

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Н. Л. Королева
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.2 Физические основы микро- и наносистемной техники

Направление подготовки/специальность: 03.03.02 - Физика

Профиль/направленность/специализация: Фундаментальная физика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

Автор программы:

Кандидат физико-математических наук, Шуклинов Алексей Васильевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 891).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «17» мая 2021 г. Протокол № 9

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «05» июля 2021 г. № 5.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	11
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	13
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	13

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-6 Способен осуществлять мониторинг состояния оборудования, материалов, конструкций, а также природных объектов с использованием высокотехнологичных средств измерения и контроля

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- педагогический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ среднего общего образования, среднего профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований и научно-конструкторских разработок), 40 Сквозные виды деятельности в промышленности (в сферах: фундаментальных основ физики живых систем и физико-химической биологии, применения диагностического и лечебного оборудования, участия в инновационных и опытно-конструкторских разработках; эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения; мониторинга параметров материалов; мониторинга состояния окружающей среды)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-6 Способен осуществлять мониторинг состояния оборудования, материалов, конструкций, а также природных объектов с использованием высокотехнологичных средств измерения и контроля	Использует приемы измерения физических параметров систем, и объектов различной физической природы с использованием микро- и наносистемной техники

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-6 Способен осуществлять мониторинг состояния оборудования, материалов, конструкций, а также природных объектов с использованием высокотехнологичных средств измерения и контроля

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		6	8
1	Основы нанотестинга		+
2	Основы электротехники	+	

3	Сенсоры		+
---	---------	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Физические основы микро- и наносистемной техники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 03.03.02 - Физика.

Дисциплина «Физические основы микро- и наносистемной техники» изучается в 8 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа	64
Лекции (Лекции)	32
Практические (Практ. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	8
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
8 семестр					
1	Фундаментальные основы. Структура наноматериалов	6	6	1	Собеседование
2	Нанометрология	6	6	1	Собеседование
3	Технологии производства объемных наноматериалов	6	6	2	Собеседование; Контрольная работа
4	Конструкционные объемные наноматериалы	6	6	2	Собеседование
5	Нанозлектроника и микросистемная техника	8	8	2	Собеседование; Контрольная работа

Тема 1. Фундаментальные основы. Структура наноматериалов (ПК-6)

Лекция.

Общие особенности наноматериалов. Размерные эффекты. Физическая наномеханика. Термодинамика и статистическая физика малых ансамблей. Роль поверхности и приповерхностных явлений. Дифракционный предел. Явления переноса. Малые характерные времена. Спектры. Теоретические пределы свойств. Общие особенности структуры наноматериалов Основные разновидности углерода. Алмаз, графит и аморфный углерод. Карбин. Кластеры. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Неуглеродные наноструктуры

Практическое занятие.

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 2. Нанометрология (ПК-6)

Лекция.

Задачи и особенности наномасштабных измерений. Микроскопия. Оптическая, электронная, сканирующая зондовая микроскопия. Дифракционный анализ. Дифракция рентгеновского излучения, электронов, нейтронов. Малоугловое рассеяние. Рентгеноструктурный анализ. Спектральные методы. Оптическая, ИК-Фурье, рентгеновская, магниторезонансная, масс-, гамма-резонансная и позитронная аннигиляционная спектроскопия.

Практическое занятие.

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 3. Технологии производства объемных наноматериалов (ПК-6)

Лекция.

Основные методы получения консолидированных наноматериалов. Получение порошковых наночастиц. Консолидация объемных конструкционных нанокристаллических материалов. Аморфные сплавы. Условия образования аморфной структуры. Методы получения аморфных сплавов. Свойства аморфных металлических сплавов. Применение аморфных кристаллических сплавов. Наноструктурирование при кристаллизации аморфных сплавов. Наноструктурирование полимеров. Наноструктурные покрытия. Технологии нанесения нанопленок и нанопокровов. Строение и свойства наноструктурных покрытий. Наноструктурные покрытия для машиностроения. Наноструктурные покрытия для медицины. Сверхтвердые покрытия из нанокompозитов

Практическое занятие.

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 4. Конструкционные объемные наноматериалы (ПК-6)

Лекция.

Особенности свойств объемных наноструктурных материалов. Физические свойства. Механические свойства. Химические свойства. Композиционные наноматериалы. Дисперсноупрочненные композиционные материалы. Волокнистые композиционные материалы. Слоистые композиты. Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа. Титан и его сплавы. Нанокompозиты на основе легких металлов. Инструментальные материалы. Композиционная нанокерамика. Нанокompозиты на основе полимеров. Псевдосплавы на основе тугоплавких металлов.

