

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Институт приоритетных технологий

Кафедра судебной экспертизы и физического материаловедения

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование  
дисциплины  
(модуля):

**Нанотехнологии в нефтегазовой отрасли**

Уровень ОПОП: Специалитет

Специальность: 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства

Направленность (профиль) подготовки специалитета: Физические процессы нефтегазового производства

Форма обучения: Очная

Срок обучения: 2025 - 2031 уч. г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства (приказ № 981 от 12.08.2020 г.) и учебного плана, утвержденного Ученым советом (от 27.05.2024 г., протокол № 9)

Разработчики:

Борознин С. В., доктор наук, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 08 от 21.06.2024 года

Зав. кафедрой



Борознин С. В.

### 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - Сформировать представление о наноматериаловедении, как об инженерной деятельности человека, связанной с наноразмерными объектами и с объектами, характеризующимися размерными рядами в десятки или единицы нанометров, создающимися методами нанотехнологий

Задачи дисциплины:

- Обучить студентов работе с информационными ресурсами по наноинженерии
- Сформировать у обучающихся понятийный аппарат наноинженерии и наноматериаловедения, а также цельного образа своего будущего
- Обучить студентов решать высокотехнологичные задачи в составе исследовательского коллектива

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Нанотехнологии в нефтегазовой отрасли» относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, определенных учебным планом в соответствии с ФГОС ВО.

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

**ПК-1 Способен самостоятельно формулировать, решать научно-исследовательские задачи, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

принципы формулировки, решения научно- исследовательских задач, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства

Студент должен уметь:

самостоятельно формулировать, решать научно-исследовательские задачи, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства

Студент должен владеть навыками

самостоятельно формулировать, решать научно-исследовательские задачи, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Седьмой семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Лекции	34	34
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>		
Зачет		+
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

### 5. Содержание дисциплины

#### 5.1. Содержание дисциплины: Лекции (34 ч.)

#### Седьмой семестр. (34 ч.)

### Тема 1. История нанотехнологий (2 ч.)

Возникновение и развитие нанотехнологий: от создания электронного микроскопа до современных исследований в области нанонауки и нанотехнологий. Ключевые события и открытия в истории нанотехнологий: вклад учёных и инженеров в развитие нанотехнологий, такие как работы Эйнштейна, Кнолла и Руска, Фейнмана и других.

### Тема 2. Современное состояние нанотехнологий (2 ч.)

Применение нанотехнологий в различных отраслях: энергетика, электроника, биология, медицина, сельское хозяйство и экология. Инновационные продукты и разработки на основе нанотехнологий: солнечные батареи, литий-ионные аккумуляторы, антиопухолевые препараты, наноцемент для костей и другие. Перспективы развития нанотехнологий: новые открытия и исследования, возможные применения в будущем и влияние на мировую экономику.

### Тема 3. Основные понятия и определения нанотехнологий (2 ч.)

Наноструктуры и их свойства: изучение основных типов наноструктур, их характеристик и свойств, влияющих на функциональные возможности и применение в нанотехнологиях. Методы создания и обработки наноструктур: анализ различных методов и технологий, используемых для формирования, модификации и контроля наноструктур, таких как молекулярно-лучевая эпитаксия, золь-гель технология и другие.

### Тема 4. Организационное и финансовое обеспечение развития нанотехнологий в мире (2 ч.)

Государственное финансирование: роль правительства в поддержке фундаментальных и прикладных исследований в области нанотехнологий. Частное инвестирование: вклад крупных корпораций и малого бизнеса в развитие нанотехнологий через инвестиции в прикладные разработки и инновации. Международное сотрудничество: обмен опытом и технологиями между странами, создание совместных проектов и программ для ускорения развития нанотехнологий на глобальном уровне.

### Тема 5. Современное состояние нанотехнологий в России (2 ч.)

Развитие нанотехнологий в России: основные государственные программы и стратегии. Инновационные компании и проекты в области нанотехнологий. Роль нанотехнологий в повышении конкурентоспособности российской экономики.

