

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.01 Международная профессиональная коммуникация***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***очная***

Кафедра: ***Иностранные языки и профессиональная коммуникация***

(наименование кафедры)

Составитель:

к.ф.н., доцент

\_\_\_\_\_

степень, должность

\_\_\_\_\_

подпись

И.Е. Ильина

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

подпись

Н.А. Гунина

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Тамбов 2024

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И  
ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>	
ИД-1 (УК-4) Знает принципы и приемы осуществления академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном языке	знает основы перевода академических текстов (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык умеет использовать различные способы, методы, коммуникативные технологии в зависимости от ситуации общения при осуществлении коммуникации на профессиональном и академическом уровне владеет навыками применения подходящих информационно-коммуникативных средств для осуществления делового общения на русском и иностранном языках
ИД-1 (УК-4) Умеет применять современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия	знает основы перевода академических текстов (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык умеет использовать различные способы, методы, коммуникативные технологии в зависимости от ситуации общения при осуществлении коммуникации на профессиональном и академическом уровне владеет навыками применения подходящих информационно-коммуникативных средств для осуществления делового общения на русском и иностранном языках
ИД-1 (УК-4) Владеет навыками применения современных коммуникативных технологий для осуществления делового общения	знает основы перевода академических текстов (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык умеет использовать различные способы, методы, коммуникативные технологии в зависимости от ситуации общения при осуществлении коммуникации на профессиональном и академическом уровне владеет навыками применения подходящих информационно-коммуникативных средств для осуществления делового общения на русском и иностранном языках

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	1 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>33</b>
занятия лекционного типа	
лабораторные занятия	
практические занятия	32
курсовое проектирование	
консультации	
промежуточная аттестация	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>75</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>108</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Практические занятия

#### Раздел 1. Профессиональная коммуникация.

##### ПР01. Тема. Устройство на работу.

Основные виды работы, их краткая характеристика на иностранном языке; описание обязанностей, связанных с выполнением того или иного вида работы.

##### ПР02. Тема. Устройство на работу.

Современные требования к кандидату при поступлении на работу. Основные документы при принятии на работу. Обсуждение условий работы в России.

##### ПР03. Тема. Компании.

Структура компании, названия отделов.

##### ПР04. Тема. Компании.

Характеристика обязанностей работников отделов, описание работы компании.

##### ПР05. Тема. Инновации в производственной сфере.

Описание товаров, их особенностей.

##### ПР06. Тема. Инновации в производственной сфере.

Анализ рыночной продукции и конкурентоспособности товаров. Обсуждение товаров и их особенностей.

##### ПР07. Тема. Дизайн и спецификация товара.

Описание дизайна и спецификации товара.

##### ПР08. Тема. Дизайн и спецификация товара.

Характеристика и сравнение дизайна различных товаров, представленных на современном рынке. Написание теста по пройденному разделу.

#### Раздел 2. Научная коммуникация.

##### ПР09. Тема. Предоставление исследовательского проекта.

Форма заполнения заявки с описанием исследовательского проекта.

##### ПР10. Тема. Предоставление исследовательского проекта.

Варианты предоставления исследовательских проектов и их особенности в современном сообществе.

##### ПР11. Тема. Участие в научной конференции.

Описание форм участия в научных конференциях.

##### ПР12. Тема. Участие в научной конференции.

Проведение игровой научной конференции.

##### ПР13. Тема. Принципы составления и написания научной статьи.

Анализ отрывков из научных статей по различным темам. Введение и отработка новой лексики, клише.

##### ПР14. Тема. Принципы составления и написания научной статьи.

Анализ различных частей научной статьи и их особенностей.

##### ПР16. Тема. Презентация исследовательского проекта.

Анализ различных проектов и обсуждение их сильных и слабых сторон. Написание теста по пройденному разделу.

#### Раздел 3. Деловая коммуникация.

##### ПР17. Тема. Межличностные и межкультурные отношения.

Традиционные модели поведения в разных странах.

##### ПР18. Тема. Межличностные и межкультурные отношения.

Зависимость деловых отношений от культуры страны.

**ПР19. Тема. Проведение переговоров.**

Особенности ведения переговоров в разных странах.

**ПР20. Тема. Проведение переговоров.**

Анализ проблем, возникающих при проведении переговоров.

**ПР21. Тема. Контракты и соглашения.**

Описание форм контрактов и соглашений.

**ПР22. Тема. Контракты и соглашения.**

Анализ положений контракта.

**ПР23. Тема. Управление проектом.**

Описание основных процедур, входящих в систему управления проектом.

**ПР24. Тема. Управление проектом.**

Характеристика роли управляющего в компании. Написание теста по пройденному разделу.

**Самостоятельная работа**

**СР01. Задание:** составить резюме по шаблону

**СР02. Задание:** описать компанию/ организацию, в которой работаешь/ хотел бы работать

**СР03. Задание:** проанализировать заданные профессиональные сообщества и инновации в сфере их деятельности.

**СР04. Задание:** составить описание товара заданной компании.

**СР05. Задание:** написать вариант заявки на рассмотрение исследовательского проекта.

**СР06. Задание:** подготовить план доклада для участия в научной конференции.

**СР07. Задание:** написать научную статью объемом 3 стр.

**СР08. Задание:** подготовить презентацию исследовательского проекта.

**СР09. Задание:** проанализировать методы межличностного делового общения.

**СР10. Задание:** подготовить план для проведения деловых переговоров с партнерами.

**СР11. Задание:** написать текст контракта по заданной теме.

**СР12. Задание:** подготовить приветственную речь для встречи партнеров по заданной ситуации.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Гунина, Н. А. Профессиональное общение на английском языке [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистрантов первого курса очного и заочного отделений, обучающихся по направлению «Международная профессиональная коммуникация» / Н. А. Гунина, Е. В. Дворецкая, Л. Ю. Королева, Т. В. Мордовина. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. - 80с. - Режим доступа: <http://tstu.ru/book/elib3/mm/2016/gunina/>

2. Дмитренко Н.А. Английский язык. Engineering sciences [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Дмитренко, А.Г. Серебрянская. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2015. — 113 с. — 978-5-9905471-2-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65782.html>

3. Мильруд, Р.П. Английский для международной коммуникации [Электронный ресурс]: учебное пособие /Р.П. Мильруд, Л.Ю. Королева. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. - 80с. - Режим доступа: [http://tstu.ru/book/elib1/exe/2016/Milrud\\_1.exe](http://tstu.ru/book/elib1/exe/2016/Milrud_1.exe)

4. Mastering English. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.В. Процудо [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 220 с. — 978-5-9227-0669-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66831.html>

5. Mastering English. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.В. Процудо [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 84 с. — 978-5-9227-0670-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66832.html>

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».



## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного усвоения учебного материала необходимы постоянные и регулярные занятия. Материал курса подается поступательно, каждый новый раздел опирается на предыдущие, часто вытекает из них. Пропуски занятий, неполное выполнение домашних заданий приводят к пробелам в знаниях, которые, накапливаясь, сводят на нет все ваши усилия.

Главным фактором успешного обучения, в частности, при изучении иностранного языка является мотивация. Изучение языка требует систематической упорной работы, как и приобретение любого нового навыка. Активная позиция здесь отводится именно обучающемуся.

Простого заучивания лексики-грамматики недостаточно, так как языковой материал - всего лишь база, на основе которой вы обучаетесь речи, учитесь говорить и писать, понимать прочитанное, воспринимать речь на слух. Необходимо как можно больше практики. Проявляйте активность на занятиях и не ограничивайтесь учебником в домашней работе. Для того чтобы заговорить на иностранном языке, необходимо на нем говорить.

Использование современных технологий: программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети Интернет при изучении дисциплины «Международная профессиональная коммуникация» позволяет не только обеспечить адаптацию к системе обучения в вузе, но и создать условия для развития личности каждого обучающегося, (посредством развития потребностей в активном самостоятельном получении знаний, овладении различными видами учебной деятельности; а также обеспечивая возможность реализации своих способностей через вариативность содержания учебного материала и использования системы разнообразных заданий для самостоятельной работы).

В ходе проведения всех видов занятий с привлечением технических средств значительное место уделяется формированию следующих умений и навыков: умение общаться и работать в команде; способность решать проблемы; способность к постоянному обучению; умение работать самостоятельно; способность адаптироваться к новым условиям; умение анализировать, навык быстрого поиска информации.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643; PROMT Translation Server Intranet Edition / Лицензия №НКМЫТФУБР-0055 Бессрочная Гос. Контракт №35-03/161 от 19.08.2008г; Far Manager / свободно распространяемое программное обеспечение; 7-Zip / свободно распространяемое программное обеспечение;

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office 2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</b>	
ИД-1 (УК-4) Умеет приобретать с помощью современных коммуникативных технологий новые знания и умения, необходимые в профессиональной области, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	знает основы перевода академических текстов (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык умеет использовать различные способы, методы, коммуникативные технологии в зависимости от ситуации общения при осуществлении коммуникации на профессиональном и академическом уровне владеет навыками применения подходящих информационно-коммуникативных средств для осуществления делового общения на русском и иностранном языках

Формулировка кода индикатора	Результаты обучения	Контрольные мероприятия
ИД-1 (УК-4) Умеет приобретать с помощью современных коммуникативных технологий новые знания и умения, необходимые в профессиональной области, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	знает основы перевода академических текстов (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык умеет использовать различные способы, методы, коммуникативные технологии в зависимости от ситуации общения при осуществлении коммуникации на профессиональном и академическом уровне владеет навыками применения подходящих информационно-коммуникативных средств для осуществления делового общения на русском и иностранном языках	ПР02, ПР06, ПР08, ПР12, ПР14, ПР16, ПР18, ПР20, ПР24, Зач01

### Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Современные требования к кандидату при устройстве на работу.
2. Структура компании.
3. Современные инновации в производственной сфере.
4. Дизайн товаров и требования к нему в XXI веке.
5. Принципы представления исследовательского проекта.

6. Презентация научного исследования.
7. Межличностные и межкультурные отношения сегодня.
8. Принципы проведения успешных переговоров.
9. Заключение контрактов в современном мире.
10. Особенности управления проектом.

**Примеры типовых тестовых заданий к зачету  
английский**

**1. Put the appropriate words into the sentences:**

The economic crisis resulted in great \_\_\_\_\_ all over the world.

- a) promotion                      b) training                      c) unemployment

**2. Use prepositions in the sentences:**

The position will involve reporting \_\_\_\_\_ the Director General.

- a) after                      b) on                      c) to

**3. Choose the appropriate modal verb:**

You \_\_\_\_\_ not smoke here as this is a laboratory.

- a) can                      b) must                      c) should

**4. Use one of the adjectives in the sentences:**

There is a small \_\_\_\_\_ wooden box on my table.

- a) circular                      b) spherical                      c) rectangular

**5. Complete the story with the corresponding form of the word in brackets:**

They (2) \_\_\_\_\_ (carry out) research to (3) \_\_\_\_\_ (develop) tough new materials when they suddenly (4) \_\_\_\_\_ (notice) that light (5) \_\_\_\_\_ (pass) through one of the ceramics.

**6. For questions 1-10, read the sentences below and decide which answer A, B or C best fits each gap:**

The purpose of \_\_\_\_\_ is to compare two or more different variables to determine if any predictable relationships exist among them.

- A pure research                      B correlational research                      C case study

**7. Match the words having the opposite meanings:**

- to clarify                      to compare  
to contrast                      to obscure

**8. You are going to read a text about customs around the world. Five sentences have been removed from the text. Choose from the sentences A-F the one that fits each gap (1-5). There is one extra sentence which you do not need to use.**

**CUSTOMS AROUND THE WORLD**

As more and more people travel all over the world, it is important to know what to expect in different countries and how to react to cultural differences so that you don't upset your foreign contacts. 1 \_\_\_\_\_

**9. Complete the following small talk questions with the appropriate auxiliary or modal verbs.**

1. \_\_\_\_\_ you worked here long?

**10. For questions 1-10, read the sentences below and decide which answer A, B or C best fits each gap.**

In the business world, most \_\_\_\_\_ should be in writing even if the law doesn't require it.

- A agreements                      B clauses                      C negotiations

**немецкий**

Текст 1. Verfassungen der deutschen Bundesländer. Beckettete im DTV. - München, 2011.

1. Jeder hat das Recht auf die freie Entfaltung seiner Persönlichkeit, soweit er nicht die Rechte anderer verletzt und nicht gegen die verfassungsmäßige Ordnung oder das Sittengesetz verstößt.

2. Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit. Die Freiheit der Person ist unverletzlich. In diese Rechte darf nur auf Grund eines Gesetzes eingegriffen werden.

3. Alle Menschen sind vor dem Gesetz gleich. Männer und Frauen sind gleichberechtigt. Der Staat fördert die tatsächliche Durchsetzung der Gleichberechtigung von Frauen und Männern und wirkt auf die Beseitigung bestehender Nachteile hin. Niemand darf wegen seines Geschlechtes, seiner Abstammung, seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft, seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen Anschauungen benachteiligt oder bevorzugt werden. Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.

4. Die Freiheit des Glaubens, des Gewissens und die Freiheit des religiösen und weltanschaulichen Bekenntnisses sind unverletzlich. Die ungestörte Religionsausübung wird gewährleistet. Niemand darf gegen sein Gewissen zum Kriegsdienst mit der Waffe gezwungen werden. Das Nähere regelt ein Bundesgesetz.

5. Jeder hat das Recht, seine Meinung in Wort, Schrift und Bild frei zu äußern und zu verbreiten und sich aus allgemein zugänglichen Quellen ungehindert zu unterrichten. Die Pressefreiheit und die Freiheit der Berichterstattung durch Rundfunk und Film werden gewährleistet. Eine Zensur findet nicht statt. Diese Rechte finden ihre Schranken in den Vorschriften der allgemeinen Gesetze, den gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze der Jugend und in dem Recht der persönlichen Ehre.

6. Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei. Die Freiheit der Lehre entbindet nicht von der Treue zur Verfassung.

7. Ehe und Familie stehen unter dem besonderen Schutze der staatlichen Ordnung. Pflege und Erziehung der Kinder sind das natürliche Recht der Eltern und die zuvörderst ihnen obliegende Pflicht. Über ihre Betätigung wacht die staatliche Gemeinschaft.

Текст 2. Rudzio Wolfgang: Das politische System der BRD. - Opladen, 2010. S. 78-79.

Gerichte werden in Deutschland nicht von selbst tätig. Sie müssen zur Entscheidung an-  
gerufen werden. Im Fall der Strafverfolgung agiert die Staatsanwaltschaft als Vertreter des  
Staates. In allen anderen Fällen muß durch eine juristische Person Klage eingereicht werden.  
Urteile werden auf der Grundlage von Gesetzen gesprochen. Im allgemeinen entscheiden  
Landesgerichte in erster und zweiter Instanz . Bundesrichter werden durch den Richterwahlauss-  
chuss berufen. Sie sind nicht Weisungsgebunden. Im Gegensatz dazu unterstehenStaatsanwälte  
den Justizministern von Bund und Ländern. Auf Bundesebene haben die Bundesgerichte die  
Aufgabe die Rechtsprechung der Ländergerichte zu vereinheitlichen. Für die Ordentliche  
Gerichtsbarkeit ist der Bundesgerichtshof (BGH) die oberste Revisionsinstanz. Als Revisionsin-  
stanz beschäftigen sich die Bundesgerichte im Normalfall nur mit dem Verfahrensablauf und der  
gesetzmäßigen rechtlichen Würdigung desdurch die Ländergerichte festgestellten Sachverhalts.  
Alle Tätigkeit des Staates ist an das Grundgesetz gebunden. Über die Einhaltung dieses Grund-  
satzes wacht das Bundesverfassungsgericht . Jeder Bürger kann staatliches Handeln durch eine  
Verfassungsbeschwerde auf ihre Grundgesetzmäßigkeit überprüfen lassen. Die zweite Aufgabe  
des Bundesverfassungsgericht ist die Klärung von Streitfällen zwischen den Staatsorganen und  
die Prüfung von Gesetzen auf ihre Verfassungsmäßigkeit. Nur das Bundesverfassungsgericht  
kann ein Parteiverbot aussprechen Die Rechtsprechung ist in Deutschland in die Ordentlichen  
Gerichtsbarkeit ( Zivilrecht und Strafrecht ) sowie in die Fachgebiete des ArbeitsFinanz- Sozial-  
und Verwaltungsrecht aufgeteilt. Die Gerichte der Bundesländer entscheiden den überwiegenden  
Anteil der Rechtsprechung letztinstanzlich. Für die Ordentliche Gerichtsbarkeit existieren kom-  
munale Amtsgerichte regionale Landgerichte und hauptsächlich als Rechtsmittelgerichte die  
Oberlandesgerichte (bzw. Oberste Landesgerichte). Jedes Bundesland besitzt ein eigenes Verfas-

sungsgericht das Landesverfassungsgericht Verfassungsgerichtshof oder Staatsgerichtshof genannt wird..

### французский

Выберите один ответ к каждому пункту теста:

1. La France compte:  
a.moins de 55millions, b.entre 55 et 60 millions, c.plus de 60 millions d'habitants.
2. La monnaie nationale est:  
a.euro, b.centime, c.franc.
3. Le régime politique de la France est:  
a.le rayaume, b.la république, c.le parlement.
4. La division de la France en départements date de:  
a.Napoléon, b.Première guerre mondiale, c.la IV-ème République.
5. Le premier président de la V-ème République est:  
a.Valéri Giscard d'Estaing, b.Charles de Gaule, c.François Mitterrand.
6. Les avocats sont préparés à la faculté:  
a. politique, b. juridique, c. de droit
7. La Constituion de la République française date de:  
a.1958, b.1963, c.1999.
8. La cour européenne des droits de l'homme se trouve à ^  
a. Moscou, b.Londres, c.Strasbourg

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

### 8.2.1. Шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей 8.1.

Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Таблица 8.1 – Шкалы оценивания контрольных мероприятий

Обозначение	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
			min	max
ПР02	Тема. Устройство на работу.	Ролевая игра «Собеседование при устройстве на работу».	2	5
ПР06	Тема. Инновации в производственной сфере.	Групповая дискуссия по теме «Инновации в современном мире».	2	5
ПР08	Тема. Дизайн и спецификация товара.	Тест.	5	20
ПР12	Тема. Участие в научной конференции.	Ролевая игра «Научная конференция».	2	5
ПР14	Тема. Принципы составления и написания научной статьи.	Устное сообщение о научной работе.	2	5

Обоз-	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
ПР16	Тема. Презентация исследовательского проекта.	Тест.	5	20
ПР18	Тема. Межличностные и межкультурные отношения.	Групповая работа «Моделирование различных ситуаций, определяющих особенности межличностных и межкультурных отношений».	2	5
ПР20	Тема. Проведение переговоров.	Ролевая игра «Деловые переговоры».	2	5
ПР24	Тема. Управление проектом.	Деловая игра «Организация деловой встречи».	2	5
СР07	Написать научную статью объемом 3 стр.	Письменная работа	2	5
Зач01	Зачет	зачет	17	40

#### 8.2.2. Критерии оценивания

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии.

Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.2), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

Таблица 8.2 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Ролевая игра	коммуникативные задачи, поставленные для участия в ролевой игре, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации
Устное сообщение	тема сообщения раскрыта, показано владение коммуникативными технологиями для осуществления устной коммуникации; допущены лексические и грамматические ошибки, не затрудняющие восприятие речи на слух
Групповая дискуссия	коммуникативные задачи, поставленные для участия в групповой дискуссии, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации
Деловая игра	коммуникативные задачи, поставленные для участия в деловой игре, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации
Групповая работа	коммуникативные задачи, поставленные для групповой работы, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации.

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Тест	правильно решено не менее 50% тестовых заданий
Письменная работа	тема работы раскрыта, текст структурирован, соблюдены требования к объему и оформлению научной статьи в соответствии с правилами и закономерностями письменной коммуникации; допущены лексические и грамматические ошибки, не затрудняющие восприятие текста

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из письменного тестирования и устной беседы по одному из теоретических вопросов.

Время написания теста: 1 час.

Время на подготовку устного ответа: 15 минут.

Устная беседа оценивается максимально 20 баллами, письменное тестирование оценивается максимально 20 баллами. Максимальное суммарное количество баллов – 40.

Критерии оценивания устной беседы

Показатель	Максимальное количество баллов
Выполнение коммуникативной задачи	10
Грамматически правильное построение высказываний	5
Корректное использование лексики по теме беседы	5
Всего	20

Критерии оценивания выполнения письменного тестирования (8 заданий по 5 предложений в каждом).

Показатель	Максимальное количество баллов
Каждый правильный ответ	0,5
Всего	20

Итоговая оценка по дисциплине выставляется с учетом результатов текущего контроля (приведенных к норме 60 баллов) с использованием следующей шкалы.

Оценка	Набрано баллов
«зачтено»	41-100
«не зачтено»	0-40



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.02 Деловое общение и профессиональная этика***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***очная***

Кафедра: ***Теория и история государства и права***

(наименование кафедры)

Составитель:

К.И.Н., ДОЦЕНТ

степень, должность

ст. преподаватель

степень, должность

О.Л. Протасова

инициалы, фамилия

Э.В. Бикбаева

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

С.А. Фролов

инициалы, фамилия

Тамбов 2024

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И  
ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</b>	
ИД-1 (УК-5) Знает закономерности и специфику развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях	Знает основные закономерности и характерные особенности развития различных культур
	Знает специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях
ИД-2 (УК-5) Умеет обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия	Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур
	Умеет применять на практике навыки общения в мире культурного многообразия, создавая и поддерживая взаимопонимание между представителями разных национальностей
ИД-3 (УК-5) Владеет методами предупреждения и разрешения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации	Владеет методами предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, учитывая особенности представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	Владеет способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная 1 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	-
практические занятия	16
курсовое проектирование	-
консультации	-
промежуточная аттестация	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>75</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>108</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Раздел 1. *Основы деловой этики*

##### **Тема 1. *Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы***

Закономерности и специфика развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность». Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.

