

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Основы нанотехнологии»

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) – Химия функциональных наноматериалов

Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет

Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры БХС

Ю.В. Луговой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А.Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы нанотехнологии» является формирование у студентов знаний об основных аспектах становления и развития одного из важных направлений научных и технологических исследований XXI века – нанотехнологии.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний о предпосылках, особенностях развития нанотехнологии как в России, так и за рубежом;
- формирование знаний о развитии и применении нанотехнологий;
- знание принципиальных подходов получения наноматериалов с использованием основных методов;
- изучение основ технологий получения наноструктурных веществ и материалов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплине, части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физические методы исследования».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин: «Физико-химия наноструктурированных веществ», «Методы синтеза нанокластеров и наноструктур», «Компьютерные методы моделирования наноструктур», «Современные металлополимерные катализаторы», «Катализаторы в тонком органическом синтезе». Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем для выполнения научно-исследовательской работы, написании статей и тезисов, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области химии функциональных наноматериалов, химической технологии наноструктурированных композиционных материалов и смежных с химией наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.2. *Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1.1. Теоретические основы взаимосвязи макро- и микрообъектов.

Уметь:

У1.1. Правильно классифицировать наноструктурные объекты и прогнозировать их возможные свойства.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1.1. Использование теоретических основ нанотехнологий при решении профессиональных задач.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-2. Способен проводить патентно-информационные исследования в области химии функциональных наноматериалов и смежных наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-2.3. *Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области химии функциональных наноматериалов и смежных наук.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**Знать:**

З1.1. Теоретические основы методов исследования и синтеза нанообъектов.

Уметь:

У1.1. Осуществлять поиск научной и патентной информации, классифицировать наноструктурные объекты и прогнозировать их возможные свойства.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП2.1. Методов исследования наноматериалов с использованием основных инструментов для изучения наноразмерных объектов.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		36
В том числе:		
Лекции		24
Практические занятия (ПЗ)		12
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		72+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		40
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		32+36(экз)

Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		12
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Практические занятия (ПЗ)		12
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Введение. Цель и задачи дисциплины. Квантовые эффекты в нанотехнологиях	14	2	4	-	6+2(экз.)
2	Классификация наноматериалов	24	2	4	-	10+8(экз.)
3	Технологии получения наноматериалов и инструменты нанотехнологий	48	4	6	-	28+10(экз.)
4	Многообразие наноматериалов и их характерные особенности	29	2	5	-	14+8(экз.)
5	Применение нанотехнологий в промышленности и перспективы использования нанотехнологий.	29	2	5	-	14+8(экз.)
Всего на дисциплину		144	24	12	-	72+36(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. КВАНТОВЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ»

Введение. Цель и задачи дисциплины.

Квантовые эффекты в нанотехнологиях. Волны Де Бройля. Формирование энергетических зон в материале. Разрешенные и запрещенные зоны. Заполнение энергетических зон у металлов, диэлектриков и проводников. Квантовые ямы и потенциальные барьеры в многослойных полупроводниковых структурах. Туннельный эффект. Дискретизация уровней энергии в потенциальной яме. Квантоворазмерный эффект.

МОДУЛЬ 2 «КЛАССИФИКАЦИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ»

Классификация наноматериалов. Наночастицы. Фуллерены, нанотрубки и нановолокна. Нанопористые вещества. Нанодисперсии. Классификация наноматериалов. Наноструктурированные поверхности и пленки.

Нанокристаллические материалы. Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях. Основные свойства самоорганизующихся систем. Использование самоорганизации в нанотехнологиях.

МОДУЛЬ 3 «ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ»

Технологии получения наноматериалов «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Литография и эпитаксия. Инструменты нанотехнологий. Электронная просвечивающая микроскопия. Электронная сканирующая микроскопия. Полевая ионная микроскопия. Сканирующая зондовая и сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.

МОДУЛЬ 4 «МНОГООБРАЗИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ИХ ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ»

Кластеры и квантовые точки. Особенности свойств кластеров. Магические числа. Методы получения кластеров. Квантовые точки. Роль процессов самоорганизации. Методы модификации кластеров. Области применения кластеров. Структуры на основе углерода. Получение углеродных наноструктур. Механические свойства углеродных наноструктур. Химические свойства углеродных нанотрубок. Электрические свойства углеродных нанотрубок. Применение нанотрубок. Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки. Сверхрешетки. Дифракция на одномерной, двумерной, трехмерной сверхрешетке. Зонная теория.