### Тема 6. Оборудование нанотехнологий (2 ч.)

Методы исследования материалов нанометрового диапазона: обзор основных методик, таких как электронная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, туннельная микроскопия и другие. Оборудование для формирования и контроля свойств наноструктур: лазеры, источники ионов, электронные пушки и другое оборудование, используемое для создания и модификации наноструктур. Системы автоматизации и управления: интеграция различных устройств и систем для автоматизации процессов исследования и обработки наноструктур, а также для обеспечения безопасности и контроля качества продукции.

### Тема 7. Индивидуальные наночастицы и их свойства (2 ч.)

Магнитные свойства индивидуальных наночастиц: влияние размера и формы на магнитные характеристики и применение в магнитной сепарации и хранении информации. Оптические свойства индивидуальных наночастиц: поглощение, рассеяние и люминесценция, их зависимость от материала и размера наночастиц, использование в оптических сенсорах и устройствах отображения информации. Каталитические свойства индивидуальных наночастиц: влияние размера, формы и состава на активность катализаторов, применение в химической промышленности и энергетике.

### Тема 8. Углеродные наноструктуры (2 ч.)

Углеродные нанотрубки: структура, электронные свойства и применение в различных областях (например, в электронике, медицине и автомобильной промышленности). Графен: уникальные свойства и возможности его использования в производстве композитных материалов, сенсорных устройств и других инновационных продуктов. Углеродные наночастицы: особенности структуры и их применение в оптике, сенсорике и медицине.

### Тема 9. Генерация и механизмы роста нанотрубок (2 ч.)

Катализаторы и методы получения нанотрубок: роль металлических катализаторов, таких как железо, никель и кобальт, в процессе образования нанотрубок. Механизмы роста нанотрубок: объяснение процесса формирования нанотрубок на основе взаимодействия атомов углерода и катализатора. Влияние параметров процесса на размер и структуру нанотрубок: анализ влияния температуры, давления и других факторов на диаметр, длину и качество нанотрубок.

#### Тема 11. Риски нанотехнологий (2 ч.)

Экологические риски: влияние наночастиц на окружающую среду, их распространение и взаимодействие с другими веществами. Здоровье человека: возможные негативные последствия для здоровья при использовании нанотехнологий, включая генетические мутации, аллергические реакции и нарушение иммунной системы. Социальные и экономические риски: влияние нанотехнологий на рынок труда, образование и развитие общества, а также потенциальные конфликты между интересами бизнеса и защитой прав потребителей.

#### Тема 12. Промышленные применения нанотехнологий (2 ч.)

Улучшение экологической безопасности производства: использование нанотехнологий для очистки промышленных стоков, снижение выбросов парниковых газов и управление отходами. Повышение энергоэффективности и ресурсосбережение: применение наноматериалов для создания более эффективных и долговечных продуктов и компонентов, а также для оптимизации процессов производства. Развитие альтернативных источников энергии: использование нанотехнологий в производстве солнечных панелей, ветрогенераторов и других возобновляемых источников энергии для повышения их эффективности и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

#### Тема 13. Неуглеродные формы нанообъектов (2 ч.)

Нанопроволоки и нановолокна: свойства, применение и безопасность для окружающей среды и здоровья потребителей. Одностенные и многостенные нанотрубки: особенности, использование в различных отраслях и контроль качества продукции. Органические макромолекулы и двойные спирали ДНК: роль в нанотехнологиях и защита прав потребителей при использовании этих материалов.

#### Тема 14. Методы моделирования нанообъектов (2 ч.)

Иерархический многомасштабный подход: использование различных уровней моделирования для создания моделей нанообъектов. Математические модели динамики наносистем: методы описания взаимодействия и движения частиц в нанообъектах. Математические модели кинетики кластеризации и роста кластеров: анализ процессов образования и развития наноструктур в неравновесных условиях.