##### **Тема 2. *Этические принципы и нормы в деловом общении***

Универсальные принципы деловой этики. Международные этические принципы бизнеса. Нормы деловой этики. Принципы этики деловых отношений. Взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия

Практические занятия

ПР01. Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы.

ПР02. Этические принципы и нормы в деловом общении.

Самостоятельная работа:

СР01. Изучить историю развития этики как науки, ее основные категории.

СР02. Изучить понятия морали как характеристика общества, нравственности.

СР03. Изучить сущность и способы формирования нравственного поведения человека, а также основополагающие документы деловой этики.

#### Раздел 2. *Профессиональная этика*

##### **Тема 1. *Понятие, содержание и предмет профессиональной этики***

Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий. Разновидности профессиональной этики. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.

##### **Тема 2. *Кодексы профессиональной этики***

Разновидности кодексов профессиональной этики. Свойства профессиональных кодексов. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуацию характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств). Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива. Толерантное восприятие этих различий. Нормы поведения членов различных профессий.

Практические занятия

ПР03. Понятие, содержание и предмет профессиональной этики.

ПР04. Кодексы профессиональной этики.

Самостоятельная работа:

СР04. Изучить сущность и назначение профессиональной этики, категории призвания и профессионального долга, основные нормы и принципы профессиональной этики.

СР05. Изучить краткосрочную и долгосрочную выгоду профессиональных отношений в современной России.

СР06. Национально-культурные ценности в профессиональной этике, традиции, нравы, привычки представителей разных культур.

### **Раздел 3. Деловое общение**

#### **Тема 1. Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили**

Определение, формы, виды, средства и стили делового общения. Прямое и косвенное деловое общение. Формы и виды устной и письменной коммуникации при изучении и разработке профессиональной документации. Стандартные формы письменного речевого поведения в профессиональной сфере. Материальное, когнитивное и деятельностное деловое общение. Официально-деловой стиль общения. Научный стиль общения. Публицистический и разговорно-бытовой стили общения. Владение коммуникативными нормами в профессиональной деятельности.

#### **Тема 2. Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения**

Деловой разговор, совещания, заседания (анализ, проектирование и организация межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели). Переговоры: методы ведения и итоги (навыки деловой коммуникации, аргументированного изложения собственной точки зрения, ведения дискуссии и полемике). Публичное ораторское выступление. Отношения со средствами массовой информации: проведение пресс-конференций, презентаций, выставок. Язык мимики и жестов. Позы защиты, уверенности, раздумья, обмана, агрессии. Походка. Умение читать по лицам. Визитные карточки. Деловая переписка. Типы деловых писем. Резюме. Электронные средства связи. Компьютер. Интернет. Web-этикет. E-mail. Факс. Деловые подарки и сувениры. Чаевые. Порядок приветствий, представлений и знакомств. Телефонный этикет. Этикет мобильной связи. Этикет официальных мероприятий.

#### **Практические занятия**

ПР05. Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили.

ПР06. Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения.

#### **Самостоятельная работа**

СР07. Изучить международный протокол и деловую этику, понятие «деловое общение», его разновидности, функции, стили, основные формы бизнес-коммуникаций.

СР08. Изучить правила проведения деловых бесед, совещаний, заседаний, переговоров, подготовку и обслуживание совещаний, конференций, презентаций, выставок. виды и правила написания деловых писем, ораторское искусство, деловой этикет.

### **Раздел 4. Управленческое общение**

#### **Тема 1. Законы управленческого общения**

Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач. Способы управления коллективом при решении им научно-исследовательских и научно-производственных работ. Методы повышения социальной мобильности. Директивные и демократические формы управленческого общения. Эффективное управленческое обще-

ние, закономерности общения и способы управления индивидом и группой. Первый и второй законы управленческого общения. Приемы формирования аттракции.

**Тема 2. Тактика действий в конфликтных и кризисных ситуациях**

Принципы общения между членами научного коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия. Виды конфликтов. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях.

Практические занятия

ПР07. Законы управленческого общения.

ПР08. Тактика действий в конфликтных ситуациях.

Самостоятельная работа

СР09. Изучить управленческую этику, имидж руководителя как часть управленческого взаимодействия, современные тенденции управления организацией.

СР10. Причины возникновения конфликтных ситуаций, разновидности конфликтов, способы преодоления, роль руководителя организаций в ликвидации конфликтов и их последствий.

**Раздел 5. Имидж делового человека**

**Тема 1. Понятие «имидж», его психологическое содержание и виды**

Терминология. Прототипы имиджа, носители имиджа. Цели формирования имиджа. Стратегии формирования имиджа. Организационные тактики и тактики воздействия. Психологические тактики воздействия на сознание. Теория ожиданий и мотиваций. Принципы развития личности с целью порождения у него способностей к креативной деятельности.

**Тема 2. Принципы и технологии формирования профессионального имиджа человека. Принципы и технологии формирования индивидуального имиджа человека**

Зависимость содержания имиджа от профессии и должности. Умение работать в коллективе, сопоставляя свои интересы с интересами коллектива в целом. Понятие имиджмейкерства. Специфическая одаренность имиджмейкеров. Секреты профессионализма. Риторическое оснащение имиджмейкера. Приоритетные задачи имиджмейкинга. Речевое воздействие на управление энергетического ресурса человека. Виды индивидуального имиджа: габитарный, овеществленный, вербальный, кинетический и средовый. Стили в одежде: классический, деловой, стиль Шанель. Обувь. Аксессуары: ювелирные украшения, очки, портфель/сумка, портмоне, зонт, мобильный телефон, ручка, зажигалка, часы. Ухоженность. Манера держаться. Одежда для приемов

Практические занятия

ПР09. Понятие «имидж», его психологическое содержание и виды

ПР10. Принципы и технологии формирования профессионального имиджа человека. Принципы и технологии формирования индивидуального имиджа человека

Самостоятельная работа

СР11. Изучить предмет, объект, задачи и методы исследования современной имиджологии, тенденции и перспективы развития имиджологии в России в ближайшие десятилетия.

СР12. Изучить имиджмейкинг и его применение.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Денисов А.А. Профессиональная этика и этикет [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Денисов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный институт сервиса, 2014.— 210 с.— Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/32795.html> — ЭБС «IPRbooks»
2. Бикбаева Э.В., Протасова О.Л. Деловое общение и профессиональная этика. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бикбаева Э.В., Протасова О.Л.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2016. — 102 с.— Режим доступа: [https://www.tstu.ru/m/book/elib1/exe/2016/Bikbaeva\\_1.exe](https://www.tstu.ru/m/book/elib1/exe/2016/Bikbaeva_1.exe) — ЭБС «ТГТУ»
3. Козловская Т.Н. Профессиональная этика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Козловская Т.Н., Еланчинцева Г.А., Зубова Л.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 218 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54147.html> — ЭБС «IPRbooks»
4. Суворова, Н. А. Культура делового общения в профессиональной деятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. А. Суворова, Л. В. Табак. Электрон. текстовые данные.— Сочи : Сочинский государственный университет, 2020. — 98 с. —Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/106571.html> — ЭБС «IPRbooks»
5. Эксакусто, Т. В. Основы психологии делового общения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. В. Эксакусто. — Электрон. текстовые данные. — Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2015. — 162 с. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/78690.html> — ЭБС «IPRbooks»

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>  
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>  
База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».



## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода Вашего обучения через участие в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов. При этом Ваша самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование Вами времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения Вам рекомендуется такая последовательность действий:

– после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;

– при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;

– в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке;

– при подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам домашнего задания, изучить примеры;

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций Вами изучаются и книги по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. Очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная Microsoft Open License №66426830
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная Microsoft Open License №66426830

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01	Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы	опрос
ПР02	Этические принципы и нормы в деловом общении.	опрос
ПР03	Понятие, содержание и предмет профессиональной этики.	опрос
ПР04	Кодексы профессиональной этики.	опрос
ПР05	Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили	деловая игра
ПР06	Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения	деловая игра
ПР07	Законы управленческого общения	опрос
ПР08	Тактика действий в конфликтных ситуациях	контрольная работа
СР06	Национально-культурные ценности в профессиональной этике, традиции, нравы, привычки представителей разных культур	доклад
СР010	Причины возникновения конфликтных ситуаций, разновидности конфликтов, способы преодоления, роль руководителя организаций в ликвидации конфликтов и их последствий	реферат

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Зач01	Зачет	1 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (УК-5)** Знает закономерности и специфику развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Знает основные закономерности и характерные особенности развития различных культур	ПР01, ПР02, Зач01
Знает специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях	ПР03, ПР04, Зач01

#### Задания к опросу ПР01

1. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона.
2. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность».
3. Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы.
4. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.
5. Основные закономерности развития различных культур.

#### Задания к опросу ПР02

1. Универсальные принципы деловой этики.
2. Международные этические принципы бизнеса.
3. Нормы деловой этики.
4. Принципы этики деловых отношений.
5. Характерные особенности развития различных культур.

#### Задания к опросу ПР03

1. Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание.
2. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива.
3. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга.
4. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий.
5. Разновидности профессиональной этики.
6. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.
7. Специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях

#### Задания к опросу ПР04

1. Разновидности кодексов профессиональной этики.
2. Свойства профессиональных кодексов.
3. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуация характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств).
4. Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива.
5. Толерантное восприятие этих различий.
6. Нормы поведения членов различных профессий.

### **Теоретические вопросы к зачету Зач01**

1. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона.
2. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность».
3. Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы.
4. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.
5. Основные закономерности развития различных культур.
6. Универсальные принципы деловой этики.
7. Международные этические принципы бизнеса.
8. Нормы деловой этики.
9. Принципы этики деловых отношений.
10. Характерные особенности развития различных культур.
11. Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание.
12. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива.
13. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга.
14. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий.
15. Разновидности профессиональной этики.
16. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.
17. Специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях
18. Разновидности кодексов профессиональной этики.
19. Свойства профессиональных кодексов.
20. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуация характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств).
21. Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива.
22. Толерантное восприятие этих различий.
23. Нормы поведения членов различных профессий.
24. Определение, формы, виды, средства и стили делового общения.
25. Прямое и косвенное деловое общение.
26. Формы и виды устной и письменной коммуникации при изучении и разработке профессиональной документации.
27. Стандартные формы письменного речевого поведения в профессиональной сфере.
28. Материальное, когнитивное и деятельностное деловое общение.
29. Официально-деловой стиль общения. Научный стиль общения. Публицистический и разговорно-бытовой стили общения.
30. Владение коммуникативными нормами в профессиональной деятельности. Создание и поддержание взаимопонимания между представителями разных национальностей.
31. Деловой разговор, совещания, заседания (анализ, проектирование и организация межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели).
32. Переговоры: методы ведения и итоги (навыки деловой коммуникации, аргументированного изложения собственной точки зрения, ведения дискуссии и полемики).
33. Публичное ораторское выступление.
34. Отношения со средствами массовой информации: проведение пресс-конференций, презентаций, выставок.
35. Язык мимики и жестов. Позы защиты, уверенности, раздумья, обмана, агрессии. Походка. Умение читать по лицам.

36. Визитные карточки.
37. Деловая переписка. Типы деловых писем.
38. Резюме.
39. Электронные средства связи. Компьютер. Интернет. Web-этикет. E-mail. Факс.
40. Деловые подарки и сувениры.
41. Порядок приветствий, представлений и знакомств. Телефонный этикет. Этикет мобильной связи. Этикет официальных мероприятий.
42. Национально-культурные ценности в профессиональной этике представителей разных национальностей.
43. Традиции представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
44. Нравы представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
45. Привычки представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
46. Противоречия общей этики, реальности и кодексов профессиональной этики.
47. Правила нравственного поведения в конкретных профессионально-деловых ситуациях.
48. Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач.
49. Способы управления коллективом при решении им исследовательских и производственных работ.
50. Методы предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, исходя из особенностей представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.
51. Директивные и демократические формы управленческого общения.
52. Эффективное управленческое общение, закономерности общения и способы управления индивидом и группой.
53. Первый и второй законы управленческого общения.
54. Приемы формирования аттракции.
55. Принципы общения между членами коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач.
56. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия.
57. Виды конфликтов.
58. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе. Способы и приемы предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий
59. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов.
60. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов.
61. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях
62. Прототипы имиджа, носители имиджа. Цели формирования имиджа. Стратегии формирования имиджа. Организационные тактики и тактики воздействия.
63. Психологические тактики воздействия на сознание. Теория ожиданий и мотиваций. Принципы развития личности с целью порождения у него способностей к креативной деятельности.
64. Зависимость содержания имиджа от профессии и должности.
65. Умение работать в коллективе, сопоставляя свои интересы с интересами коллектива в целом.
66. Понятие имиджмейкерства. Приоритетные задачи имиджмейкинга.
67. Виды индивидуального имиджа: габитарный, овеществленный, вербальный, кинетический и средовый.

68. Стили в одежде: классический, деловой, стиль Шанель. Обувь. Аксессуары: ювелирные украшения, очки, портфель/сумка, портмоне, зонт, мобильный телефон, ручка, зажигалка, часы. Ухоженность. Манера держаться. Одежда для приемов.

**ИД-2 (УК-5)** Умеет обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур	ПР05
Умеет применять на практике навыки общения в мире культурного многообразия, создавая и поддерживая взаимопонимание между представителями разных национальностей	ПР06, СР06

Задание к деловой игре «Проведение делового совещания» ПР05

1. Учебная группа определяется с выбором руководителя подразделения.
2. Распределяются роли членов группы.
3. Среди членов коллектива, присутствующих на совещании, есть представители разных культур.
3. Выбирается проблема для обсуждения на совещании.
4. Совещание.
5. Итог совещания.
6. Обсуждение итогов совещания (анализ межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели).

Задание к деловой игре «Проведение переговоров» ПР06

1. Учебная группа делится на две подгруппы.
2. Каждая из них является сторонами переговоров.
3. Выбирается проблема для обсуждения на переговорах.
4. Переговоры.
5. Итог переговоров.
6. Обсуждение итогов деловой игры.

Темы доклада СР06

1. Национально-культурные ценности в профессиональной этике представителей разных национальностей.
2. Традиции представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
3. Нравы представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
4. Привычки представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
5. Противоречия общей этики, реальности и кодексов профессиональной этики.
6. Правила нравственного поведения в конкретных профессионально-деловых ситуациях.

**ИД-3 (УК-5)** Владеет методами предупреждения и разрешения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Владеет методами предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, учитывая особенности представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ПР07
Владеет способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий	ПР08, СР10

#### Задания к опросу ПР07

1. Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач.
2. Способы управления коллективом при решении им исследовательских и производственных работ.
3. Методы предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, исходя из особенностей представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.
4. Директивные и демократические формы управленческого общения.
5. Эффективное управленческое общение, закономерности общения и способы управления индивидом и группой.
6. Первый и второй законы управленческого общения.
7. Приемы формирования аттракции.

#### Вопросы к контрольной работе ПР08

1. Принципы общения между членами коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач.
  2. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия.
  3. Виды конфликтов.
  4. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе.
- Способы и приемы предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий
5. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов.
  6. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов.
  7. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях.

#### Темы реферата СР010

1. Особенности конфликтов в организации
2. Социальные функции организационных конфликтов
3. Признаки конфликтной ситуации в организации
4. Структура организационного конфликта
5. Способы предупреждения конфликтов
6. Стадии конфликта в организации
7. Причины организационных конфликтов
8. Движущие силы организационных конфликтов
9. Латентная стадия организационного конфликта
10. Инцидент и провокация, их роль в конфликте
11. Организаторы конфликта
12. Предпосылки возникновения конфликтов в организации
13. Методы диагностики конфликтных ситуаций в организации



14. Формы и способы регулирования конфликтов
15. Типы организационных конфликтов
16. Динамика межгрупповых конфликтов
17. Организационные конфликты и их виды
18. Деловые и межличностные конфликты
19. Конфликт между руководителем и подчиненным: причины и способы регулирования
20. Производственные конфликты
21. Трудовые споры как конфликт
22. Забастовка как трудовой конфликт: виды, формы, способы регулирования
23. Способы регулирования конфликтов в организации
24. Социальная технология регулирования конфликтов в организации
25. Роль посредников в управлении конфликтами в организации
26. Формы посредничества в регулировании конфликтов в организации
27. Переговоры как средство достижения компромисса
28. Правила проведения переговоров по урегулированию конфликтов
29. Компромисс как способ урегулирования конфликтов
30. Роль насилия в управлении конфликтами в организации
31. Индустриальные конфликты и социальное партнерство
32. Руководитель и коллектив: управление конфликтами
33. Психология конфликта в организации
34. Манипулирование в конфликтных ситуациях, его формы и влияние на динамику конфликта
35. Манипулятивные игры в конфликтных ситуациях
36. Манипулятивные игры руководителя в конфликтах
37. Манипулятивные игры подчиненных в конфликтах
38. Этика конфликта
39. Этика в регулировании конфликтных ситуаций
40. Этикет в регулировании конфликтных ситуаций
41. морально-психологические аспекты поведения человека в конфликте
42. Роль руководителя коллектива в регулировании конфликтов
43. Роль профсоюзов в регулировании и разрешении трудовых конфликтов
44. Роль административной власти в регулировании конфликтов.
45. Диагностика социальной напряженности в организации
46. Прогнозирование конфликтов в организации
47. Стратегия и тактика в регулировании организационных конфликтов
48. Основные правила разрешения конфликтов
49. Предупреждение организационных конфликтов
50. Последствия конфликтов в организации

## **8.2. Критерии и шкалы оценивания**

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Опрос	даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Деловая игра	активное участие студентов группы, подведены итоги, сформулированы выводы
Контрольная работа	содержание всех вопросов раскрыто
Доклад	тема доклада раскрыта, сформулированы выводы; соблюдены требования к объему и оформлению доклада (презентации к докладу)
Реферат	тема реферата раскрыта; использованы рекомендуемые источники; соблюдены требования к объему и оформлению реферата

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.03 Планирование и организация проведения***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***эксперимента***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***Очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., ДОЦЕНТ

степень, должность

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ А.Е. Меметова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ А.Г. Ткачев

инициалы, фамилия

Тамбов 2024

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</b>	
ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования	знает методологии исследовательской деятельности, методов и инструментов анализа и синтеза результатов научных экспериментов
	умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий
	владеет навыками составления научно-технических отчетов владеет навыками осуществления контроля за параметрами нанотехнологических процессов
ИД-2 (УК-1) Умеет действовать в проблемных ситуациях, несет ответственность за принятые решения	умеет использовать корректирующие действия в процессе проведения научных исследований, научно-практических работ
	владеет навыками координирования разных организационных задач, согласования совместных действий отдельных исполнителей в научно-исследовательском коллективе
	владеет навыками принятия и реализации управленческих решений для достижения целей научно-исследовательских и научно-производственных работ, решения поставленных задач в профессиональной деятельности
<b>ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</b>	
ИД-2 (ОПК-4) Имеет навык планирования и проведения эксперимента, анализа экспериментальных результатов	умеет выбирать технологию проведения научного эксперимента (исследования), обосновывать практическую и теоретическую ценность полученных результатов научного эксперимента
	умеет разрабатывать планы и программы проведения научных исследований, научно-практических работ, распределять и подготавливать задания для отдельных исполнителей
	умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий
ИД-3 (ОПК-4) Умеет применять современ-	умеет использовать знания в области инженерных нанотехнологий в своей научно-исследовательской, педагогической и производственно-организационной деятельности

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ные методы исследования, критически оценивать и представлять результаты выполненной работы	знает фундаментальные физико-химические основы нанотехнологий и нанодиагностики, механики, оптики, электроники, микропроцессорной техники, проектирования и технологии приборов (машин, систем)
	умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий
	владеет навыками совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий применения и эксплуатации
	владеет навыками осуществления контроля за параметрами нанотехнологических процессов
<b>ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии</b>	
ИД-1 (ОПК-7) Знает основы патентования результатов интеллектуальной деятельности	знает правовые и нормативные акты в сфере безопасности, регламентирующие требования качества при создании объектов наноиндустрии
	знает правовые и нормативные акты в сфере защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности
	умеет проводить и составлять отчеты о патентных исследованиях

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 6 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	1 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>52</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	16
практические занятия	16
курсовое проектирование	-
консультации	2
промежуточная аттестация	2
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>164</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>216</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Раздел 1. Введение в дисциплину.**

Основные понятия теории планирования эксперимента.  
Объект исследования, его представление в виде «черного ящика».  
Виды входных и выходных переменных.  
Факторы, общая характеристика факторов, факторное пространство.  
Выходные показатели, характеристика исследуемых свойств или качеств – отклик, функция отклика, поверхность отклика.  
СР01. Эксперимент как система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях.  
СР 02. Опыт как отдельная элементарная часть эксперимента. (интерактивная лекция)

#### **Раздел 2. Корреляционный и регрессионный анализ.**

Вероятностная взаимосвязь между различными переменными.  
Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия.  
Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов уравнения регрессии (параметров математической модели объекта исследования).  
Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.  
Проверка адекватности математической модели объекта исследования.  
Метод множественной корреляции.  
ПР 01 Построение моделей на основании метода наименьших квадратов  
ЛР 01 Применение интеграла вероятностей для анализа данных  
СР 03. Простейшие случаи нелинейной корреляции.  
СР 04. Метод линеаризации.