МОДУЛЬ 5 «ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ»

Оптоэлектроника, получение фотонных кристаллов. Применение фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы в природе. Наноэлектроника и электронные приборы на основе нанообъектов. Одноэлектронный транзистор. Нанокomпьютеры и квантовая оптоэлектроника. Светодиоды и лазеры. Микроэлектромеханические системы. Элементы микроэлектро-механических систем. Мембранные силовые элементы.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: ознакомление с квантовыми эффектами в нанотехнологиях	Квантовые расчеты	4
Модуль 2 Цель: изучение классификации наноматериалов	Строение наноматериалов	4
Модуль 3 Цель: получение навыков работы с инструментами нанотехнологий	Инструменты и оборудование для изучения нанообъектов	6
Модуль 4 Цель: ознакомление с многообразием наноматериалов и их характерные особенности	Изучение способов синтеза различных наноматериалов	5
Модуль 5 Цель: изучение применение нанотехнологий в промышленности и перспективы использования нанотехнологий	Перспективы использования нанотехнологий	5

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы магистрантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические и лабораторные занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий / Ю.И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-94275-662-8. - URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5793 . - (ID=111312-0)

2. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: Основы получения. Свойства. Области применения. Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии : учеб. пособие / Н.А. Азаренков [и др.]. - М. : Либроком, 2012. - 344 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-397-02385-6 : 399 p. - (ID=97617-1)

3. Введение в нанотехнологию : учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электронных средств" / В.И. Марголин [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1318-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211034> . - (ID=111363-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учеб.-монография / Р. Брайдсон [и др.]; под ред.: Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А.Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 527 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91559-048-8 : 1732 p. 50 к. - (ID=79597-1)

2. Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике : учеб. пособие для вузов / А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров. - М. : Академия, 2009. - 239 с. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-4741-6 : 315 p. - (ID=80001-2)

3. Основы прикладной нанотехнологии : монография / А.А. Абрамян [и др.]. - М. : МАГИСТР-ПРЕСС, 2007. - 206 с. - Библиогр. : с. 172 - 177. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-89117-216-4 : 446 p. 40 к. - (ID=74026-1)

4. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. : мировые достижения за 2005 год : сборник / под ред. П.П. Мальцева. - Москва : Техносфера, 2006. - 150 с. : ил. - (Мир материалов и технологий. VI; 10). - Библиогр. в подстроч. примеч. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-94836-085-7 : 137 p. 75 к. - (ID=60808-1)

5. Неволин, В.К. Физические основы туннельно-зондовой нанотехнологии : учеб. пособие / В.К. Неволин; Московский институт электронной техники (техн. ун-т). - М. : Московский институт электронной техники, 2000. - Внешний сервер. - Текст:электронный.- URL:http://window.edu.ru/window/library?p_frubr=3.52&p_frubr=3.53&p_frubr=3.23&p_frubr=3.54&p_frubr=3.55&p_frubr=3.56&p_mode=1&p_rid=60572&p_rubr=2.2.75.26 . - (ID=78966-0)

6. Доломатов, М.Ю. Физические основы наноэлектроники : учебное пособие для вузов / М.Ю. Доломатов, Р.З. Бахтизин, Т.И. Шарипов. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. -

Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-14924-1. - URL: <https://urait.ru/bcode/485696> . - (ID=145500-0)

7. Попович, А.А. Современные проблемы нанотехнологии : учеб.-метод. комплекс "Современные проблемы нанотехнологии" / А.А. Попович, И.Н. Мутылина, В.В. Андреев. - Москва : Проспект, 2016. - 404 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-392-20746-6 : 450 p. - (ID=74608-2)

7.3. Методические материалы

1. Рабочая программа дисциплины вариативной части Блока 1 "Основы нанотехнологии" направления подготовки магистров 04.04.01 Химия. Профиль: Химия функциональных наноматериалов. Семестр 1 : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Биотехнология и химия ; разработ. Ю.В. Луговой. - 2016. - (УМК-ПП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/128240>. - (ID=128240-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 p. - (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/128014>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Основы нанотехнологии» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

В таблице 4 представлен рекомендуемый перечень материально-технического обеспечения практических занятий по дисциплине.