Практическое занятие.

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 5. Нанoeлектроника и микросистемная техника (ПК-6)

Лекция.

Закон Мура. Основные функции нанoeлектроники. Фундаментальные пределы миниатюризации. Совершенствование традиционной «кремниевой» электроники. Нанолитография, Основные компоненты интегральных микросхем. Логические и запоминающие ячейки. Связи и соединения, передача данных. Система долговременной памяти. Микроэлектроника «рядом с кремнием». Электроника не на базе кремния. Нанoeлектроника на нанотрубках. Квантовые устройства. Молекулярная электроника. Нанопрборы, наномашинны, наносистемы. Определения и общие сведения. Особенности механики в наношкале. Технологии производства микро- и наноприборов и машин. Аккумуляторы, манипуляторы, двигатели. Элементы микрогидравлики. Инерциальные приборы. Оптико-механические МЭМС. Радиотехнические МЭМС. Микроаналитическая лаборатория на одном чипе. Медицинская нанотехника. Интегрированные и гибридные наносистемы.

Практическое занятие.

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

8 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Фундаментальные основы. Структура наноматериалов	Собеседование	12	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.
2.	Нанометрология	Собеседование	12	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.
3.	Технологии производства объемных наноматериалов	Собеседование	17	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.
		Контрольная работа (контрольный срез)	10	Контрольная работа представляет собой тест из 10 вопросов. Студент ответив правильно на вопрос получает за него 1 балл

4.	Конструкционные объемные наноматериалы	Собеседование	12	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.
5.	Нанoeлектроника и микросистемная техника	Собеседование	17	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Контрольная работа представляет собой тест из 10 вопросов. Студент ответив правильно на вопрос получает за него 1 балл
6.	Посещаемость		10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий 7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий 4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий 1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются
7.	Премиальные баллы		20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - участие в проектах – 10 баллов; - участие в конференциях – 10 баллов.
8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		20	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
9.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 3. Технологии производства объемных наноматериалов

Типовые вопросы для контрольной работы

1. Перечислите основные формы углерода
2. Дифракционный предел.
3. Закон Мура.
4. Задачи и особенности наномасштабных измерений.
5. Условия образования аморфной структуры.
6. Методы получения аморфных сплавов.
7. Основные компоненты интегральных микросхем.
8. Оптико-механические МЭМС.
9. Радиотехнические МЭМС.
10. Волокнистые композиционные материалы.

Тема 5. Нанoeлектроника и микросистемная техника

Типовые вопросы для контрольной работы

1. Перечислите основные формы углерода
2. Дифракционный предел.
3. Закон Мура.
4. Задачи и особенности наномасштабных измерений.
5. Условия образования аморфной структуры.
6. Методы получения аморфных сплавов.
7. Основные компоненты интегральных микросхем.
8. Оптико-механические МЭМС.
9. Радиотехнические МЭМС.
10. Волокнистые композиционные материалы.

Собеседование

Тема 1. Фундаментальные основы. Структура наноматериалов

Типовые вопросы для собеседования:

1. Термодинамика и статистическая физика малых ансамблей.
2. Роль поверхности и приповерхностных явлений.
3. Дифракционный предел.
4. Явления переноса. Малые характерные времена.
5. Спектры.
6. Композиционные наноматериалы.
7. Дисперсноупрочненные композиционные материалы.
8. Волокнистые композиционные материалы.
9. Слоистые композиты.
10. Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа.

Тема 2. Нанометрология

Типовые вопросы для собеседования:

1. Термодинамика и статистическая физика малых ансамблей.
2. Роль поверхности и приповерхностных явлений.
3. Дифракционный предел.
4. Явления переноса. Малые характерные времена.
5. Спектры.
6. Композиционные наноматериалы.
7. Дисперсноупрочненные композиционные материалы.
8. Волокнистые композиционные материалы.
9. Слоистые композиты.
10. Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа.

Тема 3. Технологии производства объемных наноматериалов

Типовые вопросы для собеседования:

1. Термодинамика и статистическая физика малых ансамблей.
2. Роль поверхности и приповерхностных явлений.
3. Дифракционный предел.
4. Явления переноса. Малые характерные времена.
5. Спектры.