#### **Раздел 3. Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана.**

Разновидности планов эксперимента.  
Основы построения математических моделей планов экспериментов. Их характеристики.  
Критерии оптимальности планов экспериментов.  
Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии (математической модели объекта исследования).  
Критерии D-, A-, E- оптимальности и ортогональности.  
Критерии оптимальности, связанные с точностью получения оценок отклика.  
ЛР 02 Расчет вероятностей на основе Хи-квадрат распределения  
ПР 02 Построение нелинейной моделей объекта исследования  
СР 05. Критерии G- оптимальности, ротатабельности и равномерности планирования.  
СР 06. Ортогонализация планов экспериментов.  
СР07. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям.

#### **Раздел 4. Планы многофакторных экспериментов.**

Полный факторный план (ПФП) и его характеристика.  
Кодирование факторов.  
Составление ПФП эксперимента.  
Организация проведения эксперимента по ПФП, обработка и анализ его результатов.  
Дробный факторный план (ДФП). Основная идея ДФП.  
ДФП для моделей с взаимодействием.  
Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии.  
Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов.

Сравнительная оценка дробных реплик.  
Разрешающая способность реплики.  
Организация проведения эксперимента по ДФП, обработка и анализ его результатов.  
ПР03 Составление ПФП эксперимента, обработка и анализ его результата  
ПР04 Составление ДФП эксперимента, обработка и анализ его результатов  
ЛР 03 Функциональный масштаб. Вероятностная бумага  
ЛР 04 Первичная обработка данных. Выборочные моменты. Расчет погрешностей  
СР 08. Ротатабельное планирование.  
СР 09. Реализация принципа последовательного планирования эксперимента.  
СР 10. Составление плана эксперимента второго порядка, обработка и анализ его результатов.  
СР 11. Многоуровневые факторные планы.

#### **Раздел 5. Планы поиска экстремума функции отклика.**

Оптимизация объектов исследования.  
Постановка задачи оптимизации.  
Методы оптимизации однофакторных объектов.  
Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи.  
Особенности планирования при оптимизации сложных объектов.  
ПР 05. Методы оптимизации объекта исследования  
ЛР 05. Первичная обработка данных. Выборочные распределения  
СР 12. Понятие о методах условной оптимизации.  
СР 13. Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов.

#### **Раздел 6. Методы оптимизации многофакторных объектов.**

Последовательные методы поиска оптимальных решений.  
Метод Гаусса-Зейделя.  
Метод случайного поиска.  
Метод градиента.  
Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).  
Симплексный метод оптимизации объектов. Симплекс и его последовательное смещение в направлении к оптимуму.  
Критерии окончания процесса оптимизации.  
ПР 06. Построение модели объекта исследования в условиях аддитивного дрейфа  
ЛР 06. Оценка максимального правдоподобия  
СР 14. Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации.  
СР 15. Принцип последовательного планирования при оптимизации объектов исследования.

#### **Тема 7. Выделение существенных факторов**

Методы выделения существенных факторов.  
Планирование отсеивающих экспериментов.  
Использование метода случайного баланса при составлении плана отсеивающего эксперимента.  
Организация, проведение и методы анализа результатов отсеивающих экспериментов.  
Дисперсионный анализ.



ПР07 Составление плана эксперимента второго порядка, обработка и анализ его результатов

ЛР 07 Метод наименьших квадратов

СР 16. Однофакторная классификация.

СР 17. Дисперсионный анализ при трехфакторной и четырехфакторной классификации.

**Тема 8. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик.**

Постановка задачи.

Метод проверки условий отсутствия дрейфа характеристик объекта.

Построение математических моделей в условиях аддитивного дрейфа.

ПР 08. Виды и структура исследовательских работ

ЛР 08. Оценка автокорреляционной функции. Экспоненциальное сглаживание

СР 18. Адаптивный метод построения математической модели в условиях неаддитивного случайного дрейфа.

**Тема 9. Планирование при выборочном контроле.**

Планы выборочного контроля.

Одноступенчатый, двухступенчатый и многоступенчатый планы выборочного контроля.

Параметры планов выборочного контроля, правила принятия решения.

Усеченный выборочный контроль.

Адаптация планов выборочного контроля к динамике производства.

ПР 09. Построение отчета по НИР

ЛР 09. Оценка характеристик систем случайных величин

СР 19. Способы и правила корректировки планов выборочного контроля.

СР 20. Ослабленный и усиленный планы выборочного контроля.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1 Учебная литература

1. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403>
2. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Д. Григорьев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65949>. — Загл. с экрана.
3. Попов А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем [Электронный ресурс]: монография/ Попов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45413>.
4. Капитонов, Е.Н. Системный подход в технике / Е.Н.Капитонов. – Тамбов: ТГТУ, 1996. – 62 с.
5. Методы прогнозирования в квалиметрии машиностроения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.М. Хвастунов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012. — 188 с. — 5-9900344-2-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6972.html>
6. Мартемьянов, Ю.Ф. Статистические методы моделирования систем: Учебное пособие для вузов / Ю. Ф. Мартемьянов. - Тамб. гос. техн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Тамбов: ТГТУ, 2003. - 116с
7. Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015. — 93 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55912.html>

##### 4.2 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ

<https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы может быть скорректировано с учетом нозологии, потребностей и возможностей обучающегося

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания дисциплины «Планирование и организация проведения эксперимента» предусматривает проведение лекций, лабораторных и практических работ, самостоятельную работу студентов. Текущий контроль знаний студентов осуществляется с использованием экспресс – опросов и защит лабораторных и практических работ. Итоговой формой контроля по курсу является экзамен.

Каждая лекция содержит логически завершенную информацию для последующего проведения лабораторной работы. Главной задачей лекций является определение направления изучения данного курса по конкретной теме, формирование концептуальных теоретических знаний, позволяющих студентам самостоятельно изучить дополнительные материалы с учетом специфики их научных и профессиональных интересов. Лекция, как правило, строится в соответствии со следующей типовой схемой:

- введение, в котором представлена подборка теоретических и исторических сведений по изучаемой теме лекции;
- постановка задачи, содержащая практические примеры и логические предпосылки последующих методических и методологических положений;
- практические рекомендации, объединенные по направлениям и способам решения поставленной проблемы - в виде конкретных решений, приемов и методов;
- краткое обоснование рекомендаций, представляемое, как правило, в виде перечня нормативно-правовых предпосылок, эмпирических и научных данных, подтверждающих правомерность предлагаемых действий;
- выводы и обобщения, помогающие закрепить изученный материал, представляемые в виде ключевых понятий и перечня вопросов для самостоятельного изучения и подготовки к практическим и семинарским занятиям.

В целях интенсификации процесса обучения широко используются активные методы обучения в виде семинарских занятий по основным темам дисциплины, обсуждение ситуаций с использованием мультимедийных средств. Неотъемлемой частью изучения дисциплины является умение работать со справочной и нормативной литературой.

Рекомендуются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- контрольный опрос студентов на лекциях и лабораторных работах;
- проверка полноты и качества выполнения заданий на самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем по рекомендованной литературе.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для качественного образовательного процесса по всем видам учебных занятий в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием:

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства: экран, проектор	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643; AutoCAD 2009-2011 / Бессрочная Лицензия №110000006741 Договор №11580/VRN3/35-03/120 от 26.06.2009г. Программный комплекс T-FLEX / Лицензия №0DE36697 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (146/Л4)	Мебель: учебная мебель Технические средства: доска, экран, настольный токарно-винторезный станок, типовые детали машиностроительных производств: валы, зубчатые колеса, втулки, фланцы, диски	
Научно-исследовательская лаборатория (146/Л3)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: лабораторные столы, компьютерные столы Технические средства: дилутор, спектрофотометр, ротатор, рН метр, флюорат, центрифуга, магнитная мешалка, весы	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Читальный зал Научной библиотеки ТГТУ	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Компьютерный класс	Мебель: учебная мебель	Microsoft Windows XP Лицен-

28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

---

(ауд. 333/А)	Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	зия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701
--------------	--	---

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных и практических работ. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обоз- начение	Наименование	Форма контроля
ЛР01	Применение интеграла вероятностей для анализа данных	защита
ЛР02	Расчет вероятностей на основе ХИ-квадрат распределения	защита
ЛР03	Функциональный масштаб. Вероятностная бумага	защита
ЛР04	Первичная обработка данных. Выборочные моменты. Расчет погрешностей	защита
ЛР05	Первичная обработка данных. Выборочные распределения	защита
ЛР06	Оценка максимального правдоподобия	защита
ЛР07	Метод наименьших квадратов	защита
ЛР08	Оценка автокорреляционной функции. Экспоненциальное сглаживание	защита
ЛР09	Оценка характеристик систем случайных величин	защита
ПР01	Построение моделей на основании метода наименьших квадратов	защита
ПР02	Построение нелинейной моделей объекта исследования	защита
ПР03	Составление ПФП эксперимента, обработка и анализ его результата	защита
ПР04	СоставлениеДФП эксперимента, обработка и анализ его результатов	защита
ПР05	Методы оптимизации объекта исследования	защита
ПР06	Построение модели объекта исследования в условиях аддитивного дрейфа	защита
ПР07	Составление плана эксперимента второго порядка, обработка и анализ его результатов	защита
ПР08	Виды и структура исследовательских работ	защита
ПР09	Построение отчета по НИР	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обоз- начение	Форма отчетности	Очная
Экз01	Экзамен	1 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

#### ИД-1 (УК-1)

##### Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает методологии исследовательской деятельности, методов и инструментов анализа и синтеза результатов научных экспериментов	Экз01
умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий	Экз01
владеет навыками составления научно-технических отчетов владеет навыками осуществления контроля за параметрами нанотехнологических процессов	Экз01 ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04

#### ИД-2 (УК-1)

##### Умеет действовать в проблемных ситуациях, несет ответственность за принятые решения

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
умеет использовать корректирующие действия в процессе проведения научных исследований, научно-практических работ	Экз01
владеет навыками координирования разных организационных задач, согласования совместных действий отдельных исполнителей в научно-исследовательском коллективе	Экз01 ПР01, ПР02, ПР03, ПР04
владеет навыками принятия и реализации управленческих решений для достижения целей научно-исследовательских и научно-производственных работ, решения поставленных задач в профессиональной деятельности	Экз01 ЛР04, ЛР05, ЛР06, ЛР07

#### ИД-2 (ОПК-4)

##### Имеет навык планирования и проведения эксперимента, анализа экспериментальных результатов

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
умеет выбирать технологию проведения научного эксперимента (исследования), обосновывать практическую и теоретическую ценность полученных результатов научного эксперимента	Экз01
умеет разрабатывать планы и программы проведения научных исследований, научно-практических работ, распределять и подготавливать задания для отдельных исполнителей	Экз01 ПР04, ПР05, ПР06, ПР07
умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий	Экз01 ЛР04, ЛР05, ЛР08, ЛР09



### ИД-3 (ОПК-4)

**Умеет применять современ-ные методы исследования, критически оценивать и представлять результаты выполненной работы**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
умеет выбирать технологию проведения научного эксперимента (исследования), обосновывать практическую и теоретическую ценность полученных результатов научного эксперимента	Экз01
умеет разрабатывать планы и программы проведения научных исследований, научно-практических работ, распределять и подготавливать задания для отдельных исполнителей	Экз01 ПР04, ПР05, ПР06, ПР08
умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий	Экз01 ЛР04, ЛР05, ЛР07, ЛР08

### ИД-1 (ОПК-7)

**Знает основы патентования результатов интеллектуальной деятельности**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает правовые и нормативные акты в сфере безопасности, регламентирующие требования качества при создании объектов наноиндустрии	Экз01
знает правовые и нормативные акты в сфере защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности	Экз01
умеет проводить и составлять отчеты о патентных исследованиях	Экз01 ПР 09

#### **Теоретические вопросы к экзамену Экз01**

1. Основные понятия теории планирования эксперимента.
2. Объект исследования, его представление в виде «черного ящика».
3. Виды входных и выходных переменных.
4. Факторы, общая характеристика факторов, факторное пространство.
5. Выходные показатели, характеристика исследуемых свойств или качеств – отклик, функция отклика, поверхность отклика.
6. Эксперимент как система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях.
7. Опыт как отдельная элементарная часть эксперимента. (интерактивная лекция)
8. Вероятностная взаимосвязь между различными переменными.
9. Выборочный коэффициент корреляции.
10. Линейная регрессия.
11. Метод наименьших квадратов.
12. Расчет коэффициентов уравнения регрессии (параметров математической модели объекта исследования).
13. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.
14. Проверка адекватности математической модели объекта исследования.
15. Метод множественной корреляции.
16. Простейшие случаи нелинейной корреляции.
17. Метод линеаризации.
18. Разновидности планов эксперимента.

19. Основы построения математических моделей планов экспериментов. Их характеристики.
20. Критерии оптимальности планов экспериментов.
21. Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии (математической модели объекта исследования).
22. Критерии D-, A-, E- оптимальности и ортогональности.
23. Критерии оптимальности, связанные с точностью получения оценок отклика.
24. Критерии G- оптимальности, ротатабельности и равномерности планирования.
25. Ортогонализация планов экспериментов.
26. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям.
27. Полный факторный план (ПФП) и его характеристика.
28. Кодирование факторов.
29. Составление ПФП эксперимента.
30. Организация проведения эксперимента по ПФП, обработка и анализ его результатов.
31. Дробный факторный план (ДФП).
32. Основная идея ДФП. ДФП для моделей с взаимодействием.
33. Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии.
34. Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов.
35. Сравнительная оценка дробных реплик.
36. Разрешающая способность реплики.
37. Организация проведения эксперимента по ДФП, обработка и анализ его результатов.
38. Ротатабельное планирование.
39. Реализация принципа последовательного планирования эксперимента.
40. Составление плана эксперимента второго порядка, обработка и анализ его результатов.
41. Многоуровневые факторные планы.
42. Оптимизация объектов исследования.
43. Постановка задачи оптимизации.
44. Методы оптимизации однофакторных объектов.
45. Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи.
46. Особенности планирования при оптимизации сложных объектов.
47. Понятие о методах условной оптимизации.
48. Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов.
49. Последовательные методы поиска оптимальных решений.
50. Метод Гаусса-Зейделя.
51. Метод случайного поиска.
52. Метод градиента.
53. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).
54. Симплексный метод оптимизации объектов.
55. Симплекс и его последовательное смещение в направлении к оптимуму.
56. Критерии окончания процесса оптимизации.
57. Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации.
58. Принцип последовательного планирования при оптимизации объектов исследования.
59. Методы выделения существенных факторов.
60. Планирование отсеивающих экспериментов.

61. Использование метода случайного баланса при составлении плана отсеивающего эксперимента.
62. Организация, проведение и методы анализа результатов отсеивающих экспериментов.
63. Дисперсионный анализ. Однофакторная классификация.
64. Дисперсионный анализ при трехфакторной и четырехфакторной классификации.
65. Метод проверки условий отсутствия дрейфа характеристик объекта.
66. Построение математических моделей в условиях аддитивного дрейфа.
67. Адаптивный метод построения математической модели в условиях неаддитивного случайного дрейфа.
68. Планы выборочного контроля.
69. Одноступенчатый, двухступенчатый и многоступенчатый планы выборочного контроля.
70. Параметры планов выборочного контроля, правила принятия решения.
71. Усеченный выборочный контроль.
72. Адаптация планов выборочного контроля к динамике производства.
73. Способы и правила корректировки планов выборочного контроля.
74. Ослабленный и усиленный планы выборочного контроля.

**Примеры типовых практических заданий к защитам практических и лабораторных работ ЛР01-09, ПР01-09**

1. *Решите задачу:*

Для исследования влияния некоторых технологических факторов на прочность клеевого соединения эксперименты были поставлены по плану ПФЭ  $2^3$  при фиксированном количестве наносимого клея  $0,06 \text{ г/см}^2$ . В качестве факторов, влияющих на прочность  $y(\text{кг/см}^2)$ . Были выбраны следующие:

$z_1$  – высота неровностей материала, мкм ( $z_1^- = 20, z_1^+ = 80$ )

$z_2$  – время активации клеевой пленки, с ( $z_2^- = 60, z_2^+ = 300$ )

$z_3$  – давление прессования,  $\text{кгс/см}^2$  ( $z_3^- = 2, z_3^+ = 8$ )

Постройте уравнение регрессии, учитывая взаимодействия факторов, проверьте полученную модель на адекватность и проведите ее интерпретацию

Исходная матрица планирования приведена в таблице

№ эксп.	Изучаемый фактор			Результат опытов		
	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
1	+	+	+	7.4	7.3	7.5
2	-	+	+	10.4	10.6	10.8
3	+	-	+	10.2	10.3	10.1
4	-	-	+	7.4	7.5	7.6
5	+	+	-	16.8	17	17.2
6	-	+	-	10.8	11.2	11
7	+	-	-	9.3	9.5	9.4
8	-	-	-	10.2	10.3	10.1

2. *Решите задачу:*

Для исследования влияния некоторых технологических факторов на прочность сварного шва эксперименты были поставлены по плану ПФЭ  $2^3$  при фиксированном количестве наплавляемого электрода.

В качестве факторов, влияющих на прочность  $y$  (МПа), были выбраны следующие:

$z_1$  – температура дуги,  $^{\circ}\text{C}$  ( $z_1^- = 1200, z_1^+ = 1600$ )

$z_2$  – скорость перемещения электрода,  $\text{мм/с}$  ( $z_2^- = 2, z_2^+ = 10$ )

$z_3$  – сила тока, А ( $z_3^- = 30, z_3^+ = 100$ )

Постройте уравнение регрессии, учитывая взаимодействия факторов, проверьте полученную модель на адекватность и проведите ее интерпретацию

Исходная матрица планирования приведена в таблице

№ эксп.	Изучаемый фактор			Результат опытов		
	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
1	+	+	+	408	404	388
2	-	+	+	312	304	306
3	+	-	+	328	336	330
4	-	-	+	281	265	274
5	+	+	-	650	646	667
6	-	+	-	538	556	540
7	+	-	-	607	621	628
8	-	-	-	552	542	528

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.04 Использование нанотехнологий в производственных процессах**  
(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

\_\_\_\_\_ **28.04.02 Наноинженерия**  
(шифр и наименование)

Программа магистратуры

\_\_\_\_\_ **Наноинженерия в машиностроении**  
(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: \_\_\_\_\_ **очная**

Кафедра: \_\_\_\_\_ **Техника и технологии производства нанопродуктов**  
(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ **д.т.н., профессор**  
степень, должность

\_\_\_\_\_ **подпись**

\_\_\_\_\_ **Е.Н. Туголуков**  
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ **подпись**

\_\_\_\_\_ **А.Г. Ткачев**  
инициалы, фамилия

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И  
ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в профессиональной области с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений</b>	
ИД-1 (ОПК-3) Умеет организовывать и управлять технологическим циклом производства опытных и серийных изделий на основе использования процессов нанотехнологий	<i>знание современного состояния уровня и направлений развития инженерной нанотехнологии</i>
	<i>умение решать практико-ориентированные задачи проведения экспертизы опытного производства</i>
	<i>владение навыками проведения анализа объектов инженерной нанотехнологии</i>

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности</b>	
ИД-1 (ОПК-6) Имеет опыт принятия ответственных решений, с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе	<i>знание технологических процессов производства объектов профессиональной деятельности</i>
	<i>умение разрабатывать технологические процессы изготовления изделий на основе комплексного использования наноматериалов</i>
	<i>владение навыками эксплуатации современного измерительного оборудования в области профессиональной деятельности</i>

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	1 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>49</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	16
практические занятия	16
курсовое проектирование	
консультации	
промежуточная аттестация	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>95</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>



### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Раздел 1. *Введение*

##### **Тема 1. Возникновение и развитие микро- и нанотехнологии.**

История развития микро- и нанотехнологии.

##### **Тема 2. Материаловедческо-технологический базис и основные организационные принципы.**

История появления материаловедческо-технологического базиса и основных организационных принципов.

##### **Самостоятельная работа.**

СР01. История развития микро- и нанотехнологии.

СР02. Основные организационные принципы процессов нанотехнологий.

#### Раздел 2. *Системный подход к процессу микро- и нанотехнологии*

##### **Тема 1. Системная модель технологического процесса.**

Системная модель технологического процесса: объект, воздействие, процесс. Классификация процессов микро- и нанотехнологии по физико-химической сущности: механический, термический, химический, корпускулярно-полевой; виду процесса: нанесение, удаление, модифицирование; характеру протекания процессов: тотальный, локальный, селективный, избирательный, анизотропный; способу активации: тепло, излучение, поле.

##### **Тема 2. Виды термического и корпускулярно-лучевого воздействий.**

Виды термического и корпускулярно-лучевого воздействий: резистивный, лучистый и индукционный нагрев, электронные и лазерные пучки, плазма и ионные пучки. Каталитические свойства поверхности и атомно-силовое воздействие.

##### **Практическая работа.**

ПР01. Получение нанодисперсных порошков механохимическими методами.

##### **Лабораторная работа.**

ЛР01. Методы определения размеров наночастиц.

##### **Самостоятельная работа.**

СР03. Классификация процессов микро- и нанотехнологии.

СР04. Виды термического воздействия.

#### Раздел 3. *Производственная чистота и гигиена в процессах микро- и нанотехнологии*

##### **Тема 1. Чистота помещений и технологических сред.**

Чистые помещения: классификация производственных помещений по чистоте воздушной среды и микроклимату, источники загрязнений, способы обеспечения и поддержания чистоты. Вакуум: глубина вакуума, средства откачки и методы контроля. Технологические среды: чистота материалов, воды, газовых сред и жидкостей.

##### **Тема 2. Аппаратура и элементы газовых и жидкостных систем.**

Базовые операции очистки жидких и газообразных сред. Очистка поверхности пластин. Безопасность работы в чистых помещениях: токсичные, взрывоопасные и пожароопасные среды. Утилизация отходов.

##### **Практическая работа.**

ПР02. Химическая очистка и модификация нанопорошков.