Таблица 4. Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины

№ пп	Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины
1	Класс зондовых микроскопов, зондовые микроскопы "Наноэдюкатор"
2	Программный пакет квантово-химических расчетов из первых принципов «Orca»

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

1. Нанотехнологии: истоки, принципы, становление.

2. Волна Де-Бройля. Потенциальный барьер и потенциальная яма.

3. Зонная теория. Разрешенная, запрещенная и валентная зона.

Квантово-размерный эффект.

4. Понятие потенциального барьера и квантовой ямы.

5. Классификация наноразмерных материалов.

6. Кластеры. Классификация кластеров по размеру. Виды кластеров.

Способы стабилизации кластеров.

7. Устойчивость кластера и ее связь с размером кластера.

8. Теория зародышеобразования. Вклады объемной и поверхностной энергии при формировании кластера.

9. Методы синтеза кластеров. Охарактеризуйте эпитаксиальные методы получения кластеров.

10. Методы синтеза кластеров. Лазерная абляция.

11. Структурные свойства кластеров. Структурные и электронные магические числа.

12. Теоретическая модель кластера «Желе». Набор квантовых чисел данной модели. Зависимость энергии связи между атомами кластера от числа атомов в кластере.

13. Достоинства и недостатки модели кластера «Желе».

14. Области применения нанокластеров.

15. Формирование одномерных наноструктур.

16. Наноструктуры. Материалы одномерных наноструктур.

17. Методы получения одномерных наноструктур.

18. Тубулярные наноструктуры. Многостенные нанотрубки.

19. Механизмы роста нанотрубок. Особенности строения нанотрубок.

20. Механизм роста одностенных нанотрубок.

21. Механизм роста многостенных нанотрубок.

22. Импульсное лазерное распыление (лазерная абляция).

23. Крекинг углеводородов для синтеза нанотрубок.

24. Синтез углеродных нанотрубок. Термическое распыление.

25. Электрохимический метод синтеза нанотрубок.

26. Разделение одностенных нанотрубок.

27. Микроэлектромеханические системы (МЭМС). Примеры устройств наномотора и нанонасоса.

28. Наноэлектроника. Тенденции развития наноэлектроники.

29. Оптоэлектроника. Применение оптоэлектроники.

30. Классификация фотонных кристаллов и оптических сверхрешеток по строению (1D, 2D, 3D).

31. Процессы самоорганизации в нанотехнологиях. Признаки диссипативных неравновесных систем.
32. Виды самоорганизации. Фрактал, аттрактор, точка бифуркации.
33. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Типы пленок Ленгмюра-Блоджетт. Горизонтальный и вертикальный лифтинг.
34. Нанесение тонких пленок на сплошной рельеф. Химическое осаждение из растворов.
35. Методы химического осаждения пленок. Химическое осаждение из газовой фазы.
36. Распылительное осаждение. Импульсное лазерное осаждение. Физические методы осаждения пленок.
37. Кинетика и т/д процессов роста пленок. Механизмы роста пленок.
38. Осаждение пленок из газовой фазы.
39. Двумерные наноструктуры. Классификация методов получения двумерных структур.
40. Инструменты нанотехнологий. Принцип Де-Бройля и разрешение оптических микроскопов.
41. Ближнепольная сканирующая оптическая микроскопия.
42. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Туннельная микроскопия.
43. Принцип работы электронного микроскопа. Полевая ионная микроскопия.
44. Неорганические тубулярные структуры. Подходы к синтезу и синтез неорганических нанотрубок.
45. Особенности строения интеркалиновых нанотрубок. Применение интеркалиновых нанотрубок.
46. Физические свойства углеродных нанотрубок. Интеркалиновые трубки. Нанотермометр на основе галлия.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия
Профиль – Химия функциональных наноматериалов
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Основы нанотехнологии»
Семестр 1

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Волновая природа микрообъектов. Волна де Бройля. Принцип расчета.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Выполните классификацию нанообъекта по размерному принципу 0D, 1D, 2D, 3D.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Подберите возможные методы получения наноструктурированной поверхности с известными свойствами (проводник, диэлектрик).

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

Ю.В. Луговой

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман