: ТИХМ, 1993. – 40 с.

4. Климов, А.М. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем: Фильтры и центрифуги: Учебное пособие для вузов / А. М. Климов; Тамб. гос техн. ун-т. - Тамбов: ТГТУ, 2001. - 148 с.

5. Михалева, З.А. Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твердых отходов: Учебное пособие / З. А. Михалева, А. А. Коптев, В. П. Таров; Тамб. гос. техн. ун-т. - Тамбов: ТГТУ, 2002. - 64с.

6. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - 13-е изд., стер. Перечечатка с изд. 1987 г. - М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. - 576 с.

7. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие для вузов / А. А. Евдокимов [и др.]; под ред. А. С. Сигова. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 186 с.

8. Поникаров И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с.

9. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альфа-М, 2006. - 608 с.

10. Сергеев Г.Б. Нанохимия [Электронный ресурс] : монография / Г.Б. Сергеев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2007. — 336 с. — 978-5-211-05372-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13145.html>

Раздел II.

Дисциплина "ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ"

Углеродные наноструктурные материалы и их свойства. Основные виды углеродных наноматериалов. Фуллерен. Углеродные нановолокна. Многослойные и однослойные углеродные нанотрубки. Графен. История открытия. Свойства. Области применения углеродных наноструктурных материалов. Перспективы применения углеродных наноматериалов. Области применения углеродных наноматериалов. Функциональные и конструкционные материалы на их основе.

Экспериментальные методы диагностики наноструктур и наноматериалов. Электронная микроскопия. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Термический анализ.

Способы получения углеродных наноматериалов. Классификация методов получения наноматериалов. Технологии получения наноматериалов на основе физических и химических процессов. Электродуговой метод получения углеродных наноматериалов. Особенности реализации электродугового метода. Достоинства и недостатки. Аппаратурное оформление. Лазерное испарение графита. Особенности реализации метода лазерного испарения графита. Достоинства и недостатки. Аппаратурное оформление. Газофазное химическое осаждение углеводородов. Особенности реализации ГФХО. Достоинства и недостатки. Аппаратурное оформление. Роль катализатора. Катализаторы синтеза углеродных нанотрубок и нановолокон. Способы получения каталитических систем. Состав катализаторов. Роль носителя и промоторов. Методы диагностики.

Примерные вопросы:

1. Углеродные нанотрубки, их структура и области применения.
2. Графены. Способы получения. Области применения
3. Фуллерены. Способы получения. Области применения.
4. Способы получения углеродных нанотрубок.
5. Катализаторы синтеза УНМ.
6. Методы получения катализаторов.
7. Способы повышения активности катализаторов.
8. Методы определения структуры УНМ
9. Методы определения морфологии УНМ.
10. Методы ГФХО. Достоинства и недостатки.
11. Что такое функционализация?
12. Способы функционализации.
13. Что такое промотирование?
14. Принцип работы реактора синтеза УНМ методом CVD.
15. Области применения углеродных наноструктурных материалов.
16. Носители катализаторов и их роль.
17. Выбор активных компонентов для получения катализатора синтеза УНМ.

18. Механизмы роста нанотрубок.
19. Способы получения графенов.
20. История открытия фуллеренов.
21. История обнаружения нанотрубок. Их разновидности.
22. История открытия графенов.
23. Изобразить схему получения металлоксидного катализатора методом термического разложения.

Рекомендуемая литература

1. Дьячкова, Т.П., Буракова, Е.А., Рухов, А.В., Туголуков, Е.Н., Гутник, И.В. Химия и материаловедение наноматериалов и наносистем в 2 ч. Ч. 2 (web-формат) [Электронный ресурс. Мультимедиа]. Учебное пособие. Тамбов. Издательство ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018.
2. Дьячкова, Т.П., Буракова, Е.А., Рухов, А.В., Туголуков, Е.Н. Химия и материаловедение наноматериалов и наносистем Ч.1 (web-формат) [Электронный ресурс. Мультимедиа]. Учебное пособие. Тамбов. Издательство ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2017.
3. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5793> — Загл. с экрана.
4. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Витязь П.А., Свидуневич Н.А. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108> . — ЭБС «IPRbooks».
5. Нажипкызы, М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с. — 978-5-4486-0164-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73346.html>.
6. Глущенко, А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Глущенко, Е.П. Глущенко. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 269 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>.
7. Сергеев, Г.Б. Нанохимия [Электронный ресурс]: монография / Г.Б. Сергеев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2007. — 336 с. — 978-5-211-05372-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13145.html>.
8. Блесман, А. И. Теоретические основы методов исследования наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Блесман, В.В. Даньшина, Д.А. Полонянкин. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2017. — 78 с. — 978-5-8149-2506-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78478.html>.
9. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. — 2-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 365 с.
10. Наноматериалы: способы получения, методы диагностики, области применения (web-формат) [Электронный ресурс. Мультимедиа]: учебное пособие / Е.А. Буракова, Т.П. Дьячкова, А. В. Рухов [и др.]. — Тамбов: ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018. — Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib3/mm/2018/Burakova/>.

11. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: учебное пособие для вузов / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 192 с.
12. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие для вузов / А.А. Евдокимов [и др.]; под ред. А.С. Сигова. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 186 с.