##### **Самостоятельная работа.**

СР05. Обеспечение чистоты помещений и технологических сред.

СР06. Методы очистки жидких и газообразных сред.

#### Раздел 4. *Методы неравновесного синтеза наночастиц и нанокomпозитов*

##### **Тема 1. Формирование наночастиц в плазме.**

Формирование наночастиц в плазме: вакуумно-дуговое распыление, высокотемпературная плазма с СВЧ-стимуляцией. Лазерные импульсные методы синтеза наночастиц: испарение с принудительным охлаждением, фотодиссоциация.

**Тема 2. Химический синтез наночастиц и наноматериалов.**

Термолиз в газовой фазе при высоких температурах.

**Лабораторные работы.**

ЛР02. Спектральные методы анализа и контроля наноструктурированных материалов.

ЛР03. Измерения удельной поверхности и распределения микро- и нанопор.

**Самостоятельная работа.**

СР07. Формирование наночастиц в плазме.

СР08. Химический синтез наночастиц.

**Раздел 5. Оборудование и методы нанесения вещества**

**Тема 1. Оборудование и методы нанесения вещества в вакууме.**

Оборудование и методы нанесения вещества в вакууме из молекулярных пучков: вакуум-термическое и электронно-лучевое испарение, молекулярно-лучевая эпитаксия.

**Тема 2. Оборудование и методы осаждения из газовой фазы.**

Оборудование и методы осаждения из газовой фазы: получение полукристаллического и аморфного оксида и нитрида кремния. Золь-гель технология.

**Практические работы.**

ПР03. Нанесение наноразмерных упрочняющих покрытий на металлы и сплавы.

ПР04. Исследование физико-химических характеристик нанодисперсных порошков и фуллеренов.

**Самостоятельная работа.**

СР09. Методы нанесения вещества в вакууме.

СР10. Методы осаждения из газовой фазы.

**Раздел 6. Оборудование и методы удаления вещества.**

**Тема 1. Процессы химического травления.**

Процессы химического травления: механизмы травления; оборудование, методы и среды для жидкостного и газового травления; маскирующие, «жертвенные» и «стоп»-слои.

**Тема 2. Электрохимическое травление.**

Ионно-плазменное травление. Избирательные и сверхпрецизионные методы травления.

**Самостоятельная работа.**

СР11. Процессы и оборудование для химического травления.

СР12. Процессы и оборудование для ионно-плазменного травления.

**Раздел 7. Оборудование и методы модифицирования вещества**

**Тема 1. Оборудование и методы окисления.**

Оборудование и методы окисления в газовой и жидких средах. Окисление и нитрирование в плазме.

**Тема 2. Диффузионные процессы.**

Диффузия примесей. Ионная имплантация. Имплантография. Атомно-зондовое модифицирование.

**Лабораторная работа.**

ЛР04. Методы определения термической стабильности углеродных нанотрубок.

**Самостоятельная работа.**

СР13. Процессы и оборудование для окисления в газовой и жидкой средах.

СР14. Процессы диффузии.

**Раздел 8. Литографические процессы**

**Тема 1. Классификация базовых методов литографии.**

Литографический цикл. Фотошаблоны.

**Тема 2. Аппаратура и способы совмещения и экспонирования.**

Атомно-зондовая нанолитография.

**Самостоятельная работа.**

СР15. Литография.

СР16. Атомно-зондовая нанолитография.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Марголин, В.И. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4310>. — Загл. с экрана.
2. Мищенко, С.В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение [Электронный ресурс] / С. В. Мищенко, А. Г. Ткачев. - М.: Машиностроение, 2008. - 320 с.: ил. – Режим доступа к книге: [http://tstu.ru/book/elib/pdf/2008/mich\\_tkach-a.pdf](http://tstu.ru/book/elib/pdf/2008/mich_tkach-a.pdf)
3. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагу-ля. - М.: Академия, 2005. - 192 с.
4. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века / П. Харрис; пер. с англ. под ред. Л. А. Чернозатонского. - М.: Техносфера, 2003. - 336 с.
5. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2035>. — Загл. с экрана.
6. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/802>. — Загл. с экрана.
7. Раков, Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: учебное пособие / Э. Г. Раков. - М.: Университетская книга, 2006. - 376 с.
8. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5793>. — Загл. с экрана.

##### 4.2. Периодическая литература

1. Российские нанотехнологии: электронный журнал, [www.nanorf.ru/](http://www.nanorf.ru/) Издается с 2006 года. – 6 раз в год.
2. Нанотехника: журнал / Издается с 2004 г. – 4 раза в год.
3. Нанотехнологии. Экология. Производство: научно-производственный журнал [www.nanoprom.net](http://www.nanoprom.net) Издается с 2009 года. – 6 раз в год.
4. Наноиндустрия: журнал, [www.nanoidustry.ru](http://www.nanoidustry.ru) / Издается с 2007 года. – 8 раз в год.

##### 4.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание Вами системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием Вашей успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

#### Подготовка к лекциям.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от Вас требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это Вами. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая

серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

#### **Подготовка к практическим занятиям.**

Подготовку к каждому практическому занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в Вашей способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

#### **Рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого Вы знакомитесь с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравниваете весомость и доказательность аргументов сторон и делаете вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слово-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;  
составить краткие конспекты ответов (планы ответов).



## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643.
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Maple 14 / Лицензия №744750 бессрочная договор 35-03/175 от 21.12.2010 г.
учебные аудитории для проведения лабораторных работ	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Mathcad 15 / Лицензия №8A1462152 бессрочная. MATLAB R2013b / Лицензия №537913 бессрочная.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office 2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01	Получение нанодисперсных порошков механохимическими методами	опрос
ПР02	Химическая очистка и модификация нанопорошков	опрос
ПР03	Нанесение наноразмерных упрочняющих покрытий на металлы и сплавы	опрос
ПР04	Исследование физико-химических характеристик нанодисперсных порошков и фуллеренов	опрос
ЛР01	Методы определения размеров наночастиц	защита
ЛР02	Спектральные методы анализа и контроля наноструктурированных материалов	защита
ЛР03	Измерения удельной поверхности и распределения микро- и нанопор	защита
ЛР04	Методы определения термической стабильности углеродных нанотрубок	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Зач01	Зачет	1 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (ОПК-3). Умеет организовывать и управлять технологическим циклом производства опытных и серийных изделий на основе использования процессов нанотехнологий

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знание современного состояния уровня и направлений развития инженерной нанотехнологии	Зач01
умение решать практико-ориентированные задачи проведения экспертизы опытного производства	ПР04, ЛР02
владение навыками проведения анализа объектов инженерной нанотехнологии	ЛР03, ЛР04

ИД-1 (ОПК-6). Имеет опыт принятия ответственных решений, с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знание технологических процессов производства объектов профессиональной деятельности	ПР01
умение разрабатывать технологические процессы изготовления изделий на основе комплексного использования наноматериалов	ПР03
владение навыками эксплуатации современного измерительного оборудования в области профессиональной деятельности	ЛР01

Задания к опросу ПР01

1. Понятие нанодисперсного порошка.
2. Виды механохимических воздействий.
3. Определение продолжительности механохимического воздействия.
4. Основные химические реакции в процессе механохимического воздействия.
5. Тепловые эффекты в процессе механохимического воздействия.

Задания к опросу ПР02

1. Требования к химической очистке нанопорошков.
2. Понятие наномодификации материала.
3. Виды наномодификации материалов.
4. Влияние внешних факторов на процесс химической очистки нанопорошков.
5. Оценка качества химической очистки нанопорошков.

Задания к опросу ПР03

1. Методы нанесения вещества в вакууме.
2. Электронно-лучевое испарение.
3. Вакуум-термическое испарение.
4. Оборудование для нанесения вещества в вакууме.
5. Золь-гель технология.

#### Задания к опросу ПР04

1. Виды физико-химических характеристик нанодисперсных порошков.
2. Методы измерения термической стабильности нанодисперсных порошков.
3. Дифференциальный термический анализ.
4. Термогравиметрия.
5. Методика измерения истинной плотности нанодисперсных порошков.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Физические принципы, используемые для определения размеров наночастиц.
2. Приборы для измерения размеров наночастиц.
3. Методика подготовки образцов для измерения размеров наночастиц.
4. Методика измерения размеров наночастиц.
5. Методика обработки результатов измерений.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Понятие спектров излучения и поглощения.
2. Виды спектральных методов анализа наночастиц и нанокompозитов.
3. Приборы и оборудование для спектральных методов контроля наночастиц и нанокompозитов.
4. Приборы и оборудование для спектральных методов анализа наночастиц и нанокompозитов.
5. Методика обработки результатов измерений.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Методы измерения удельной поверхности пористых материалов.
2. Приборы для измерения удельной поверхности пористых материалов.
3. Методика подготовки образцов для измерения удельной поверхности микро- и нанопор.
4. Методика измерения удельной поверхности микро- и нанопор.
5. Методика обработки результатов измерений.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Методы измерения термической стабильности углеродных наноматериалов.
2. Дифференциальный термический анализ.
3. Термогравиметрия.
4. Методика оценки термической стабильности углеродных наноматериалов.
5. Методика обработки результатов измерений.

#### Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Какие объекты являются предметом исследования науки, называемой «Нанотехнологией»
2. Приведите одно из наиболее употребляемых определений нанобъекта.
3. Что такое волна де Бройля?

4. Почему считается, что волна де Бройля определяет геометрические параметры нанообъектов?
5. Что такое критический размер нанообъекта?
6. Почему количество поверхностных атомов является одним из критериев, отличающих нанообъекты от других объектов исследования?
7. Что называется наноматериалами?
8. Что включает в себя понятие технология?
9. Что такое нанотехнология? Определение
10. Чем объясняется химическая и каталитическая активность нанообъектов и наноструктурированных материалов?
11. К чему приводит в нанообъектах более сильное проявление сил изображения, линейного и поверхностного натяжения?
12. Что такое «силы изображения»?
13. Какие классические размерные эффекты наблюдаются в нанообъектах?
14. В чем причина изменения электрофизических параметров наноматериалов?
15. На чем базируются принципы самоорганизации наноструктур?
16. Как силы отталкивания и притяжения зависят от расстояния между атомами?
17. В каких материалах при переходе к наноразмерам становятся существенными квантовые ограничения поведения элементарных частиц?
18. Как изменяется спектр энергий электрона при понижении размерности объекта?
19. Перечислите физические причины специфики поведения нанообъектов.
20. Что лежит в основе общепринятой классификации нанообъектов?
21. Дайте определение 0-D нанообъекта. Примеры.
22. Дайте определение 1-D нанообъекта. Примеры.
23. Дайте определение 2-D нанообъекта. Примеры.
24. Классификация наноматериалов.
25. Какие две технологические парадигмы имеют место в нанотехнологии?
26. Какое главное ограничение на использование технологической парадигмы «снизу-вверх»?
27. Какие два класса процессов можно выделить при изготовлении наночастиц?
28. Что такое диспергирование твердых тел?
29. В чем особенности диспергирования при изготовлении 0-D нанообъектов?
30. Приведите примеры устройств, используемых для механического диспергирования твердых тел.
31. Приведите примеры устройств, используемых для конденсационного способа изготовления 0-D нанообъектов.
32. Приведите примеры устройств, используемых для изготовления 0-D нанообъектов методом распыления.
33. Как принято классифицировать нанотрубки?
34. Какие разновидности неуглеродных нанотрубок вы знаете?
35. Какие три способа изготовления неуглеродных нанотрубок вы знаете?
36. Какой способ изготовления неуглеродных нанотрубок считается наиболее перспективным?
37. В чем заключается способ изготовления неуглеродных нанотрубок из напряженных гетероэпитаксиальных слоев?
38. Перечислите достоинства свернутых гетеропленок.
39. Какие цели преследует нанесение покрытий?
40. Два подхода к улучшению служебных характеристик поверхности
41. Какие две группы процессов, используемых для нанесения покрытий, вы знаете?
42. Какие способы распыления материала используются в методах осаждения из паровой фазы?

43. В чем достоинства методов осаждения из паровой фазы?
44. Чем принципиально отличаются методы химического осаждения из паровой фазы?
45. Что такое эпитаксия?
46. Какие разновидности эпитаксиальных процессов вы знаете?
47. Чем отличаются псевдомомфный рост от роста по принципу РСУ?
48. Жидкофазная эпитаксия. Достоинства, недостатки.
49. Газофазная эпитаксия. Достоинства, недостатки.
50. Молекулярно-лучевая (пучковая) эпитаксия. Достоинства, недостатки.
51. Что такое фуллерен?
52. Что такое фуллерит?
53. Как можно модифицировать свойства фуллеритов?
54. Что такое графен?
55. Как изготавливают «чистые», не содержащие кислород фуллерены
56. В чем заключается промышленный способ изготовления фуллеренов, содержащих кислород?
57. Как очищают и сортируют фуллерены?
58. Чем объясняется высокая стоимость карбоновых наноструктур?
59. Как изготавливают чистые УНТ?
60. Как технически реализует способ каталитического синтеза УНТ?
61. В чем заключается химический способ изготовления графена?
62. В чем заключается наиболее перспективный с точки зрения электроники способ изготовления графена?
63. Где могут быть использованы углеродные наноматериалы?
64. Какие объекты могут быть исследованы СТМ, а какие АСМ и почему?
65. На каком эффекте работает СТМ?
66. Нарисуйте схему, иллюстрирующую принцип работы СТМ.
67. Что обеспечивает высокую разрешающую способность по высоте исследуемого объекта в СТМ?
68. Что обеспечивает высокую разрешающую способность в плоскости ХУ в СТМ?
69. Почему для работы СТМ не требуется вакуум?
70. Каковы технические характеристики современных СТМ?
71. Каков принцип работы АСМ?
72. В чем заключаются основные проблемы АСМ и в чем его недостатки?
73. Что такое нанотехнологическая зондовая машина?
74. Чем нанотехнологическая зондовая машина отличается от СТМ?
75. Каковы реальные достижения нанотехнологии в настоящее время?

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная	лабораторная работа выполнена в полном объеме;

Наименование, обозначение	Показатель
работа	по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Опрос	даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.05 Автоматизированные системы научных исследований***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***Очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., ДОЦЕНТ

степень, должность

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ А.Е. Меметова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ подпись

\_\_\_\_\_ А.Г. Ткачев

инициалы, фамилия

Тамбов 2024



## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</b>	
ИД-1 (ОПК-5) Знает современные информационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	умеет использовать знания в области инженерных нанотехнологий в своей научно-исследовательской, педагогической и производственно-организационной деятельности
	знает фундаментальные физико-химические основы нанотехнологий и нанодиагностики, механики, оптики, электроники, микропроцессорной техники, проектирования и технологии приборов (машин, систем)
	умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий
	владеет навыками совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий применения и эксплуатации
	владеет навыками осуществления контроля за параметрами нанотехнологических процессов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	2 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>36</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	16
практические занятия	-
курсовое проектирование	-
консультации	2
промежуточная аттестация	2
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>108</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Раздел 1. Основные определения и термины автоматизации научных исследований**

Цели автоматизации научных исследований. Области применения АСНИ. АСНИ как средства обработки и обобщения экспериментальных данных, получения, корректировки и исследования моделей, используемых затем в других типах автоматизированных систем для управления, прогнозирования или проектирования.

Лабораторные работы:

ЛР01. Техника аналого–цифрового и цифро–аналогового преобразования

Самостоятельная работа:

СР01. Обеспечение адекватности и точности моделей.

#### **Раздел 2. Типовые структуры АСНИ**

Вычислительная система в АСНИ, её функции.

Лабораторные работы:

ЛР02. Основные принципы сопряжения измерительных устройств с ЭВМ (параллельный интерфейс)

Самостоятельная работа:

СР02. Централизованная и иерархическая структуры АСНИ.

СР03. Способы включения вычислительной системы в АСНИ.

СР04. Режим работы вычислительной системы в АСНИ.

#### **Раздел 3. Цифро-аналоговое и аналого-цифровое преобразование сигналов**

Структурная схема и принципы работы цифро-аналоговых преобразователей.

Структурная схема и принципы работы аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с динамической компенсацией.

Лабораторные работы:

ЛР03. Основные принципы сопряжения измерительных устройств с ЭВМ (последовательный интерфейс)

Самостоятельная работа:

СР05. Структурная схема и принцип работы АЦП последовательного приближения.

СР06. Быстродействие и точность работы.

СР07. Магистральные средства связи ЭВМ с приборами и оборудованием экспериментальных исследований.

#### **Раздел 4. Обработка данных в АСНИ**

Поле рассеяния данных. Регрессионный анализ данных.

Самостоятельная работа:

СР08. Корреляционный анализ данных.

СР 09. Факторный анализ.

#### **Раздел 5. Представление научной информации в графическом виде**

Способы представления изображений в компьютере. Векторные, растровые изображения. Основные параметры растровых изображений.

Лабораторные работы:

ЛР04. Многоканальные системы ввода и обработки информации

Самостоятельная работа:

СР10. Математическое описание фрактальных изображений.

СР11. Фрактальные модели в науке.

СР12. Фильтрация и обработка изображений. Представление поверхностей.

#### **Раздел 6. Поиск, накопление и обработка научной информации**

Научные документы и издания. Документные классификации.  
Самостоятельная работа:  
СР13. Информационно-поисковые системы.  
СР14. Научно-техническая патентная информация.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1 Учебная литература

1. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 224 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2775> — Загл. с экрана.
2. Майстренко А.В. Компьютерная поддержка инженерной и научно-образовательной деятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко. - Тамбов: ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2013. - Режим доступа к книге: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2013/maystrenko-1.pdf>.
3. Майстренко Н.В. Информационные технологии в науке, образовании и инженерной практике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Майстренко, А. В. Майстренко. - Тамбов: ТГТУ, 2014. - Режим доступа к книге: <http://www.tstu.ru/book/elib1/exe/2014/Maystrenko.exe>.
4. Аксарина, Н.А. Технология подготовки научного текста. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ФЛИНТА, 2015. — 112 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/74575> — Загл. с экрана.

##### 4.2 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>  
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>  
База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методика преподавания дисциплины «Автоматизированные системы научных исследований» предусматривает проведение лекций, лабораторных и практических работ, самостоятельную работу студентов. Текущий контроль знаний студентов осуществляется с использованием экспресс – опросов и защит лабораторных работ. Итоговой формой контроля по курсу является экзамен.

Каждая лекция содержит логически завершенную информацию для последующего проведения лабораторной работы. Главной задачей лекций является определение направления изучения данного курса по конкретной теме, формирование концептуальных теоретических знаний, позволяющих студентам самостоятельно изучить дополнительные материалы с учетом специфики их научных и профессиональных интересов. Лекция, как правило, строится в соответствии со следующей типовой схемой:

- введение, в котором представлена подборка теоретических и исторических сведений по изучаемой теме лекции;
- постановка задачи, содержащая практические примеры и логические предпосылки последующих методических и методологических положений;
- практические рекомендации, объединенные по направлениям и способам решения поставленной проблемы - в виде конкретных решений, приемов и методов;
- краткое обоснование рекомендаций, представляемое, как правило, в виде перечня нормативно-правовых предпосылок, эмпирических и научных данных, подтверждающих правомерность предлагаемых действий;
- выводы и обобщения, помогающие закрепить изученный материал, представляемые в виде ключевых понятий и перечня вопросов для самостоятельного изучения и подготовки к практическим и семинарским занятиям.

В целях интенсификации процесса обучения широко используются активные методы обучения в виде семинарских занятий по основным темам дисциплины, обсуждение ситуаций с использованием мультимедийных средств. Неотъемлемой частью изучения дисциплины является умение работать со справочной и нормативной литературой.

Рекомендуются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- контрольный опрос студентов на лекциях и лабораторных работах;
- проверка полноты и качества выполнения заданий на самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем по рекомендованной литературе.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для качественного образовательного процесса по всем видам учебных занятий в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием:

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства: экран, проектор	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643; AutoCAD 2009-2011 / Бессрочная Лицензия №110000006741 Договор №11580/VRN3/35-03/120 от 26.06.2009г. Программный комплекс T-FLEX / Лицензия №0DE36697 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (146/Л4)	Мебель: учебная мебель Технические средства: доска, экран, настольный токарно-винторезный станок, типовые детали машиностроительных производств: валы, зубчатые колеса, втулки, фланцы, диски	
Научно-исследовательская лаборатория (146/Л3)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: лабораторные столы, компьютерные столы Технические средства: дилутор, спектрофотометр, ротатор, рН метр, флюорат, центрифуга, магнитная мешалка, весы	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Читальный зал Научной библиотеки ТГТУ	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Компьютерный класс	Мебель: учебная мебель	Microsoft Windows XP Лицен-



28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

---

(ауд. 333/А)	Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	зия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701
--------------	--	---

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обоз- начение	Наименование	Форма контроля
ЛР01	Техника аналого–цифрового и цифро–аналогового преобразования	защита
ЛР02	Основные принципы сопряжения измерительных устройств с ЭВМ (параллельный интерфейс)	защита
ЛР03	Основные принципы сопряжения измерительных устройств с ЭВМ (последовательный интерфейс)	защита
ЛР04	Многоканальные системы ввода и обработки информации	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обоз- начение	Форма отчетности	Очная
Экз01	Экзамен	2 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

#### ИД-1 (ОПК-5)

**Знает современные информ-мационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программ-ных средств для моделиро-вания и проектирования объ-ектов, систем и процессов**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
умеет использовать знания в области инженерных нанотехнологий в своей научно-исследовательской, педагогической и производственно-организационной деятельности	Экз01
знает фундаментальные физико-химические основы нанотехнологий и нанодиагностики, механики, оптики, электроники, микропроцессорной техники, проектирования и технологии приборов (машин, систем)	Экз01
умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области инженерных нанотехнологий	Экз01 ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04
владеет навыками совершенствования объектов профессиональной деятельности, обоснования их технических характеристик, определения условий применения и эксплуатации	ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04
владеет навыками осуществления контроля за параметрами нанотехно-логических процессов	ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04,

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Объясните принципы работы аналого-цифрового преобразователя
2. Объясните принципы работы цифро-аналогового преобразователя
3. Приведите примеры аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Объясните принцип работы программируемого параллельного интерфейса (ППИ)
2. Как организован ввод/вывод параллельной информации различного формата?
3. Каким образом возможно сопряжение микропроцессора со стандартным периферийным оборудованием?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Объясните алгоритм приема и передачи данных с помощью интерфейса RS-232C.
2. Каким образом происходит программная реализацию приёма и передачи данных с помощью интерфейса RS-232C?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Объясните принципы работы многоканального АЦП/ЦАП?
2. Объясните принцип работы универсальной платы ввода-вывода PCI шине
3. Какие аппаратно-программные решения используются для автоматизации измерений и создания автоматизированных систем управления технологическими процессами

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Цели автоматизации научных исследований.
2. Области применения АСНИ.
3. АСНИ как средства обработки и обобщения экспериментальных данных, получения, корректировки и исследования моделей, используемых затем в других типах автоматизированных систем для управления, прогнозирования или проектирования.

4. Вычислительная система в АСНИ, её функции. Централизованная и иерархическая структуры АСНИ.
5. Способы включения вычислительной системы в АСНИ.
6. Режим работы вычислительной системы в АСНИ.
7. Структурная схема и принципы работы цифро-аналоговых преобразователей.
8. Структурная схема и принципы работы аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с динамической компенсацией.
9. Структурная схема и принцип работы АЦП последовательного приближения.
10. Быстродействие и точность работы.
11. Магистральные средства связи ЭВМ с приборами и оборудованием экспериментальных исследований.
12. Поле рассеяния данных.
13. Регрессионный анализ данных.
14. Корреляционный анализ данных.
15. Факторный анализ.
16. Способы представления изображений в компьютере.
17. Векторные, растровые изображения.
18. Основные параметры растровых изображений.
19. Математическое описание фрактальных изображений.
20. Фрактальные модели в науке.
21. Фильтрация и обработка изображений. Представление поверхностей.
22. Научные документы и издания.
23. Документные классификации.
24. Информационно-поисковые системы.
25. Научно-техническая патентная информация.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.06 Математическое моделирование объектов, систем и процессов**  
(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

\_\_\_\_\_ **28.04.02 Наноинженерия** \_\_\_\_\_  
(шифр и наименование)

Программа магистратуры

\_\_\_\_\_ **Наноинженерия в машиностроении** \_\_\_\_\_  
(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: \_\_\_\_\_ **очная** \_\_\_\_\_

Кафедра: \_\_\_\_\_ **Техника и технологии производства нанопродуктов** \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ **д.т.н., профессор** \_\_\_\_\_  
степень, должность

\_\_\_\_\_ **подпись** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **Е.Н. Туголуков** \_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ **подпись** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **А.Г. Ткачев** \_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</b>	
ИД-1 (ОПК-1) Умеет ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований, составлять отчеты по результатам проведенных исследований; анализировать результаты исследований, включая построение математических моделей объекта исследований	<i>знание принципов математического моделирования основных процессов, относящихся к профессиональной сфере</i>
	<i>умение применять методы математического моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности</i>
	<i>владение навыками математического описания основных процессов, относящихся к профессиональной сфере</i>

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</b>	
ИД-1 (ОПК-5) Знает современные информационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	<i>знание аналитических и численных методов решения дифференциальных уравнений, используемых в математических моделях, относящихся к профессиональной сфере</i>
	<i>умение формулировать постановки задач математического моделирования технологических процессов в области нанотехнологий</i>
	<i>владение навыками математического описания основных технологических процессов в области нанотехнологий</i>

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.



## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	1 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>36</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	
практические занятия	16
курсовое проектирование	
консультации	2
промежуточная аттестация	2
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>108</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Раздел 1. Введение. Математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса**

##### **Тема 1. Цели и задачи математического моделирования.**

Понятие модели и моделирования. Цели и задачи предмета математического моделирования.

##### **Тема 2. Классификация математических моделей.**

Виды математических моделей.

##### **Самостоятельная работа.**

СР01. Цели математического моделирования.

СР02. Классификация математических моделей.

#### **Раздел 2. Системные подходы в математическом моделировании.**

##### **Тема 1. Системы и системный подход.**

Свойства систем.

##### **Тема 2. Категории системного моделирования.**

Структура, функция, состояние. Системный характер технологического объекта.

##### **Самостоятельная работа.**

СР03. Понятие системного подхода.

СР04. Категории системного моделирования.

#### **Раздел 3. Стационарные и нестационарные процессы и объекты.**

##### **Тема 1. Статические и динамические объекты.**

Непрерывные и периодические процессы.

##### **Тема 2. Оценка степени нестационарности процессов.**

Квазистационарные процессы. Равновесные состояния.

##### **Самостоятельная работа.**

СР05. Математические модели статических и динамических объектов.

СР06. Модели квазистационарных объектов.

#### **Раздел 4. Классификация математических моделей.**

##### **Тема 1. Модель идеального смешения.**

Особенности и области применения.

##### **Тема 2. Модель идеального вытеснения.**

Особенности и области применения.

##### **Тема 3. Ячеечные модели.**

Способы выбора и описания локальных областей.

##### **Тема 4. Комбинированные модели.**

Застойные зоны, байпасирование, параллельное и последовательное соединение зон идеального перемешивания и идеального вытеснения.

##### **Практические занятия.**

ПР01. Модель процесса идеального смешения.

ПР02. Модель процесса идеального вытеснения.

##### **Самостоятельная работа.**

СР07. Модели идеального смешения.

СР08. Модели идеального вытеснения.

СР09. Ячеечные модели.

СР10. Комбинированные модели.

**Раздел 5. Процессы переноса энергии и вещества в пространстве.**

**Тема 1. Механизмы переноса энергии и вещества в пространстве.**

Законы сохранения энергии и вещества.

**Тема 2. Параболические и гиперболические уравнения математической физики.**

Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа. Условия однозначности.

**Практические занятия.**

ПР03. Законы сохранения энергии и вещества.

ПР04. Уравнение Фурье-Кирхгофа.

**Лабораторные работы.**

ЛР01. Математическая модель стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью.

ЛР02. Математическая модель стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью при наличии объемных источников тепла.

**Самостоятельная работа.**

СР11. Физические механизмы переноса энергии и вещества в пространстве.

СР12. Уравнение теплопроводности.

**Раздел 6. Методы решения задач математической физики в частных производных.**

**Тема 1. Точные аналитические методы решения дифференциальных уравнений.**

Метод разделения переменных. Метод конечных интегральных преобразований. Собственные числа и собственные функции.

**Тема 2. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений.**

Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Понятие о конечно-разностных аналогах дифференциальных операторов. Консервативные схемы. Понятие об устойчивости и сходимости решений.

**Лабораторные работы.**

ЛР03. Математическая модель нестационарного одномерного процесса молекулярной диффузии.

ЛР04. Математическая модель одномерного стационарного процесса конвективного тепло(массо)переноса.

**Самостоятельная работа.**

СР11. Метод разделения переменных.

СР12. Конечно-разностные аналоги дифференциальных операторов.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Барботько А.И. Основы теории математического моделирования: учебное пособие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 212 с.
2. Куликов Г.М. Математическое моделирование механических колебаний и процессов теплопереноса: учебное пособие для вузов / Г. М. Куликов, А. Д. Нахман; Тамб. гос. техн. ун-т. - Тамбов: ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2013. - 96 с.
3. Математическое моделирование процессов и аппаратов химических, пищевых и биотехнологических производств: учебное пособие для студ. напр. 260100, 240700 / Д. С. Дворецкий, С. И. Дворецкий, Е. В. Пешкова, М. С. Темнов. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2014.
4. Ляшков В.И. Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Ляшков. - Тамбов: ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. – Режим доступа к книге: [http://www.tstu.ru/book/elib1/exe/2012/lyashkov\\_a.exe](http://www.tstu.ru/book/elib1/exe/2012/lyashkov_a.exe)
5. Моделирование систем: учебное пособие для вузов / И.А. Елизаров [и др.]; Тамб. гос. техн. ун-т. - Тамбов: ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2011. - 96 с.
6. Ибрагимов И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем: учеб. пособие для вузов / И.М. Ибрагимов, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров. - СПб.: Лань, 2010. - 384 с.

##### 4.2. Периодическая литература

1. Журнал вычислительной математики и математической физики: Ежемесячный периодический журнал / РАН. Издается с 1961 г. – 12 раз в год.
2. Математическое моделирование: Ежемесячный периодический журнал / Издается с 1989 г. – 12 раз в год.

##### 4.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>  
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание Вами системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием Вашей успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

### Подготовка к лекциям.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от Вас требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это Вами. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая

серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

#### **Подготовка к практическим занятиям.**

Подготовку к каждому практическому занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в Вашей способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

#### **Рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого Вы знакомитесь с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравниваете весомость и доказательность аргументов сторон и делаете вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;  
составить краткие конспекты ответов (планы ответов).



## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643.
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Maple 14 / Лицензия №744750 бессрочная договор 35-03/175 от 21.12.2010 г.
учебные аудитории для проведения лабораторных работ	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Mathcad 15 / Лицензия №8A1462152 бессрочная. MATLAB R2013b / Лицензия №537913 бессрочная.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01	Модель процесса идеального смешения.	опрос
ПР02	Модель процесса идеального вытеснения.	опрос
ПР03	Законы сохранения энергии и вещества.	опрос
ПР04	Уравнение Фурье-Кирхгофа.	опрос
ЛР01	Математическая модель стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью.	защита
ЛР02	Математическая модель стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью при наличии объемных источников тепла.	защита
ЛР03	Математическая модель нестационарного одномерного процесса молекулярной диффузии.	защита
ЛР04	Математическая модель одномерного стационарного процесса конвективного тепло(массо)переноса.	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Экз01	Экзамен	3 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (ОПК-1). Умеет ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований, составлять отчеты по результатам проведенных исследований; анализировать результаты исследований, включая построение математических моделей объекта исследований

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знание принципов математического моделирования основных процессов, относящихся к профессиональной сфере	ЛР01, ЛР02
умение применять методы математического моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности	ПР01, ПР02
владение навыками математического описания основных процессов, относящихся к профессиональной сфере	ЛР04

ИД-1 (ОПК-5). Знает современные информационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знание аналитических и численных методов решения дифференциальных уравнений, используемых в математических моделях, относящихся к профессиональной сфере	ПР03
умение формулировать постановки задач математического моделирования технологических процессов в области нанотехнологий	ЛР03
владение навыками математического описания основных технологических процессов в области нанотехнологий	Экз01

Задания к опросу ПР01

1. Особенности процессов идеального смешения.
2. Поле температур в процессе идеального смешения как функция времени.
3. Допущения модели идеального смешения.
4. Вывод уравнений модели идеального смешения.
5. Решение уравнений модели идеального смешения.

Задания к опросу ПР02

1. Особенности процессов идеального вытеснения.
2. Поле температур в процессе идеального вытеснения как функция координаты.
3. Допущения модели идеального вытеснения.
4. Вывод уравнений модели идеального вытеснения.
5. Решение уравнений модели идеального вытеснения.

Задания к опросу ПР03

1. Основные законы сохранения энергии.

2. Основные законы сохранения вещества.
3. Основные законы сохранения энергии в дифференциальной форме.
4. Основные законы сохранения вещества в дифференциальной форме.
5. Использование законов сохранения в математических моделях физических процессов.

#### Задания к опросу ПР04

1. Общий вид уравнения Фурье-Кирхгофа.
2. Частные случаи уравнения Фурье-Кирхгофа.
3. Методы решения уравнения Фурье-Кирхгофа.
4. Условия однозначности для уравнения Фурье-Кирхгофа.
5. Пример решения стационарного одномерного уравнения Фурье-Кирхгофа без источников тепла.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Дифференциальное уравнение стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью.
2. Краевые условия для дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью.
3. Методы решения дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью.
4. Вывод решения дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью.
5. Анализ решения дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Дифференциальное уравнение стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью при наличии объемных источников тепла.
2. Краевые условия для дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью при наличии объемных источников тепла.
3. Методы решения дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью при наличии объемных источников тепла.
4. Вывод решения дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью при наличии объемных источников тепла.
5. Анализ Методы решения дифференциального уравнения стационарного одномерного процесса переноса тепла теплопроводностью при наличии объемных источников тепла.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Дифференциальное уравнение нестационарного одномерного процесса молекулярной диффузии.
2. Условия однозначности для дифференциального уравнения нестационарного одномерного процесса молекулярной диффузии.
3. Методы решения дифференциального уравнения нестационарного одномерного процесса молекулярной диффузии.

4. Вывод решения дифференциального уравнения нестационарного одномерного процесса молекулярной диффузии.

5. Анализ решения дифференциального уравнения нестационарного одномерного процесса молекулярной диффузии.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Дифференциальное уравнение одномерного стационарного процесса конвективного тепло(массо)переноса.

2. Начальное условие для одномерного стационарного процесса конвективного тепло(массо)переноса.

3. Методы решения одномерного стационарного процесса конвективного тепло(массо)переноса.

4. Вывод решения одномерного стационарного процесса конвективного тепло(массо)переноса.

5. Анализ решения одномерного стационарного процесса конвективного тепло(массо)переноса.

#### Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Понятие модели и моделирования.

2. Цели и задачи предмета математического моделирования.

3. Классификация моделей.

4. Понятия системы и системного подхода.

5. Статика и динамика объектов.

6. Непрерывные и периодические процессы.

7. Модель идеального смешения.

8. Модель идеального вытеснения.

9. Механизмы переноса энергии и вещества в пространстве.

10. Законы сохранения энергии и вещества.

11. Параболические уравнения математической физики.

12. Гиперболические уравнения математической физики.

13. Уравнение Фурье-Кирхгофа.

14. Условия однозначности.

15. Метод разделения переменных.

16. Метод конечных интегральных преобразований.

17. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений.

18. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

19. Устойчивость и сходимости решений.

#### **8.2. Критерии и шкалы оценивания**

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Опрос	даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.07 Организационно-экономическое***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***проектирование инновационных процессов***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: \_\_\_\_\_ ***очная*** \_\_\_\_\_

Кафедра: ***«Техника и технологии производства нанопродуктов»*** \_\_\_\_\_

(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ ***К.П.Н., ДОЦЕНТ*** \_\_\_\_\_

степень, должность

\_\_\_\_\_ ***А.И. Попов*** \_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_ ***А.И. Попов*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ ***А.Г. Ткачев*** \_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_ ***А.Г. Ткачев*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Тамбов 2024

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И  
ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-2 Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента</b>	
ИД-1 (ОПК-2) Имеет навык проектной деятельности с учетом знаний проектного и финансового менеджмента	Знает основы управления инновационной деятельностью, проектный и финансовый менеджмент
	Умеет проектировать мероприятия инновационной деятельности в области наноинженерии
	Имеет навыки проектной деятельности в области наноинженерии с учетом знаний проектного и финансового менеджмента
<b>ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в профессиональной области с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений</b>	
ИД-2 (ОПК-3) Знает правовые и нормативные акты в сфере экономической, экологической и социальной безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии	Знает нормативно-правовую базу организации инновационной деятельности в области наноинженерии, обеспечивающую экономическую, экологическую и социальную безопасность участников инновационных процессов
<b>ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности</b>	
ИД-1 (ОПК-6) Имеет опыт принятия ответственных решений, с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе	Знает правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе при реализации инновационной политики.
	Умеет обоснованно принимать управленческие решения
	Имеет опыт разработки управленческих решений и преодоления сопротивления инновациям в коллективе

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.



## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	2 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>49</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	-
практические занятия	32
курсовое проектирование	-
консультации	-
промежуточная аттестация	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>95</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Раздел 1. Правовое сопровождение инновационной деятельности.**

Нормативно-правовая база организации инновационной деятельности в области наноинженерии, обеспечивающую экономическую, экологическую и социальную безопасность участников инновационных процессов.

#### **Практические занятия (семинары)**

ПР01. Проблемные моменты в правовом обеспечении инновационной деятельности.

#### **Самостоятельная работа:**

СР01. Изучить основные правовые и нормативные акты в сфере экономической, экологической и социальной безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии. Проанализировать качество правового сопровождения инновационной деятельности в области наноинженерии.

#### **Раздел 2. Основы инновационного менеджмента.**

##### **1. Рынок новаций и чистая конкуренция как фактор формирования спроса на инновации.**

Участники рынка новаций и их экономические отношения. Движущие силы конкуренции на рынке новаций. Экономические методы регулирования рынка новаций

Коммерциализация новшеств. Конкурентоспособность организаций, авторов инновационных идей. Инвестиционная привлекательность инноваций, по сравнению с традиционными формами финансовых операций.

Конкуренция и ее экономические последствия. Инновации как способ обеспечения конкурентоспособности организаций в условиях рынка. Экономические критерии инновационной деятельности

Внутриорганизационные экономические факторы и движущие силы инновационной деятельности: потребности в инновациях и сопротивление инновациям.

##### **2. Факторы, критерии и методы определения экономической эффективности инновационных проектов.**

Эффективность как универсальный критерий принятия решений при управлении инновациями. Эффективность как соотношение результатов и затрат. Экономические факторы эффективности. Внеэкономические факторы эффективности. Абсолютная и относительная эффективность. Результаты и затраты в инновационной деятельности. Методологические подходы к оценке эффективности: соотношение результатов и затрат, их соизмеримость, сопоставимость и соотнесенность. Принцип кумулятивности (сложения эффектов) при оценке эффективности инноваций. Роль финансовых (денежных) потоков при определении экономической эффективности инновационных проектов

Фактор времени при оценке экономических показателей инноваций. Приведенная стоимость. Дисконтирование. Дисконт и его обоснование. Макроэкономические факторы, влияющие на величину дисконта. Цена капитала как фактор, определяющий дисконт (цена собственного капитала, цена привлеченного капитала, общая цена капитала). Риск инновации и его влияние на дисконт.

Поступления от инновационной деятельности. Затраты на инновации: классификация и способы оценки; смета затрат на проект. Бюджет инновационного проекта.

Методические положения по оценке эффективности инновационных проектов. Экономические показатели целесообразности и эффективности инноваций.

Обоснование эффективности инновационных проектов на основе оценки чистого дисконтированного дохода (чистой текущей стоимости). Срок окупаемости, индекс доходности и

среднегодовая рентабельность инвестиций. Понятие внутренней нормы доходности и ее роли при принятии решения о реализации инновации. Точка безубыточности для продук-  
товых инноваций как один из экономических критериев эффективности

Особенности оценки экономической эффективности организационных инноваций. Показатель годового экономического эффекта.

### **3. Экономическая экспертиза инновационных проектов и мониторинг реализации инноваций.**

Чувствительность и устойчивость инновационных проектов к условиям их реализации. Оценка экономической устойчивости. Уровень устойчивости и методический подход к его определению. Чувствительность и ее экспертиза. Методика моделирования чувствительности инновационных проектов к изменению факторов внутренней и внешней среды.

Сущность экономического мониторинга реализации инноваций, его цели и формы. Показатели и исходные данные для осуществления мониторинга реализации инноваций

Организация экономического мониторинга при реализации инновационного проекта.

### **4. Финансовая поддержка инновационной деятельности.**

Финансовые аспекты инновационной деятельности. Условия обеспечения конечной финансовой жизнеспособности инновационных проектов.

Движение финансовых средств в процессе разработки и реализации инновационного проекта, принципиальная логистическая кривая - основа финансирования инновационных проектов.

Понятие и виды инвестиций, их использование для финансирования инновационной деятельности: потребительские инвестиции, экономические или капиталобразующие инвестиции, финансовые или портфельные инвестиции.

Классификация форм финансирования инновационной деятельности по условиям, срокам и субъектам финансирования.

Виды деятельности организации и финансовые критерии оценки: прибыльность, стабильность, ликвидность, эффективность использования капитала, рост, добавленная стоимость. Использование финансовых критериев при выборе инновационных проектов.

#### **Практические занятия (семинары)**

ПР02. Рынок новаций и чистая конкуренция как фактор формирования спроса на инновации.

ПР03. Факторы, критерии и методы определения экономической эффективности инновационных проектов.

ПР04. Экономическая экспертиза инновационных проектов и мониторинг реализации инноваций.

ПР05. Финансовая поддержка инновационной деятельности.

#### **Самостоятельная работа:**

СР02. Проанализировать внутриорганизационные экономические факторы и движущие силы инновационной деятельности: потребности в инновациях и сопротивление инновациям.

СР03. Выявить особенности оценки экономической эффективности организационных инноваций.

СР04. Изучить организацию экономического мониторинга при реализации инновационного проекта.

СР05. Исследовать движение финансовых средств в процессе разработки и реализации инновационного проекта

## **Раздел 3. Проектирование инновационных процессов**

### **1. Инновационная деятельность на предприятии (в организации).**

Особенности регламентации инновационных процессов на макро- и микроуровнях управления.

Логистика инновационных процессов. Проектирование бизнес-процессов инновационной деятельности. Инжиниринг и реинжиниринг бизнес-процессов инновационной деятельности.

Организация мониторинга инновационного процесса.

## **2. Управление инновационными проектами и программами**

Управление проектами как основная технология реализации инноваций. Понятие проекта.

Разработка инновационного проекта и обеспечение его реализации.

Проект как объект управления. Наблюдаемость и управляемость. Определение проекта.

Планирование и управление проектом на основе процессного подхода.

Классификация проектов. Структура проекта и его окружения. Особенности инновационных проектов. Жизненный цикл проекта. Основные стадии и этапы проекта. Линейно-циклический характер процесса управления проектом. Контуры обратной связи в устойчивости и управляемости инновациями. Ситуационный анализ жизненного цикла проекта.

Понятие и определение инновационной программы как объекта управления. Виды научно-технических программ в сфере инновационной деятельности. Методы мультипроектного управления и критерии формирования последовательности проектов. Системные принципы структурирования программ и мегапроектов: принцип обратного проектирования; принцип минимальной функциональной полноты и принцип экономической достаточности решения.

Социо-технический подход к проблеме управления проектами. Команда исполнителей проекта. Ключевая роль руководителя проекта. Взаимодействие руководителя и команды. Мотивация участников проекта. Типовые схемы организационной структуры управления проектом.

Распределение прав, обязанностей, полномочий и ответственности специалистов для реализации инновационного проекта. Сетевое планирование и управление в организации и координации инновационных проектов. Комплекс программно-технических средств, обеспечивающих управление инновациями в организациях. Документирование инновационных проектов: проектная, плановая и отчетная документация, порядок ее составления, использования и хранения.

### **Практические занятия (семинары)**

ПР06. Инновационная деятельность на предприятии (в организации).

ПР07. Управление инновационными проектами и программами

### **Самостоятельная работа:**

СР06. Изучить инжиниринг и реинжиниринг бизнес-процессов инновационной деятельности.

СР07. Спроектировать бизнес-процесс инновационной деятельности.

## **Раздел 4. Организация деятельности персонала по продвижению инноваций.**

Правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе.

Управление коллективом (группой) в процессе внедрения нововведений. Политика внедрения нововведений.

Содержание и стадии процесса принятия управленческого решения. Требования, предъявляемые к технологии менеджмента.

Специфические черты процесса управления. Функциональное содержание процесса управления. Стадии принятия управленческого решения. Организационные решения.

Критерии принятия управленческого решения.

Факторы, определяющие технологию менеджмента. Формальные правила и процедуры принятия управленческого решения.

Факторы межличностных отношений, позволяющие преодолеть силы сопротивления нововведениям: восприятие, организация общения, роли, эмоции, форма влияния на окружающих (власть манипулирование, сотрудничество), форма творческой работы, факторы мотивации и др.

**Практические занятия (семинары)**

ПР08. Правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе.

**Самостоятельная работа:**

СР08. Предложить комплекс управленческих решений по созданию инженерных продуктов в области наноинженерии с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе

СР09. Изучить факторы межличностных отношений, позволяющие преодолеть силы сопротивления нововведениям. Разработать комплекс мероприятий по преодолению сопротивления инновациям в коллективе.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Короткий С.В. Инновационный менеджмент [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Короткий. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 241 с. — 978-5-4487-0137-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72356.html>
2. Корчин О.П. Инновационный менеджмент [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.П. Корчин, И.В. Макарова, А.Б. Юрасов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2016. — 269 с. — 978-5-4365-0692-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61612.html>
3. Лапин Н.И. Теория и практика инноватики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Лапин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, Университетская книга, 2012. — 328 с. — 978-5-98704-319-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9085.html>
4. Кузнецов Б.Т. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Б.Т. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 295 с. — 978-5-238-02183-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34532.html>
5. Управление инновационной деятельностью в организации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Л. Лебедев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Научный консультант, 2018. — 272 с. — 978-5-6040243-7-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75487.html>
6. Голубев А.А. Экономика, финансирование и управление инновационной деятельностью [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Голубев, А.И. Александрова, М.В. Скрипниченко. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 153 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65376.html>
7. Мумладзе Р.Г. Управление инновационной деятельностью [Электронный ресурс] : учебник / Р.Г. Мумладзе, О.В. Николаев, Э.Б. Толпаров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2015. — 148 с. — 978-5-4365-0455-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61670.html>

##### 4.2. Периодическая литература

1. Журнал «Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского» Режим доступа: <https://elibrary.ru/>, <http://vernadsky.tstu.ru/ru>
2. Журнал «Вестник Тамбовского государственного технического университета» <https://elibrary.ru>, <http://vestnik.tstu.ru>

##### 4.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающиеся должны быть ознакомлены с рабочей программой дисциплины, в том числе: перечнем планируемых результатов обучения; местом дисциплины в структуре ОПОП; трудоемкостью изучения дисциплины, объемом аудиторных занятий и самостоятельной работы; аннотированным содержанием отдельных тем дисциплины; перечнем учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы и ее организацией; фондом оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине; перечнем учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»; методическими указаниями для обучающихся по освоению дисциплины.

Основная организационная форма занятий в вузе – лекция. Лекция – организационная форма или метод обучения, состоящие в последовательном длительном монологическом изложении преподавателем завершеного фрагмента материала учебной дисциплины.

Лекция является наиболее быстрым, экономным способом передачи комплекса знаний группе обучающихся; обеспечивает творческое общение преподавателя с Вами, эмоциональное влияние преподавателя на Вас.

Развитие современных технологий, особенно по приоритетным направлениям, приводит к тому, что часть учебного материала по конкретной теме не нашло еще отражения в существующих учебниках, а некоторые разделы морально устарели, поэтому лекция является для Вас основным источником информации. Лекция будет для Вас незаменима, т.к. отдельные темы учебника достаточно трудны для самостоятельного изучения и требуют методической переработки лектором.

Ваша интенсивная работа на лекции позволит Вам:

- поставить и обосновать цели и задачи обучения (как по изучению соответствующей предметной области, так и в контексте подготовки к профессиональной деятельности);
- получить и усвоить новые знания, сформировать интеллектуальные и креативные умения и навыки;
- выработать интерес к теоретическому анализу проблем современных наукоёмких отраслей.

Во время изучения дисциплины Вы встретитесь со следующими основными разновидностями лекций, такими как:

- вводная – ориентированная на формирование общего представления о теоретических основах предметной области, их месте в системе профессиональной подготовки, дающая первоначальное ознакомление Вас с основными научно-теоретическими положениями данной отрасли знания;
- установочная – ориентирующая Вас на источники информации, дающая указания для самостоятельной работы и подготовки заданий, практические рекомендации, выделяющая наиболее важные и трудные части материала;
- информационно-интегрирующая – представляющая основные положения технологического подхода, результаты современных прикладных исследований в данной области знаний;
- обзорно-систематизирующая – дающая квинтэссенцию курса, представление роли получаемых знаний в инновационном преобразовании страны, что обеспечивает выход к дальнейшему теоретическому анализу за пределами первоначального понимания.

Хотелось бы обратить Ваше внимание, что суть процесса обучения при использовании лекции заключается в том, что учебный материал подается педагогом так, что он воспринимается Вами преимущественно через слуховой канал. Ваша задача научиться конспектировать основное содержание лекции, а после неё обязательно изучить прослушанную тему по рекомендованным литературе и электронным источникам информации.



К тому же, на лекции не представляется возможным учитывать восприятие каждого из Вас, а ведь оно сугубо индивидуально. На лекции (за исключением интерактивных занятий) слабая обратная связь, на основе которой преподаватель делает вывод о степени усвоения учебного материала Вами в данный момент времени. Поэтому все вопросы, которые Вы не поняли во время лекции и не смогли выяснить во время самостоятельной работы с книгой, необходимо обсудить с преподавателем во время индивидуальных и групповых консультаций. Постарайтесь не пропускать лекции, т.к. именно они задают темп всей учебной работе в университете.

В процессе изучения дисциплины Вы будете приобретать умения и навыки по дисциплине участвуя в семинарах и решая профессионально-ориентированные задачи на занятиях.

Практические занятия проводятся в аудиториях или учебных лабораториях, оборудованных необходимыми техническими средствами обучения, вычислительной техникой, справочной литературой для выполнения расчетов.

Семинары - форма обучения, при которой преподаватель организует дискуссию по предварительно определенным вопросам темы (раздела). К таким занятиям Вы должны заблаговременно подготовить тезисы выступлений в рамках изучаемой темы. На каждом семинарском занятии преподаватель оценивает подготовленные Вами выступления, Вашу активность в дискуссиях, умение формулировать свои позиции, что учитывается как составляющие рейтинговой оценки студентов по данному предмету.

Самостоятельная работа по усвоению учебного материала по дисциплине может выполняться Вами в читальном зале библиотеки, учебных кабинетах, компьютерных классах, а, также в домашних условиях.

Ваша самостоятельная работа требует наличия информационно-предметного обеспечения: учебников, учебных и методических пособий, конспектов лекций, опорных конспектов, электронных образовательных ресурсов. Методические материалы в большинстве случаев обеспечивают Вам возможность самоконтроля по тому или иному блоку учебного материала или предмета в целом. Рекомендуются также использовать соответствующую научную и специальную монографическую и периодическую литературу в данной области знаний.

Выполнение всех видов учебной работы, предусмотренной планом, позволит сформировать компоненты компетенций на деятельностном и рефлексивном уровнях.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства: экран, проектор, компьютер	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office 2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР04	Экономическая экспертиза инновационных проектов и мониторинг реализации инноваций	Групповая дискуссия
ПР07	Управление инновационными проектами и программами	Групповая дискуссия
ПР08	Правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе.	Групповая дискуссия
СР01	Изучить основные правовые и нормативные акты в сфере экономической, экологической и социальной безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии. Проанализировать качество правового сопровождения инновационной деятельности в области наноинженерии.	Творческое задание
СР07	Спроектировать бизнес-процесс инновационной деятельности	Творческое задание
СР08	Предложить комплекс управленческих решений по созданию инженерных продуктов в области наноинженерии с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе	Творческое задание
СР09	Изучить факторы межличностных отношений, позволяющие преодолеть силы сопротивления нововведениям. Разработать комплекс мероприятий по преодолению сопротивления инновациям в коллективе	Творческое задание

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Зач01	Зачет	2 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (ОПК-2)** Имеет навык проектной деятельности с учетом знаний проектного и финансового менеджмента

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Знает основы управления инновационной деятельностью, проектный и финансовый менеджмент	ПР04, Зач01
Умеет проектировать мероприятия инновационной деятельности в области наноинженерии	ПР07
Имеет навыки проектной деятельности в области наноинженерии с учетом знаний проектного и финансового менеджмента	СР07

#### Темы для групповой дискуссии на практическом занятии ПР04

1. Устойчивость инновационных проектов в условиях импортозамещения
2. Зависимость экономической целесообразности инновационного проекта от развития инновационно-инвестиционной инфраструктуры
3. Проблемы организации проектной деятельности в наноинженерии

#### Темы для групповой дискуссии на практическом занятии ПР07

1. Проблемы продвижения результатов в области создания наноструктурированных материалов к потребителю
2. Разработка комплексной программы инновационной деятельности в области наноинженерии

#### Темы творческих заданий СР07

1. Рамочный инновационный проект в области продвижения нанопродуктов
2. Рамочный инновационный проект в области организации выпуска нанотехнологического оборудования

#### Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Участники рынка новаций и их экономические отношения.
2. Движущие силы конкуренции на рынке новаций.
3. Коммерциализация новшеств.
4. Экономические критерии инновационной деятельности
5. Эффективность как универсальный критерий принятия решений при управлении инновациями.
6. Поступления от инновационной деятельности.
7. Бюджет инновационного проекта.
8. Экономические показатели целесообразности и эффективности инноваций.
9. Обоснование эффективности инновационных проектов на основе оценки чистого дисконтированного дохода (чистой текущей стоимости).
10. Особенности оценки экономической эффективности организационных инноваций.
11. Чувствительность и устойчивость инновационных проектов к условиям их реализации.
12. Организация экономического мониторинга при реализации инновационного проекта.
13. Финансовые аспекты инновационной деятельности.

14. Понятие и виды инвестиций, их использование для финансирования инновационной деятельности: потребительские инвестиции, экономические или капиталобразующие инвестиции, финансовые или портфельные инвестиции.
15. Особенности регламентации инновационных процессов на макро- и микроуровнях управления.
16. Проектирование бизнес-процессов инновационной деятельности.
17. Инжиниринг и реинжиниринг бизнес-процессов инновационной деятельности.
18. Организация мониторинга инновационного процесса.
19. Управление проектами как основная технология реализации инноваций.
20. Разработка инновационного проекта и обеспечение его реализации.
21. Планирование и управление проектом на основе процессного подхода.
22. Понятие и определение инновационной программы как объекта управления.
23. Социо-технический подход к проблеме управления проектами.
24. Документирование инновационных проектов: проектная, плановая и отчетная документация, порядок ее составления, использования и хранения.

**ИД-2 (ОПК-3)** Знает правовые и нормативные акты в сфере экономической, экологической и социальной безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Знает нормативно-правовую базу организации инновационной деятельности в области наноинженерии, обеспечивающую экономическую, экологическую и социальную безопасность участников инновационных процессов	СР01, Зач01

#### Темы творческих заданий СР01

1. Проанализировать качество правового сопровождения инновационной деятельности в области наноинженерии.
2. Разработать комплекс мероприятий по совершенствованию правового регулирования экономической, экологической и социальной безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии

#### Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Правовые и нормативные акты в сфере экономической безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии.
2. Правовые и нормативные акты в сфере экологической безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии.
3. Правовые и нормативные акты в сфере социальной безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии.

**ИД-1 (ОПК-6)** Имеет опыт принятия ответственных решений, с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Знает правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе при реализации инновационной политики.	ПР08, Зач01
Умеет обоснованно принимать управленческие решения	СР08
Имеет опыт разработки управленческих решений и преодоления сопротивления инновациям в коллективе	СР09

#### Темы для групповой дискуссии на практическом занятии ПР08

1. Механизмы преодоления психологической инерции.
2. Крос-культурные различия и их влияние на творческую деятельность в коллективе.

#### Темы творческих заданий СР08

1. Предложить комплекс управленческих решений по созданию инженерных продуктов в области наноинженерии с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе

#### Темы творческих заданий СР09

1. Изучить факторы межличностных отношений, позволяющие преодолеть силы сопротивления нововведениям. Разработать комплекс мероприятий по преодолению сопротивления инновациям в коллективе.

#### Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе.
2. Управление коллективом (группой) в процессе внедрения нововведений.
3. Политика внедрения нововведений.
4. Содержание и стадии процесса принятия управленческого решения.
5. Специфические черты процесса управления.
6. Организационные решения.
7. Критерии принятия управленческого решения.
8. Формальные правила и процедуры принятия управленческого решения.
9. Факторы межличностных отношений, позволяющие преодолеть силы сопротивления нововведениям.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

### 8.2.1. Шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей 8.1.

Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Таблица 8.1 – Шкалы оценивания контрольных мероприятий

Обозначение	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
			min	max
ПР04	Экономическая экспертиза инновационных проектов и мониторинг реализации инноваций	групповая дискуссия	2	5
ПР07	Управление инновационными проектами и программами	групповая дискуссия	2	5
ПР08	Правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе.	групповая дискуссия	2	5
СР01	Изучить основные правовые и нормативные акты в сфере экономической, экологической и социальной безопасности при проектировании и изготов-	творческое задание	2	5

Обоз-	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
	лении продукции наноинженерии. Проанализировать качество правового сопровождения инновационной деятельности в области наноинженерии.			
СР07	Спроектировать бизнес-процесс инновационной деятельности	творческое задание	2	5
СР08	Предложить комплекс управленческих решений по созданию инженерных продуктов в области наноинженерии с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе	творческое задание	2	5
СР09	Изучить факторы межличностных отношений, позволяющие преодолеть силы сопротивления нововведениям. Разработать комплекс мероприятий по преодолению сопротивления инновациям в коллективе	творческое задание	2	5
Зач01	Зачет	зачет	17	40

#### 8.2.2. Критерии оценивания

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии.

#### **Групповая дискуссия**

*Участие в групповой дискуссии во время обсуждения проблемных вопросов по разделу дисциплины (оценка по одному из критериев)*

Описание результата деятельности обучающегося	Оценка
<i>Не участвовал в дискуссии, высказанные идеи не относятся к обсуждаемой теме или содержат принципиальные ошибки</i>	0
<i>Преимущественно стимульно-продуктивный уровень интеллектуальной активности в дискуссии, слабое знание ключевых компонентов изучаемой дисциплины в контексте обсуждаемого вопроса, наличие значимых ошибок в высказываниях</i>	1
<i>Преимущественно стимульно-продуктивный уровень интеллектуальной активности в дискуссии, знание ключевых компонентов содержания изучаемой дисциплины в контексте обсуждаемого вопроса, отсутствие значимых ошибок в высказываниях</i>	2
<i>Преимущественно эвристический уровень интеллектуальной активности в дискуссии, знание и четкое понимание ключевых компонентов содержания изучаемой дисциплины в контексте обсуждаемого вопроса, построение логической цепочки рассуждений для получения нового знания в процессе обсуждения</i>	3
<i>Преимущественно эвристический уровень интеллектуальной активности в дискуссии, знание и четкое понимание ключевых компонентов содержания изучаемой дисциплины в контексте обсуждаемого вопроса, знание специфики обсуждаемых вопросов, понимание места получаемого знания в общей структуре научного, взаимосвязи получаемого знания с профессиональной деятель-</i>	4

<i>ностью</i>	
<i>Креативный уровень интеллектуальной активности в дискуссии, систематизированное знание содержания изучаемой дисциплины в контексте обсуждаемого вопроса, анализ проблемных моментов и перспектив развития полученных знаний для успешного управления инновациями в наноинженерии</i>	5

### Творческое задание

Описание результата деятельности обучающегося	Оценка
<i>Задание не выполнено</i>	0
<i>Тема задания в работе не раскрыта</i>	1
<i>Тема задания в работе не раскрыта полностью, но есть концептуальные положения взгляда обучающегося на проблему</i>	2
<i>Задание выполнено полностью, но есть противоречия в рассуждениях и высказывания, не соответствующие современному состоянию науки</i>	3
<i>Задание выполнено полностью, показано владение основными положениями данного раздела учебной дисциплины</i>	4
<i>Задание выполнено полностью, продемонстрировано творческое восприятие современных подходов к управлению инновационными процессами</i>	5

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии.

#### Зачет (Зач01).

Задание состоит из 4 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Каждый теоретический вопрос оценивается максимально 10 баллами. Максимальное суммарное количество баллов – 40.

#### Критерии оценивания ответа на теоретический вопрос

Показатель	Максимальное количество баллов
Знание определений основных понятий, грамотное употребление понятий	2
Полнота раскрытия вопроса	3
Умение раскрыть взаимосвязи между отдельными компонентами (понятиями и моделями, теоремами и их применением, данными и формулами и т.п.)	3
Ответы на дополнительные вопросы	2
Всего	10

Итоговая оценка по дисциплине выставляется с учетом результатов текущего контроля (приведенных к норме в 60 баллов) с использованием следующей шкалы.

Оценка	Набрано баллов
«зачтено»	41-100
«не зачтено»	0-40



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.08 Системы автоматизированного проектирования***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***технологического оборудования***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

***К.Т.Н., ДОЦЕНТ***

степень, должность

подпись

***А.А. Баранов***

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

подпись

***А.Г. Ткачев***

инициалы, фамилия

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-5. Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</b>	
ИД-1 (ОПК-5) Знает современные информационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	знает современные информационные технологии
	знает современные программные средства автоматизации проектных работ
	умеет проводить конструкторское проектирование новых и совершенствование существующих изделий в сфере профессиональной деятельности
	умеет оценивать возможности применения методов математического анализа и моделирования при решении инженерных задач
	имеет опыт построения плоских и пространственных моделей нанотехнологического оборудования
	имеет опыт проведения расчетов в области нанотехнологического оборудования и процессов с использованием прикладных программ
<b>ОПК-7. Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии</b>	
ИД-2 (ОПК-7) Знает основные подходы к разработке нормативно-технической документации	знает состав конструкторской документации и нормативных документов, регламентирующих ее содержание и оформление
	знает методики составления технических заданий и состав проектов на всех стадиях разработки
	умеет использовать нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения технических объектов в наноинженерии
	владеет навыками использования современных систем проектирования при выполнении проектных работ в машиностроении

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения	
	Очная	
	2 семестр	3 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>65</b>	<b>39</b>
занятия лекционного типа	16	16
лабораторные занятия	16	16
практические занятия	32	
курсовое проектирование		2
консультации		2
промежуточная аттестация	1	3
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>79</b>	<b>105</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Тема 1. Процесс проектирования и объекты проектирования.**

Виды изделий. Стадии разработки. Виды и комплектность конструкторских документов. Системы автоматизированного проектирования как комплекс средств автоматизации проектирования.

Практические занятия

ПР01. Обзор возможностей современных САПР для поддержки всех стадий проектирования.

Лабораторные работы

ЛР01. Изучение и анализ принципов построения 2D и 3D объектов в САД системах отечественного и зарубежного производства.

#### **Тема 2. Топологическое проектирование.**

Методы топологического проектирования. Структурные модели. Планирование, реализация и сборка Задачи компоновки, размещения, трассировки и алгоритмы их решения.

Практические занятия

ПР02. Решение задачи компоновки технологического оборудования на нескольких уровнях.

Лабораторные работы

ЛР02. Размещение оборудования и трассировка трубопроводов в T-Flex CAD.

#### **Тема 3. Параметрический синтез.**

Математические геометрические модели. Позиционные и метрические задачи и алгоритмы их решения. Типы параметризации: табличная, иерархическая, размерная, геометрическая. Двумерная и трехмерная параметризация. Параметры геометрических моделей и отношения между ними.

Практические занятия

ПР03. Математическое описание геометрических моделей.

#### **Тема 4. Автоматизация оформления конструкторской документации.**

Требования к подсистемам формирования текстовой и графической документации. Прототипы документов. Унификация и стандартизация. Обозначение изделий и конструкторских документов. Диалоговые приёмы.

Практические занятия

ПР04. Использование диалоговых приемов оформления текстовой и графической документации.