#### Тема 15. Наночастицы и их влияние на процессы добычи и переработки нефти (2 ч.)

Влияние наночастиц на эффективность извлечения нефти: улучшение отрыва капель нефти от горной породы и вымывание их на поверхность. Использование нанотехнологий для увеличения нефтеотдачи: создание технологий, улучшающих показатель извлечения нефти разрабатываемых месторождений. Применение наночастиц для снижения межфазного натяжения: уменьшение сил, удерживающих нефть в горной породе, для облегчения процесса добычи.

#### Тема 16. Нанотехнологии в бурении и добыче нефти (2 ч.)

Нанотехнологии в расчётах вытеснения нефти различными агентами и изменении структуры глинодержающих пористых сред. Влияние капиллярного гистерезиса на нефтеотдачу и проницаемость коллекторов. Применение наночастиц для теплового воздействия на пласт и повышение нефтеотдачи.

#### Тема 17. Нанотехнологии в переработке нефти и газа (2 ч.)

Нанотехнологии в катализе: использование наночастиц для ускорения химических реакций в процессах переработки нефти и газа, таких как крекинг, риформинг и конверсия природного газа. Наноструктурированные материалы: разработка и применение новых материалов с заданной наноструктурой для производства оборудования, трубопроводов и других компонентов нефтегазовой инфраструктуры, обладающих повышенной прочностью, долговечностью и эффективностью. Умные технологические жидкости: создание жидкостей с программируемыми свойствами и функциями, которые могут контролировать и

оптимизировать различные процессы переработки нефти и газа, такие как разделение и очистка продуктов.

## **6. Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине (38 ч.)**

Вид СРС: работа с литературой (10 ч.)

Тематика заданий СРС:

Самостоятельная работа с учебниками и книгами, самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях – важнейшее условие формирования студентом у себя научного способа познания.

Изучая материал по учебной книге (учебнику, учебному пособию, монографии, хрестоматии и др.), следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, фиксируя выводы и вычисления, в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода.

Особое внимание студент должен обратить на определение основных понятий курса. Надо подробно разбирать примеры, которые поясняют определения, и приводить аналогичные примеры самостоятельно.

Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебной книге полезно либо в тетради на специально отведенных полях, либо в документе, созданном на ноутбуке, планшете и др. информационном устройстве, дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в результате изучения учебной литературы, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы при перечитывании материала они лучше запоминались.

Вид СРС: подготовка рефератов (15 ч.)

Тематика заданий СРС:

Реферат – письменная работа объемом 8–10 страниц. Это краткое и точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы.

Тему реферата студент выбирает из предложенных преподавателем или может предложить свой вариант. В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения.

Содержание темы излагается объективно от имени автора.

Функции реферата. Информативная, поисковая, справочная, сигнальная, коммуникативная.

Степень выполнения этих функций зависит от содержательных и формальных качеств реферата и целей.

Требования к языку реферата. Должен отличаться точностью, краткостью, ясностью и простотой.

Тема рефератов:

1. Электронные наносистемы
2. Метод функционала плотности
3. Молекулярный кластер
4. Зонное строение твердых тел
5. Принцип самосогласованного поля
6. Одноэлектронное приближение
7. Двумерные наноструктуры
8. Метод MNDO
9. Неуглеродные фуллерены
10. Использование электронного газа в методе функционала плотности
11. Спектроскопические методы исследования кластеров
12. Ионно-встроенный ковалентно-циклический кластер

Вид СРС: подготовка к зачету (13 ч.)

## Тематика заданий СРС:

Подготовка к зачету включает в себя самостоятельную работу с лекционным материалом, учебниками и книгами, самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях. Особое внимание студент должен обратить на определение основных понятий курса. Надо подробно разбирать примеры, которые поясняют определения. Также особенное внимание необходимо уделить непосредственно вопросам промежуточной аттестации.

### 7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

### 8. Фонд оценочных средств. Оценочные материалы

#### 8.1. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий

**Базовый уровень:**

обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий

**Пороговый уровень:**

обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями; демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий на репродуктивном уровне

**Уровень ниже порогового:**

система знаний, необходимая для решения учебных и практико-ориентированных заданий, не сформирована; обучающийся не владеет основными умениями, навыками и способами деятельности

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	Шкала оценивания по БРС
	Зачет	
Повышенный	зачтено	91 и более
Базовый	зачтено	71 – 90
Пороговый	зачтено	60 – 70
Ниже порогового	не зачтено	Ниже 60

#### Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка	Показатели
Зачтено	Обучающийся демонстрирует: достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильно изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины;

	усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине; работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.

## 8.2. Вопросы, задания текущего контроля

В целях освоения компетенций, указанных в рабочей программе дисциплины, предусмотрены следующие вопросы, задания текущего контроля:

**ПК-1 Способен самостоятельно формулировать, решать научно-исследовательские задачи, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства**

Студент должен знать:

принципы формулировки, решения научно-исследовательских задач, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства

Вопросы, задания:

1. Определение нанотехнологий. Научные направления и задачи.
2. Полупроводниковые наноматериалы.
3. Способы получения наноматериалов.

Студент должен уметь:

самостоятельно формулировать, решать научно-исследовательские задачи, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства

Задания:

1. Получить изображение с помощью электронного микроскопа.
2. Построить наноструктуру с помощью программного пакета.
3. Вычислить энергию адсорбции взаимодействия нанотрубки с атомом.

Студент должен владеть навыками

самостоятельно формулировать, решать научно-исследовательские задачи, направленные на модернизацию и развитие существующих и создание новых технологий нефтегазового производства

Задания:

1. Получить изображение на сканирующем зондовом микроскопе.
2. Создать молекулу воды с помощью программного комплекса GaussView.
3. Получить нанопленки методом Ленгмюра-Блоджетт.

## 8.3. Вопросы промежуточной аттестации

### Седьмой семестр (зачет)

1. Основные понятия и определения
2. Организационное и финансовое обеспечение развития нанотехнологий в мире.
3. Современное состояние nanoиндустрии в России
4. Оборудование нанотехнологии
5. Просвечивающая электронная микроскопия

6. Электронная сканирующая микроскопия
7. Полевая ионная микроскопия
8. Сканирующая зондовая микроскопия
9. Туннельный эффект и сканирующий туннельный микроскоп (СТМ)
10. Атомно-силовой микроскоп
11. Зондовая нанолитография
12. Ближнеполевая сканирующая оптическая микроскопия
13. Методы создания объемных наноматериалов
14. Индивидуальные наночастицы и их свойства
15. Металлические кластеры
16. Электронная структура и квантово-размерный эффект
17. Углеродные наноструктуры
18. Природа углеродной связи. Гибридизация
19. Аллотропные формы углерода
20. Фуллерены
21. Нанотрубки
22. Структура и классификация нанотубулярных материалов
23. Генерация и механизмы роста нанотрубок
24. Электронное строение нанотрубок: теоретические предсказания и экспериментальные исследования
25. Проводящие свойства углеродных нанотрубок
26. Эмиссионные свойства углеродных нанотрубок
27. Сорбционные свойства углеродных нанотрубок
28. Заполненные нанотрубки и нанотубулярные композиты
29. Дефекты структуры и их влияние на электронные свойства нанотрубок
30. Неуглеродные нанотубулярные структуры
31. Применение нанотубулярных структур в науке и технике
32. Основные технологические направления нанотехнологий – сущностный подход
33. Инновационные предприятия в сфере нанотехнологий
34. Перспективы развития наноинженерии

#### **8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Промежуточная аттестация обучающихся ведется непрерывно и включает в себя: для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) зачетом/зачетом с оценкой (дифференцированным зачетом), – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине;

для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) экзаменом, – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и семестровую аттестацию (экзамен) – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.

По дисциплинам, завершающимся зачетом/зачетом с оценкой, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 100 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля.

По дисциплинам, завершающимся экзаменом, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 60 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов,

набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля и количества баллов, набранных на семестровой аттестации (экзамене).

Система оценивания.

В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости обучающихся Волгоградского государственного университета предусмотрена возможность предоставления студентам выполнения дополнительных заданий повышенной сложности (не включаемых в перечень обязательных и, соответственно, в перечень обязательного текущего контроля успеваемости) и получения за выполнение таких заданий «премиальных» баллов, - для поощрения обучающихся, демонстрирующих выдающие способности.

Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и государственную итоговую аттестацию выпускников.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. К основным формам текущего контроля по данной дисциплине можно отнести устный опрос, письменные задания, контрольные работы.

Устный опрос, собеседование являются формой оценки знаний и предполагают специальную беседу преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной.

Процедуры направлены на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Преподаватель может использовать устный опрос в дополнение к письменным заданиям в течении семестра или при проведении экзамена. Оценивание знаний в ходе устного опроса устанавливается на личное усмотрение преподавателя.

В качестве промежуточной аттестации (модуля) используется подготовка рефератов и докладов. Выполнение данного вида промежуточной аттестации оценивается в 20 баллов. Может занимать часть или полное учебное занятие с разбором вопросов коллектива и ответов докладчика, комментариев преподавателя.

Примерные темы рефератов/докладов:

1. Электронные наносистемы
2. Метод функционала плотности
3. Молекулярный кластер
4. Зонное строение твердых тел
5. Принцип самосогласованного поля
6. Одноэлектронное приближение
7. Двумерные наноструктуры
8. Метод MNDO
9. Неуглеродные фуллерены
10. Использование электронного газа в методе функционала плотности
11. Спектроскопические методы исследования кластеров
12. Ионно-встроенный ковалентно-циклический кластер

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и может завершать изучение, как отдельной дисциплины, так и ее раздела (разделов) /модуля (модулей).

Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний, умений и навыков, в некоторых случаях – даже формирование определенных компетенций.

К формам промежуточного контроля относятся зачет и экзамен.

Экзамен по дисциплине или ее части имеет цель оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач. Экзамен проходит в письменной и устной форме с возможностью преподавателя задавать дополнительные вопросы с целью повысить количество баллов отвечающего. Экзмен оценивается в 40 баллов.

Примерный список экзаменационных вопросов:

1. Основные понятия и определения.
2. Организационное и финансовое обеспечение развития нанотехнологий в мире.
3. Современное состояние nanoиндустрии в России.
4. Оборудование нанотехнологии
5. Просвечивающая электронная микроскопия
6. Электронная сканирующая микроскопия
7. Полевая ионная микроскопия
8. Сканирующая зондовая микроскопия
9. Туннельный эффект и сканирующий туннельный микроскоп (СТМ)
10. Атомно-силовой микроскоп
11. Зондовая нанолитография
12. Ближнеполевая сканирующая оптическая микроскопия
13. Методы создания объемных наноматериалов
14. Индивидуальные наночастицы и их свойства
15. Металлические кластеры
16. Электронная структура и квантово-размерный эффект
17. Углеродные наноструктуры
18. Природа углеродной связи. Гибридизация
19. Аллотропные формы углерода
20. Фуллерены
21. Нанотрубки
22. Структура и классификация нанотубулярных материалов
23. Генерация и механизмы роста нанотрубок
24. Электронное строение нанотрубок: теоретические предсказания и экспериментальные исследования.
25. Проводящие свойства углеродных нанотрубок
26. Эмиссионные свойства углеродных нанотрубок
27. Сорбционные свойства углеродных нанотрубок
28. . Заполненные нанотрубки и нанотубулярные композиты
29. Дефекты структуры и их влияние на электронные свойства нанотрубок
30. Неуглеродные нанотубулярные структуры
31. Применение нанотубулярных структур в науке и технике
32. Основные технологические направления нанотехнологий – сущностный подход
33. Инновационные предприятия в сфере нанотехнологий
34. Перспективы развития nanoинженерии

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **9.1 Основная литература**

1. Запороцкова, И. В. Строение и свойства композитных углеродо- и боросодержащих наноматериалов: научное - Изд-во ВолГУ, 2015.
2. Запороцкова, И. В. Нанотехнологии и nanoинженерия : современное состояние и перспективы развития: учебное - Изд-во ВолГУ, 2016.
3. Запороцкова, И. В. Нанотехнологии и наноматериалы: учебное - Изд-во ВолГУ, 2018. - 106 с.