6. Композиционные наноматериалы.
7. Дисперсноупрочненные композиционные материалы.
8. Волокнистые композиционные материалы.
9. Слоистые композиты.
10. Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа.

Тема 4. Конструкционные объемные наноматериалы

Типовые вопросы для собеседования:

1. Термодинамика и статистическая физика малых ансамблей.
2. Роль поверхности и приповерхностных явлений.
3. Дифракционный предел.
4. Явления переноса. Малые характерные времена.
5. Спектры.
6. Композиционные наноматериалы.
7. Дисперсноупрочненные композиционные материалы.
8. Волокнистые композиционные материалы.
9. Слоистые композиты.
10. Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа.

Тема 5. Нанoeлектроника и микросистемная техника

Типовые вопросы для собеседования:

1. Термодинамика и статистическая физика малых ансамблей.
2. Роль поверхности и приповерхностных явлений.
3. Дифракционный предел.
4. Явления переноса. Малые характерные времена.
5. Спектры.
6. Композиционные наноматериалы.
7. Дисперсноупрочненные композиционные материалы.
8. Волокнистые композиционные материалы.
9. Слоистые композиты.
10. Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-6)

Типовые вопросы для зачета

1. Размерные эффекты.
2. Физическая наномеханика.
3. Термодинамика и статистическая физика малых ансамблей.
4. Роль поверхности и приповерхностных явлений.
5. Дифракционный предел.
6. Теоретические пределы свойств.
7. Общие особенности структуры наноматериалов
8. Основные разновидности углерода. Алмаз, графит и аморфный углерод. Карбин. Кластеры. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Неуглеродные наноструктуры
9. Задачи и особенности наномасштабных измерений.
10. Микроскопия. Оптическая, электронная, сканирующая зондовая микроскопия.
11. Дифракционный анализ. Дифракция рентгеновского излучения, электронов, нейтронов. Малоугловое рассеяние.

12. Рентгеноструктурный анализ.
13. Спектральные методы. Оптическая, ИК-Фурье, рентгеновская, магниторезонансная, масс-, гамма-резонансная и позитронная аннигиляционная спектроскопия.
14. Основные методы получения консолидированных наноматериалов.
15. Получение порошковых наночастиц.
16. Консолидация объемных конструкционных нанокристаллических материалов.
17. Аморфные сплавы. Условия образования аморфной структуры. Методы получения аморфных сплавов.
18. Свойства аморфных металлических сплавов. Применение аморфных кристаллических сплавов.
19. Наноструктурирование при кристаллизации аморфных сплавов.
20. Наноструктурирование полимеров.
21. Наноструктурные покрытия. Технологии нанесения нанопленок и нанопокровов.
22. Строение и свойства наноструктурных покрытий.
23. Наноструктурные покрытия для машиностроения.
24. Наноструктурные покрытия для медицины.
25. Сверхтвердые покрытия из нанокмполитов
26. Закон Мура.
27. Основные функции наноэлектроники.
28. Фундаментальные пределы миниатюризации. Совершенствование традиционной «кремниевой» электроники.
29. Нанолитография, Основные компоненты интегральных микросхем.
30. Логические и запоминающие ячейки.
31. Связи и соединения, передача данных.
32. Система долговременной памяти.
33. Микроэлектроника «рядом с кремнием».

Типовые задания для зачета (ПК-6)

Не предусмотрено

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-6	Умеет использовать приемы измерения физических параметров систем, и объектов различной физической природы с использованием микро- и наносистемной техники
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-6	Не умеет использовать приемы измерения физических параметров систем, и объектов различной физической природы с использованием микро- и наносистемной техники

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;

- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. - М.: Машиностроение, 2012. - 653 с.
2. Солнцев, Ю. П., Пряхин, Е. И., Вологжанина, С. А., Петкова, А. П. Нанотехнологии и специальные материалы : учебное пособие для вузов. - 2023-07-26; Нанотехнологии и специальные материалы. - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. - 336 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/97818.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Витязь, П. А., Свидуневич, Н. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов : учебное пособие. - 2023-01-20; Основы нанотехнологий и наноматериалов. - Минск: Вышэйшая школа, 2010. - 302 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>

6.3 Иные источники:

1. Единое окно доступа к образовательным интернет-ресурсам Федерального портала «Российское образование» - http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1.21%2F
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
3. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система - <http://www.studentlibrary.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru/>
5. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
6. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - www.monographies.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
3. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
4. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
5. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
6. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
7. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
9. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.