Лабораторные работы

ЛР03. Оформление технической документации проекта с использованием встроенных возможностей различных САПР

**Тема 5. Обзор конструкторских САПР и их проектирующих подсистем.**

«Легкие, средние, тяжелые» системы. AutoCAD, Компас-3D, T-Flex CAD, AutoDesk Inventor, SolidWorks – достоинства, недостатки, область применения. Степень интеграции CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM. Перспективы развития САПР. Обзор возможностей параметрического синтеза и создания библиотек типовых элементов.

Практические занятия

ПР05. Возможности параметрического синтеза в современных САПР.

Лабораторные работы

ЛР04. Изучение и анализ принципов геометрического моделирования в современных САПР.

**Тема 6. Параметрический синтез 2D-графики в T-Flex CAD.**

Система координат чертежа. Параметрический каркас. Линии построения. Линии изображения. Слои. Уровни видимости. Основные приемы реализации геометрической параметризации. Переменные. Внешние переменные. Действия (операции) в выражениях. Функции работы с переменными. Редактор переменных. Базы данных и их связь с параметрами изделия. Элементы управления.

Практические занятия

ПР06. Приемы геометрической параметризации.

Лабораторные работы

ЛР05. Реализация геометрической 2D параметризации при построении типовых деталей технологического оборудования

**Тема 7. Элементы оформления 2D-чертежей в T-Flex CAD.**

Основная надпись. Размеры. Штриховка. Допуски формы и расположения. Шероховатость. Оси. Чертежные виды. Группы элементов. Надписи. Таблицы.

Практические занятия

ПР07. Использование элементов оформления чертежей для создания документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

Лабораторные работы

ЛР06. Подготовка рабочих чертежей типовых деталей технологического оборудования с использованием средств оформления T-Flex CAD.

**Тема 8. Создание сборочных 2D-чертежей в T-Flex CAD.**

Специфика работы со сборочными чертежами. Понятие фрагмент. Свойства фрагмента в контексте сборки. Редактирование фрагментов. Ссылки. Управление видимостью объектов фрагмента при вставке в сборку – слои, уровни, приоритеты. Векторы и точки привязки. Коннекторы.

Приемы создания сборочных чертежей методом «от деталей к узлу (снизу-вверх)» и «от узла к деталям (сверху-вниз)».

Практические занятия

ПР08. Приемы создания сборочных чертежей методом «от деталей к узлу (снизу-вверх)» и «от узла к деталям (сверху-вниз)».

Лабораторные работы

ЛР07. Создание фрагментов и сборочных 2D-чертежей методом «снизу-вверх».

ЛР08. Создание сборочных 2D-чертежей методом «сверху-вниз» и выполнение детализировки.

ЛР09. Автоматическое создание спецификаций.

### **Тема 9. Параметрический синтез 3D-графики в T-Flex CAD.**

Базовый метод создания 3D-графики – рабочая плоскость, элементы формообразования, операции выталкивания, вращения, логического объединения/вычитания/пересечения. Операции: сглаживание, по сечениям, по траектории, отверстие, ребро, отсечение, уклон, спираль. Копии и массивы.

Реализация метода построения – от чертежа к 3D-модели.

Создание видов, разрезов на базе 3D-модели.

Материалы. Источники света.

Лабораторные работы

ЛР10. Параметрический синтез 3D-моделей типовых деталей технологического оборудования методом от чертежа к 3D-модели.

ЛР11. Параметрический синтез 3D-моделей типовых деталей технологического оборудования базовым методом в трехмерной сцене.

### **Тема 10. Создание сборочных 3D-моделей в T-Flex CAD.**

Приемы позиционирования фрагментов в трехмерной сцене. Адаптивные фрагменты. Сопряжения. Степени свободы. Использование 3D-библиотек стандартных элементов. Сборка и разборка моделей. 3D расстановка. 3D планировка. Сварка. Детализировка.

Лабораторные работы

ЛР12. Создание сборочных 3D-моделей.

### **Тема 11. Создание типовых параметрических элементов технологического оборудования и собственных библиотек.**

Базы данных (внутренние и внешние) в T-Flex CAD и их связь с редактором переменных. Создание переменных на основе базы данных. Элементы управления и их связь с внешними переменными. Конфигурация библиотек и меню документы.

Лабораторные работы

ЛР13. Создание типовых параметрических элементов сварных аппаратов.

### **Тема 12. Спецификации в T-Flex CAD.**

Свойства спецификации. Редактор спецификаций. Связь со сборочным чертежом. Автоматическая генерация. Включение в спецификацию. Экспорт.

### **Тема 13. Анимация движения механизмов и узлов. Оптимизация модели.**

Выбор определяющих переменных. Задание начальных конечных значений и шага. Создание мультимедиа файла. Задание на оптимизацию. Параметры оптимизации. Алгоритмы оптимизации.

Лабораторные работы

ЛР14. Кинематический анализ и анимация движения плоского рычажного механизма.

#### **Тема 14. Прочностной и тепловой расчет конструкций в T-Flex CAD - Анализ.**

Постановка задачи конечно-элементного и динамического анализа. Генерация сетки. Материал. Нагружение. Ограничение. Тепловая нагрузка. Результаты. Отчеты. Экспорт.

Лабораторные работы

ЛР15. Прочностной расчет пространственной конструкции в T-Flex CAD – Анализ.

#### **Самостоятельная работа**

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовку сообщений, выполнение заданий преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения. Самостоятельная работа студентов организуется по вопросам в соответствии с темой рассмотренной в ходе аудиторных занятий. Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется при проверке результатов практических занятий, защите лабораторных работ и курсовой работы.

#### **Курсовое проектирование**

Выполнение курсовой работы, предусмотренной учебным планом, является важной частью самостоятельной учебной работы обучающихся. Курсовая работа позволяет закрепить теоретические знания, сформировать умение применять знания при решении прикладных задач, подготовить к выполнению выпускной квалификационной работы.

Курсовая работа посвящена разработке визуальных 3D-моделей нанотехнологического оборудования, позволяющих понять его конструкцию и принцип действия. В качестве объектов проектирования используются технические объекты, применяемые в технологии получения нанопродуктов, а также вспомогательное оборудование и устройства.

Работа включает:

- разработку 3D-модели технологического аппарата (машины), его узлов или деталей;
- чертежи, полученные с использованием 3D-моделей;
- анимационный ролик, демонстрирующий работу оборудования, его сборку/разборку или движение камеры при съемке объекта;
- конечно-элементный прочностной расчет элемента оборудования с визуализацией результатов.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки, включающей описание этапов разработки, а также электронных 3D-моделей изделий.

При выполнении курсовой работы можно использовать методологию и алгоритмы, представленные в учебном пособии «Технологии проектирования твердотельных машиностроительных изделий в T-FLEX CAD 3D [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Пасько, А.А. Баранов, Н.Р. Меметов, И.Н. Шубин. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 80 с. Книгу можно получить в учебном абонементе Научной библиотеки ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Курсовая работа должна соответствовать заданной теме, содержать все основные разделы и графический материал в соответствии с заданием, должна быть оформлена в соответствии с СТО ФГБОУ ВО «ТГТУ» 07-2017 «Выпускные квалификационные работы и курсовые проекты (работы). Общие требования».

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Авлукова Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Авлукова Ю.Ф. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 221 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24071>. – ЭБС «IPRbooks».

1. Синенко С.А. Компьютерные методы проектирования [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Синенко С.А., Славин А.М., Жадановский Б.В. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. – 138 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40571>. – ЭБС «IPRbooks».

2. Технологии проектирования твердотельных машиностроительных изделий в T-FLEX CAD 3D: учеб. по-сobie / А.А. Пасько [и др.] - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2010. - 80 с. (64 экз.)

3. Меметов, Н.Р. Параметрическое проектирование в машиностроении: методические указания к работе с пакетом программ / Н.Р. Меметов, А.А. Пасько, А.А. Баранов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 24 с. (94 экз.)

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>



Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов рекомендованных заданий. В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления.

Для усвоения важнейших принципов работы в САПР необходимо не только владеть теоретическим материалом, но и применять эти знания на практике. А для этого необходимо владеть компьютерной техникой и конкретной САПР. Такие навыки приобретаются на лабораторных занятиях и требуют дополнительной внеаудиторной подготовки к ним, поскольку многие лабораторные занятия требуют большой исследовательской работы, изучения дополнительной и научной литературы. Прежде чем приступить к выполнению такой работы, студенту необходимо ознакомиться обстоятельно с содержанием задания, уяснить его, оценить с точки зрения восприятия и запоминания все составляющие его компоненты.

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- решение задач;
- работу со справочной и нормативно-технической литературой;
- выступления с докладами и презентациями;
- защиту выполненных работ и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторения лекционного материала;
- подготовки к практическим и лабораторным занятиям;
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативно-технической литературы;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к докладам и презентациям;
- выполнения курсовой работы.

Наиболее важным моментом самостоятельной работы является выполнение курсовой работы. Теоретическая часть курсовой работы выполняется по установленным темам с использованием индивидуальных заданий. К каждой теме курсовой работы рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует выявить дополнительные источники и материалы и ознакомиться с ними.

При выполнении графической части необходимо использовать современные средства автоматизации проектных работ, изучаемых в курсе.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Оборудование: макеты оборудования.	AutoCAD 2015, 2016, 2017, 2018 / программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110001637279
учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Компьютерный класс	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	КОМПАС-3D версия 16 / Лицензия №МЦ-10-00646 бессрочная Договор 44867/VRN3 от 19.12.2013г.
учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Программный комплекс T-FLEX Лицензия №00005221 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компь-	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701

28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
обучающихся (ауд. 333/А)	ютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01	Обзор возможностей современных САПР для поддержки всех стадий проектирования	опрос
ПР02	Решение задачи компоновки технологического оборудования на нескольких уровнях	опрос
ПР03	Математическое описание геометрических моделей	опрос
ПР04	Использование диалоговых приемов оформления текстовой и графической документации	доклад с презентацией
ПР05	Возможности параметрического синтеза в современных САПР	доклад с презентацией
ПР06	Приемы геометрической параметризации	доклад с презентацией
ПР07	Использование элементов оформления чертежей для создания документации в соответствии с требованиями ЕСКД	опрос
ПР08	Приемы создания сборочных чертежей методом «от деталей к узлу (снизу-вверх)» и «от узла к деталям (сверху-вниз)»	опрос
ЛР01	Изучение и анализ принципов построения 2D и 3D объектов в САД системах отечественного и зарубежного производства	защита
ЛР02	Размещение оборудования и трассировка трубопроводов в T-Flex САД	защита
ЛР03	Оформление технической документации проекта с использованием встроенных возможностей различных САПР	защита
ЛР04	Изучение и анализ принципов геометрического моделирования в современных САПР	защита
ЛР05	Реализация геометрической 2D параметризации при построении типовых деталей технологического оборудования	защита
ЛР06	Подготовка рабочих чертежей типовых деталей технологического оборудования с использованием средств оформления T-Flex САД	защита
ЛР07	Создание фрагментов и сборочных 2D-чертежей методом «снизу-вверх»	защита
ЛР08	Создание сборочных 2D-чертежей методом «сверху-вниз» и выполнение детализации	защита

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ЛР09	Автоматическое создание спецификаций	защита
ЛР10	Параметрический синтез 3D-моделей типовых деталей технологического оборудования методом от чертежа к 3D-модели	защита
ЛР11	Параметрический синтез 3D-моделей типовых деталей технологического оборудования базовым методом в трехмерной сцене	защита
ЛР12	Создание сборочных 3D-моделей	защита
ЛР13	Создание типовых параметрических элементов сварных аппаратов	защита
ЛР14	Кинематический анализ и анимация движения плоского рычажного механизма	защита
ЛР15	Прочностной расчет пространственной конструкции в T-Flex CAD – Анализ	защита

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Зач01	Зачет	2 семестр
КР01	Защита КР	3 семестр
Экз01	Экзамен	3 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (ОПК-5) Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает современные информационные технологии	ЛР01
знает современные программные средства автоматизации проектных работ	ЛР04
умеет проводить конструкторское проектирование новых и совершенствование существующих изделий в сфере профессиональной деятельности	ЛР05, ЛР06, ЛР07, Зач01
умеет оценивать возможности применения методов математического анализа и моделирования при решении инженерных задач	ЛР11, ЛР12
имеет опыт построения плоских и пространственных моделей нанотехнологического оборудования	ЛР11, ЛР12, КР01
имеет опыт проведения расчетов в области нанотехнологического оборудования и процессов с использованием прикладных программ	ЛР15, КР01

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Стадии проектирования.
2. Жизненный цикл изделия.
3. Системы САД, САМ, САЕ, как средства автоматизации проектных работ.
4. Принципы построения 2D-объектов.
5. Приемы редактирования на плоскости.
6. Принципы построения 3D-объектов.
7. Приемы редактирования в пространстве.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Трехмерная сцена.
2. Рабочие плоскости.
3. Трехмерные примитивы
4. Эскизы и формообразующие профили.
5. Трехмерные операции каркасного и твердотельного образования 3D-объектов в современных САПР.
6. Булевы операции в трехмерной сцене.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. Размерная параметризация.
2. Параметрический каркас.
3. Линии построения.
4. Линии изображения.
5. Основные приемы реализации геометрической параметризации.
6. Переменные.
7. Редактор переменных

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Основная надпись.
2. Размеры.
3. Штриховка.



4. Допуски формы и расположения.
5. Шероховатость.
6. Надписи.
7. Таблицы.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР07

1. Понятие фрагмент.
2. Свойства фрагмента в контексте сборки.
3. Управление видимостью объектов фрагмента при вставке в сборку – слои, уровни, приоритеты.
4. Векторы и точки привязки.
5. Коннекторы.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР11

1. Базовый метод создания 3D-графики.
2. Рабочая плоскость.
3. Элементы формообразования.
4. Операции выталкивания.
5. Операция вращения.
6. Логические операции.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР12

1. Приемы позиционирования фрагментов (элементов сборки) в трехмерной сцене.
2. Адаптивные фрагменты.
3. Сопряжения.
4. Использование 3D-библиотек стандартных элементов.
5. Сборка/разборка моделей.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР15

1. Постановка задачи конечно-элементного анализа.
2. Генерация сетки.
3. Материалы.
4. Нагружение.
5. Ограничение.
6. Тепловая нагрузка.
7. Результаты.
8. Отчеты.

Теоретические вопросы к зачету Зач01.

1. Системы автоматизированного проектирования как комплекс средств автоматизации проектных работ.
2. Методы проектирования.
3. Задачи компоновки, размещения, трассировки.
4. Математические геометрические модели.
5. Позиционные и метрические задачи и алгоритмы их решения.
6. Требования к подсистемам формирования текстовой и графической документации.
7. Диалоговые приемы разработки.
8. «Легкие, средние, тяжелые» системы САПР.
9. Приемы параметрического синтеза и создания библиотек типовых элементов.
10. Параметрический каркас. Линии построения. Линии изображения (на примере T-Flex CAD).

11. Приемы геометрической параметризации. Переменные. Редактор переменных.
12. Элементы оформления чертежей в T-Flex CAD. Основная надпись. Размеры. Штриховка.
13. Элементы оформления чертежей в T-Flex CAD. Допуски формы и расположения. Шероховатость. Надписи. Таблицы.
14. Создание сборочных 2D-чертежей в T-Flex CAD. Понятие фрагмент. Свойства фрагмента в контексте сборки.
15. Создание сборочных 2D-чертежей в T-Flex CAD. Управление видимостью объектов фрагмента при вставке в сборку – слои, уровни, приоритеты. Векторы и точки привязки. Коннекторы.
16. Приемы создания сборочных чертежей методом «от деталей к узлу (снизу-вверх)» и «от узла к деталям (сверху-вниз)».

#### Практические задания к зачету Зач01 (примеры)

1. Создать модель втулки, у которой определяющим размером является внутренний диаметр, а наружный в два раза больше внутреннего.
2. Создать модель конического днища с большим диаметром 200 мм и высотой 150 мм. Меньший диаметр задается определяющим параметром – половиной угла при вершине конуса.
3. Создать текст, содержащий имя переменной и ее текущее значение.
4. Создать круговой массив из n равносторонних треугольников.
5. Создать переменную с предопределенным списком значений, которая связана с длиной одной из сторон прямоугольника.
6. Создать базу данных с одним вещественным полем и на его основе список возможных значений переменной задающий радиус окружности.
7. Создать диалоговое окно с элементом управления «выпадающий список» и отобразить в нем список предопределенных значений внешней переменной.
8. С использованием элементов управления «переключатель» осуществить смену значений переменной на два любых предопределенных значения.
9. С использованием элемента управления «Переключатель Да/Нет» осуществить смену значений переменной на два любых предопределенных значения.
10. Создать прямоугольник, длина которого при вставке в сборочный чертеж задается с помощью точек привязки.
11. Создать два вида параметрической детали типа втулка и связать каждый из них с отдельным вектором привязки.

#### Вопросы к защите курсовой работа КР01 (примеры)

1. Базовый метод создания твердотельных моделей, использованный в курсовой работе.
2. Используемые приемы позиционирования объектов сборки в трехмерной сцене.
3. Параметры модели и сборки, влияющие на геометрию и размещение объектов.
4. Этапы конечно-элементного прочностного анализа элементов конструкции.
5. Основные приемы создания проекций на базе твердотельных трехмерных объектов.
6. Стандартные изделия, использованные в сборке и приемы их установки и размещения.

**ИД-2 (ОПК-7) Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает состав конструкторской документации и нормативных документов, регламентирующих ее содержание и оформление	ЛР06
знает методики составления технических заданий и состав проектов на всех стадиях разработки	ЛР03
умеет использовать нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения технических объектов в наноинженерии	КР01, Экз01
владеет навыками использования современных систем проектирования при выполнении проектных работ в машиностроении	КР01, Экз01

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Основная надпись.
2. Размеры.
3. Штриховка.
4. Допуски формы и расположения.
5. Шероховатость.
6. Надписи.
7. Таблицы.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Требования к подсистемам формирования текстовой и графической документации.
2. Диалоговые приёмы

Вопросы к защите курсовой работа КР01 (примеры)

1. Базовый метод создания твердотельных моделей, использованный в курсовой работе.
2. Исползованные приемы позиционирования объектов сборки в трехмерной сцене.
3. Параметры модели и сборки, влияющие на геометрию и размещение объектов.
4. Этапы конечно-элементного прочностного анализа элементов конструкции.
5. Основные приемы создания проекций на базе твердотельных трехмерных объектов.
6. Стандартные изделия, использованные в сборке и приемы их установки и размещения.

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

- 1 Базовый метод создания 3D-графики – рабочая плоскость, элементы формообразования, операции выталкивания, вращения, логического объединения/вычитания/пересечения.
2. Операции: сглаживание, по сечениям, по траектории, отверстие, ребро, отсечение, ук-лон, спираль. Копии и массивы.
3. Реализация метода построения – от чертежа к 3D-модели.
4. Создание видов, разрезов на базе 3D-модели.
5. Материалы. Источники света.
6. Приемы позиционирования фрагментов в трехмерной сцене.
7. Адаптивные фрагменты.
8. Сопряжения. Степени свободы.
9. Использование 3D-библиотек стандартных элементов.
10. Сборка и разборка моделей.
11. 3D расстановка. 3D планировка.
12. Сварка в 3D-моделях.
13. Детализовка 3D-сборок.

14. Базы данных (внутренние и внешние) в T-Flex CAD и их связь с редактором переменных.
15. Создание переменных на основе базы данных.
16. Элементы управления и их связь с внешними переменными.
17. Конфигурация библиотек и меню документы.
18. Свойства спецификации. Редактор спецификаций.
19. Связь спецификации со сборочным чертежом.
20. Автоматическая генерация спецификаций.
21. Включение элементов в спецификацию.
22. Экспорт спецификаций.
23. Анимация движения механизмов и узлов.
24. Создание мультимедиа файла на основе анимации.
25. Задание на оптимизацию. Параметры оптимизации. Алгоритмы оптимизации.
26. Постановка задачи конечно-элементного и динамического анализа.
27. Генерация сетки при расчете на прочность.
28. Нагружение и ограничения при расчете на прочность пространственных конструкций.
29. Результаты прочностного анализа.
30. Формирование отчетов по результатам прочностного анализа.

#### Практические задания к экзамену Экз01 (примеры)

1. Создать параметрическую 3D-модель детали.
2. Создать 3D-сборку болтового соединения двух пластин, используя механизм привязки фрагментов к системам координат.
3. Создать 3D-сборку из не менее 2 элементов, используя механизм сопряжений.
4. Создать 3D-сборку из не менее 2 элементов используя привязку к системе координат.
5. Построить модель фланцевой заглушки (диск с болтовыми отверстиями). Определяющие параметры – наружный диаметр, толщина, диаметр болтовой окружности, диаметр болтового отверстия и количество отверстий. Для построения отверстий использовать – 3D-массив.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем

Наименование, обозначение	Показатель
	на 50% заданных вопросов
Доклад	тема доклада раскрыта, сформулированы выводы; соблюдены требования к объему и оформлению доклада (презентации к докладу)
Опрос	даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 1 теоретического вопроса и 1 практического задания.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы и при выполнении практических заданий

Защита КР (КР01).

Выполненная курсовая работа сдается студентом руководителю в установленный срок. Руководитель дает предварительную оценку курсовой работы. При оценке работы учитываются: содержание работы, степень самостоятельности, оригинальность выводов и предложений, качество используемого материала, а также уровень грамотности (общий и технический). Одновременно руководитель отмечает положительные стороны и недостатки работы, а в случае надобности указывает, что надлежит доработать. Работа, не соответствующая предъявляемым требованиям, возвращается студенту на доработку.

Курсовые работы, получившие положительный отзыв, допускаются к защите. На защите студент обязан кратко изложить содержание работы, дать исчерпывающие ответы на вопросы членов комиссии. Во время защиты докладчику дается возможность отстаивать и обосновывать свою точку зрения.