### **9.2 Дополнительная литература**

1. Запороцкова, И. В. Получение углеродных нанотрубок методом каталитического пиролиза этанола: учебно-методическое - Изд-во ВолГУ, 2015. - 20 с.
2. Борознин, С. В. Нанотубулярные структуры и атомные кластеры: учебное - Изд-во ВолГУ, 2017. - 110 с.
3. Тараненко, С. Б. Наполовину мертвый кот, или чем нам грозят нанотехнологии [Электронный ресурс]: научное - Издание 2-е изд. (электронное) - Лаборатория знаний, 2015. -

251 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84105>

В качестве учебно-методического обеспечения могут быть использованы другие учебные, учебно-методические и научные источники по профилю дисциплины, содержащиеся в электронно-библиотечных системах, указанных в п. 11.2 «Электронно-библиотечные системы».

### **9.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <https://volsu.ru/umnik> - Образовательный портал Волгоградского государственного университета «УМНИК»
2. <http://window.edu.ru/library> - Федеральный образовательный портал. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам
3. <http://lib.volsu.ru> - Электронная библиотека Волгоградского государственного университета
4. <https://www.book.ru/> - Электронно-библиотечная система

### **10. Методические указания по освоению дисциплины для лиц с ОВЗ и инвалидов**

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального учебного плана (при необходимости), изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях:

- индивидуальные консультации преподавателя;
- максимально полная презентация содержания дисциплины в ЭИОС (в частности, полнотекстовые лекции, презентации, аудиоматериалы, тексты для перевода и анализа и т.п.).

### **11. Перечень информационных технологий**

В учебном процессе активно используются информационные технологии с применением современных средств телекоммуникации; электронные учебники и обучающие компьютерные программы. Каждый обучающийся обеспечен неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. ЭИОС предоставляет открытый доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к электронным библиотечным системам и электронным образовательным ресурсам.

#### **11.1 Перечень программного обеспечения**

**(обновление производится по мере появления новых версий программы)**

1. 7-zip
2. Microsoft Windows (не ниже XP)
3. Microsoft Office (не ниже 2003)
4. Антивирус Kaspersky
5. Adobe Acrobat Reader
6. Специальное программное обеспечение указывается в методических материалах по ОПОП (при необходимости)

**11.2 Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы, в т.ч. электронно-библиотечные системы  
(обновление выполняется еженедельно)**

Название	Краткое описание	URL-ссылка
Научная электронная	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

библиотека	и образования.	
ЭБС "Лань"	Электронно-библиотечная система	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
ЭБС Znanium.com	Электронно-библиотечная система	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
ЭБС BOOK.ru	Электронно-библиотечная система	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
ЭБС Юрайт	Электронно-библиотечная система	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Scopus	Scopus – крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. В базе содержится 23700 изданий от 5000 международных издателей, в области естественных, общественных и гуманитарных наук, техники, медицины и искусства.	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
Web of Science	Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. С платформой Web of Science вы можете получить доступ к непревзойденному объему исследовательской литературы мирового класса, связанной с тщательно отобранным списком журналов, и открыть для себя новую информацию при помощи скрупулезно записанных метаданных и ссылок.	<a href="https://apps.webofknowledge.com/">https://apps.webofknowledge.com/</a>
КонсультантПлюс	Информационно-справочная система	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Гарант	Информационно-справочная система по законодательству Российской Федерации	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
Научная библиотека ВолГУ им О.В. Иншакова		<a href="http://library.volsu.ru/">http://library.volsu.ru/</a>

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа представляют собой специальные помещения, в состав которых входят специализированная мебель и технические средства обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС ВолГУ.