Оценке в ходе защиты курсовой работы подлежат:

- знание области исследования;
- глубина и степень решения поставленных задач;
- умение кратко излагать результаты и аргументировано отвечать на вопросы;
- оформление курсовой работы.

Особое внимание обращается на самостоятельность студента при решении поставленных в работе задач.

Решение об оценке курсовой работы принимается преподавателями кафедры по результатам анализа представленной курсовой работы, доклада студента и его ответов на вопросы. Оценка по итогам защиты курсовой работы проставляется в ведомость и зачетную книжку студента руководителем курсовой работы.

Комиссия по защите включает председателя комиссии и двух-трех преподавателей кафедры. Защита курсовой работы студентом состоит из выступления студента (5-7 минут) и ответов на вопросы членов комиссии и присутствующих на защите студентов и преподавателей.

Студентам, не подготовившим курсовую работу в установленные сроки, не явившимся по той или иной причине на защиту курсовой работы, получившим на защите

оценку «неудовлетворительно», предоставляется возможность защитить курсовую работу (при повторной защите – не более двух раз) после исправления допущенных ошибок и соответствующей подготовки к защите. Дата защиты устанавливается кафедрой. Защита происходит в обычном порядке.

Отметка «отлично» выставляется студенту, выполнившему курсовую работу в полном объеме, объяснившему принципы создания визуальных 3D-моделей, чертежей, анимаций, методологию конечно-элементного прочностного анализа и ответившему на все заданные вопросы.

Отметка «хорошо» выставляется студенту, выполнившему курсовую работу в полном объеме, но не достаточно полно ответившего на вопросы по пояснительной записке, по принципам 3D-моделирования и работы с моделью и ее составными частями.

Отметка «удовлетворительно» выставляется студенту, выполнившему курсовую работу в полном объеме, но не ответившего на часть вопросов по пояснительной записке, по принципам 3D-моделирования и работы с моделью и ее составными частями.

Отметка «неудовлетворительно» выставляется студенту, выполнившему курсовую работу в полном объеме, но не разобравшемуся в принципах 3D-моделирования и работы с моделью и ее составными частями и не ответившего на большую часть вопросов.

#### Экзамен (Экз01)

Задание состоит из 1 теоретического вопроса и 1 практического задания.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знания по предмету демонстрируются на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной технической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Корректно решено практическое задание и описан ход его решения.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной технической терминологии. Могут быть допущены некоторые неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Корректно решено практическое задание и описан ход его решения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Решение практического задания имеет неточности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если:

1) Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, техническая

терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

- 2) Ответ на вопрос или практическое задание полностью отсутствуют.
- 3) Отказ от ответа.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.09 Технологическое предпринимательство***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: \_\_\_\_\_ ***очная*** \_\_\_\_\_

Кафедра: \_\_\_\_\_ ***Коммерция и бизнес-информатика*** \_\_\_\_\_

(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ ***д.э.н., профессор*** \_\_\_\_\_

степень, должность

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***В.А. Солопов*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***М.А. Блюм*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Тамбов 2024



## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>	
ИД-1 (УК-2) Знает этапы жизненного цикла проекта	Формулирует понятие жизненного цикла для запланированного проекта
	Перечисляет последовательность циклов в зависимости от направленности деятельности, опыта участников и условий реализации
	Перечисляет под циклы жизненного цикла проекта
ИД-2 (УК-2) Имеет практический опыт в реализации проектной деятельности	Работает с источниками, проводит практическое экспериментальное исследование, собирает и обрабатывает статистические данные, оформляет результаты исследований
	Выявляет интересы и потребности, показывает роль и значение изучаемого материала (выполняемой деятельности) в реализации личных планов
	Формулирует проблемы и использует эвристические методы их решения

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</b>	
ИД-1 (УК-6) Имеет способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Выделяет и характеризует проблемы собственного развития и самореализации, формулирует и реализует цели профессионального и личностного развития, оценивает свои творческие возможности
	Эффективно использует навыки применения приемов и технологий формирования целей саморазвития и их самокритической оценки
	Эффективно использует навыки самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач и использованию творческого потенциала

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	2 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>17</b>
занятия лекционного типа	<b>16</b>
лабораторные занятия	-
практические занятия	-
курсовое проектирование	-
консультации	-
промежуточная аттестация	<b>1</b>
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>91</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>108</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Тема 1. Введение в инновационное развитие**

Сущность и свойства инноваций в IT-бизнесе. Модели инновационного процесса. Роль IT-предпринимателя в инновационном процессе.

#### **Тема 2. Формирование и развитие команды.**

Создание команды в IT-бизнесе. Командный лидер. Распределение ролей в команде. Мотивация команды Командный дух.

#### **Тема 3. Бизнес-идея, бизнес-модель, бизнес-план.**

Как возникают бизнес-идеи в сфере IT.

Создание IT бизнес-модели.

Формализация бизнес-модели.

#### **Тема 4. Маркетинг. Оценка рынка.**

Основы маркетинговых исследований. Особенность маркетинговых исследований для высокотехнологичных стартапов в сфере IT. Оценка рынка и целевые сегменты IT-рынка. Комплекс маркетинга IT-компаний. Особенности продаж инновационных IT-продуктов.

#### **Тема 5. Разработка продукта.**

Жизненный цикл IT-продукта. Методы разработки IT-продукта.

Уровни готовности IT-технологий. Теория решения изобретательских задач. Теория ограничений. Умный жизненный цикл IT-продукта.

#### **Тема 6. Выведение продукта на рынок.**

Концепция Customer development в IT-бизнесе. Методы моделирования потребительских потребностей. Модель потребительского поведения на IT-рынке.

#### **Тема 7. Нематериальные активы и охрана интеллектуальной собственности.**

Нормативная база. Правовые режимы охраны интеллектуальной собственности в IT-бизнесе. Признание авторства в IT-бизнесе. Разработка стратегии инновационного IT-проекта.

#### **Тема 8. Трансфер технологий и лицензирование.**

Трансфер и лицензирование IT-технологий. Типы лицензирования интеллектуальной собственности в IT-бизнесе и их применение. Расчет цены лицензии и виды платежей за IT-продукты.

#### **Тема 9. Создание и развитие стартапа.**

Понятие стартапа в IT-бизнесе. Методики развития стартапа в IT-бизнесе.

Этапы развития стартапа в IT-бизнесе. Создание и развитие малого инновационного предприятия в IT-бизнесе.

#### **Тема 10. Коммерческий НИОКР.**

Мировой IT-рынок НИОКР и открытые инновации. Процесс формирования коммерческого предложения для НИОКР-контракта в сфере IT.. Проведение переговоров для заключения контракта с индустриальным заказчиком IT-продукта.

**Тема 11. Инструменты привлечения финансирования.**

Финансирование инновационной деятельности на различных этапах развития IT-стартапа. Финансовое моделирование инновационного IT-проекта.

**Тема 12. Оценка инвестиционной привлекательности проекта.**

Инвестиционная привлекательность и эффективность IT-проекта. Денежные потоки инновационного IT-проекта. Методы оценки эффективности IT-проектов. Оценка и отбор IT-проектов на ранних стадиях инновационного развития

**Тема 13. Риски проекта.**

Типология рисков IT-проекта. Риск-менеджмент в IT-бизнесе. Оценка рисков в IT-бизнесе. Карта рисков инновационного IT-проекта.

**Тема 14. Инновационная экосистема.**

Инновационная IT-среда и ее структура. Концепция инновационного потенциала в IT-бизнесе. Элементы инновационной инфраструктуры в IT-бизнесе.

**Тема 15. Государственная инновационная политика.**

Современные инструменты инновационной политики. Функциональная модель инновационной политики. Матрица НТИ. Роль университета как ключевого фактора инновационного развития в сфере IT-бизнеса.

**Тема 16. Итоговая презентация IT- проектов слушателей (питч-сессия).**

Данное занятие завершает курс и проводится с участием внешних приглашенных членов жюри (инвесторов, бизнесменов, преподавателей других кафедр и факультетов) и гостей (студентов, представителей научных лабораторий, давших свои технологии для студенческих проектов).

**Самостоятельная работа:**

Внеаудиторная СРС включает, в частности, следующие виды деятельности:

- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения;
- написание рефератов;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- выполнение контрольных заданий для СРС, самотестирование по контрольным вопросам;
- участие в выполнении коллективных IT-проектов и подготовке питч-сессии.

**СР 01**

Изучите материал темы «Формирование и развитие команды».

Опишите идеальный состав вашей проектной команды, распределите роли и функции в команде. Укажите, кто и почему получит ту или иную роль или функцию (возьмите в свою гипотетическую команду, например, знакомых вам людей или придумайте, кого вы хотели бы взять в команду).

**СР02**

Изучите материал темы «Бизнес-идея, бизнес-модель, бизнес-план».

Опираясь на вопросы и описания девяти блоков бизнес-модели Остервальдера-Пенье, опишите выбранную вами технологию, бизнес-идею и суть вашего группового проекта, ответив для себя на следующие вопросы:

1. В чем состоит ценностное предложение вашего проекта?
2. Кто является потребителем вашего проекта?
3. Какая работа должна быть сделана для решения ключевых проблем или удовлетворения ключевых потребностей целевых потребителей?
4. Каким образом ваш проект может удовлетворить потребности или решить проблемы потребителя?
5. Какие преимущества получит потребитель, воспользовавшись вашим проектом?

#### СР03

Изучите материал темы «Маркетинг, оценка рынка»

Используя кабинетные методы сбора информации (в том числе описание выбранного вами проекта):

1. Проанализируйте ключевые тенденции рынка, структуру рынка, диспозицию игроков;
2. Проанализируйте влияние факторов макро и микро среды на компанию;
3. Рассчитайте реально достижимый объем реализации продукции (в натуральном и денежном выражениях);
4. Спланируйте решения и мероприятия по комплексу маркетинг-микс (товарная, ценовая, сбытовая и коммуникационная политики), также подготовьте тайм-график реализации мероприятий по маркетинг-микс на 3 года.

#### СР04

Изучите материал темы «Product Development. Разработка продукта»

Проанализируйте основные преимущества вашего продукта, а также укажите основные производственные и инвестиционные затраты на его разработку.

#### СР05

Изучите материал темы «Customer Development. Выведение продукта на рынок»

Составьте бюджет мероприятий по выводу продукта на рынок.

#### СР06

Изучите материал темы «Нематериальные активы и охрана интеллектуальной собственности»

Сформулируйте IP-стратегию вашего проекта, которая включает в себя: описание технологии, выбранного способа (способов) ее охраны и юридических способов коммерциализации (самостоятельное использование (какими способами)).

#### СР07

Изучите материал темы «Трансфер технологий и лицензирование»

Обоснуйте целесообразность лицензирования как модели коммерциализации технологии, на которой основан ваш проект. Сформулируйте основные параметры лицензионного договора с покупателем лицензии, укажите цену лицензии.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Основные финансовые инструменты регулирования инновационного предпринимательства [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Авилова, С. Ш. Останина, Н. А. Ламберова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 192 с. — 978-5-7882-1857-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63751.html>

2. Миронова, Д. Ю. Инновационное предпринимательство и трансфер технологий [Электронный ресурс] / Д. Ю. Миронова, О. А. Евсеева, Ю. А. Алексеева. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 98 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66460.html>

3. Инновационное предпринимательство и коммерциализация инноваций [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Д. Ш. Султанова, Е. Л. Алехина, И. Л. Беилин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 112 с. — 978-5-7882-2064-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79290.html>

4. Сухорукова, М. В. Введение в предпринимательство для ИТ-проектов [Электронный ресурс] / М. В. Сухорукова, И. В. Тябин. — 3-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 123 с. — 978-5-4486-0510-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79703.html>

5. Шиян, Е. И. Инновационный бизнес [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. И. Шиян. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2009. — 365 с. — 978-5-7795-0417-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68767.html>

6. Харин, А. Г. Бизнес-планирование инновационных проектов [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / А. Г. Харин. — Электрон. текстовые данные. — Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. — 185 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23811.html>

7. Сергеева, Е. А. Инновационный и производственный менеджмент в условиях глобализации экономики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. А. Сергеева, А. С. Брысаев. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 215 с. — 978-5-7882-1405-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62172.html>

8. Фидельман, Г. Н. Альтернативный менеджмент: Путь к глобальной конкурентоспособности [Электронный ресурс] / Г. Н. Фидельман, С. В. Дедиков, Ю. П. Адлер. — Электрон. текстовые данные. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2019. — 186 с. — 5-9614-0200-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83079.html>

9. Евсеева, О. А. Международный менеджмент [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. А. Евсеева, С. А. Евсеева. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. — 115 с. — 978-5-7422-6288-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/83323.html>

## 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

[Электронный ресурс]. URL: [https://www.ted.com/talks/charles\\_leadbeater\\_on\\_innovation?language=ru](https://www.ted.com/talks/charles_leadbeater_on_innovation?language=ru). Чарльз Лидбитер об инновациях.

[Электронный ресурс]. URL: <https://www.ted.com/topics/innovation>. Подборка видео и статей на тему инноваций.

[Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/channel/UCp0z-UFvKUBfKtVNB1gyX7A>. Подборка видео с международного форума «Открытые инновации».

Малое и среднее предпринимательство [Электронный ресурс]: правовое обеспечение/ И.В. Ершова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации, Юриспруденция, 2014.— 457 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/23017>.— ЭБС «IPRbooks»

Грибов В.Д. Малое инновационное предпринимательство и его роль в реализации стратегии инновационного развития России [Электронный ресурс]: монография/ Грибов В.Д., Камчатников Г.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Русайнс, 2015.— 187 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48911>.— ЭБС «IPRbooks»

<http://www.edu.ru>- Российское образование. Федеральный портал.

<http://rsl.ru/> - Российская государственная библиотека.

<http://www.rasl.ru> - Библиотека Академии Наук. БАН.

<http://www.msu.ru/libraries/> - Научная библиотека МГУ.

<http://hse.ru/> - Высшая школа экономики. Национальный исследовательский университет. <http://ecsocman.hse.ru/> - Федеральный образовательный портал - Экономика, Социология, Менеджмент.

<http://econom.nsc.ru/jep/> - Виртуальная экономическая библиотека.

<http://www.akdi.ru/> - Интернет-сервер АКДИ «Экономика и жизнь».

<http://www.expert.ru/> - Журнал «Эксперт».

<http://glossary.ru/> - Служба тематических толковых словарей.

<http://eur.ru/> - Научно-образовательный портал «Экономика и управление на предприятиях». Библиотека экономической и управленческой литературы.

<http://finansy.ru/> - Публикации по экономике и финансам.

<http://www.gks.ru> - Федеральная служба государственной статистики.

<http://www.cbr.ru> - ЦБ РФ.

<http://www.iea.ru/> - Институт экономического анализа.

<http://ibooks.ru/> - Электронная библиотечная система «Айбукс».

[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека online». <http://eJanbook.com/> - Электронная библиотечная система «Лань».

<https://rucont.ru/> - Электронная библиотечная система «РУКОНТ».

<https://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека «Elibrary.ru».

<https://openedu.ru/course/urfu/INTPR/> Открытое образование - Управление интеллектуальной собственностью.

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/INNOEC/> Открытое образование - Инновационная экономика и технологическое предпринимательство

[https://openedu.ru/course/mephi/mephi\\_002\\_commerce/](https://openedu.ru/course/mephi/mephi_002_commerce/) Открытое образование - Коммерциализация технологий

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».



## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода Вашего обучения через участие в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование Вами времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения Вам рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;
- выполняя лабораторную работу, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать; наметить план решения.

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций Вами изучаются и книги по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, – Компьютерный класс</i>	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети Интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №43925361 7-Zip сервисное без ограничений файловый архиватор <b>Java SE (GNU GPL)</b> средства разработки приложений на языке программирования Java Netbeans IDE GNU GPL среда разработки приложений на языке программирования Java Visual Prolog Personal Edition проприетарная (свободное для учебных заведений) среда разработки приложений на языке программирования Пролог DevC++ (GNU GPL) среда разработки приложений на языке программирования C/C++ XAMPP (GNU GPL) сборка веб-сервера (содержит Apache, MariaDB, PHP, Perl)
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типов</i>	Мебель: учебная мебель Технические средства: компьютер, принтер, мультимедиа-проектор, проекционный экран	Visual Prolog Personal Edition проприетарная (свободное для учебных заведений) среда разработки приложений на языке программирования Пролог DevC++ (GNU GPL) среда разработки приложений на языке программирования C/C++ XAMPP (GNU GPL) сборка веб-сервера (содержит Apache, MariaDB, PHP, Perl)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образова-	Microsoft Windows 7,10 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
	тельной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
СР01	Задание для самостоятельной работы	Отчет
СР02	Задание для самостоятельной работы	Отчет
СР03	Задание для самостоятельной работы	Отчет
СР04	Задание для самостоятельной работы	Отчет
СР05	Задание для самостоятельной работы	Отчет
СР06	Задание для самостоятельной работы	Отчет
СР07	Задание для самостоятельной работы	Отчет

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Зач01	Зачет	2 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (УК-2) Знает этапы жизненного цикла проекта

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Знает этапы жизненного цикла проекта	СР06, СР 02, Зач01

ИД-2 (УК-2) Имеет практический опыт в реализации проектной деятельности

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Имеет практический опыт в реализации проектной деятельности	СР06, СР 02, Зач01

ИД-1 (УК-6) Имеет способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Имеет способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	СР06, СР 02, Зач01

### Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Общие положения декомпозиции проекта высокотехнологичных проектов
2. Выявление проблемных мест и проведение GAP-анализа 16
3. Проработка и отображение целей коммерциализации технологии с учетом SMART-критериев
4. Представление экономической сути технологии в контексте моделей черного ящика и цепочки создания ценности
5. Выявление, описание и анализ основных стейкхолдеров проектной инициативы
6. Основные модели экономического представления технико-технологических проектных инициатив
7. Понятие, состав и основные закономерности функционирования экосистемы технико-технологических проектов
8. Особенности проведения PEST-анализа и представление его результатов для наукоемких технологий
9. Специфика анализ пяти сил Портера для целей коммерциализации инновационных технологий
10. Возможности применения 4P-анализа в проектировании коммерциализации инновационной технологии
11. Этапы вывода наукоемких технологий на рынок
12. Основные модели и стратегии трансфера инновационных технологий
13. Содержание моделей product development и customer development

для наукоемких технологий

14. Оценка возможных рисков вывода инновационной технологии на рынок

15. Разработка сценарной программы коммерциализации инновационной технологии

16. Разработка финансовой модели коммерциализации инновационной технологии

17. Проектирование финансовых особенностей внедрения и эксплуатации инновационной технологии

18. Оценка окупаемости и экономической эффективности внедрения инновационной технологии

### Тестовые задания к зачету Зач01

1. По формам собственности предпринимательство может быть:

- индивидуальное
- коллективное
- государственное

2. По виду или назначению предпринимательство может быть:

- муниципальное
- коллективное
- коммерческое

3. По количеству собственников предпринимательство может быть:

- производственное
- арендное
- индивидуальное

4. Предпринимательская деятельность, согласно Закону РФ от 25.12.90 «О предприятиях и предпринимательской деятельности», это:

индивидуальная самостоятельная деятельность граждан и их объединений, направленная на получение прибыли

деятельность граждан и их объединений, направленная на получение прибыли

индивидуальная самостоятельная деятельность граждан, направленная на получение прибыли

5. Производственное предпринимательство не включает:

- инновационное предпринимательство
- оказание услуг
- товарные биржи

6. Коммерческое предпринимательство включает:

- торговое предпринимательство
- научно-техническое предпринимательство
- фондовые биржи

7. Финансовое предпринимательство не включает:

- страховое предпринимательство
- аудиторское предпринимательство

- торгово-закупочное предпринимательство
8. К функциям товарных бирж не относится:
- оказание посреднических услуг по заключению финансовых сделок
  - упорядочение товарной торговли, регулирование товарных операций и разрешение товарных споров
    - сбор и публикация сведений о ценах, состоянии производства и факторов, оказывающих влияние на цены
9. Решение о регистрации или отказе в регистрации предприятия должно быть принято не позднее чем:
- в месячный срок
  - в 15-ти дневной срок
  - в течение 30 дней
10. Протокол № 1 собрания участников общества не содержит:
- назначение директора
  - председателя ревизионной комиссии
  - размер уставного капитала
11. Отказ в регистрации предприятия не возможен в случае:
- нарушения установленного Законом порядка создания предприятия
  - несоответствия учредительных документов требованиям законодательства РФ
  - экономической нецелесообразности производства данного продукта
12. Регистрация индивидуального предпринимателя должна быть произведена не позднее чем \_\_\_\_\_ с момента подачи заявления.
- в месячный срок
  - в 15-ти дневной срок
  - в течение 30 дней
13. Юридическое лицо должно обладать в совокупности характерными признаками (отметить лишнее):
- наличием обособленного имущества
  - способностью отвечать по обязательствам своим имуществом
  - способностью выступать в имущественном обороте от своего имени
  - возможностью предъявлять иски и выступать в качестве ответчика в суде, арбитражном суде
  - способностью выступать в торговом обороте от своего имени
14. На праве учредителей в отношении юридических лиц или их имущества, юридические лица могут быть: (соединить в пары)

1. юридические лица, в отношении которых их участники имеют обязательственные права	1. Государственные, муниципальные, дочерние предприятия
2. юридические лица, в отношении которых их учредители не могут иметь никаких имущественных прав.	2. общественные, религиозные организации, благотворительные и иные фонды
3. юридические лица, в отношении которых их учредители не могут иметь никаких	3. хозяйственные товарищества, производственные кооперативы

имущественных прав	
--------------------	--

15. Соединить в пары:

1. Государственные и муниципальные предприятия	1. Объединение граждан на основе членств для совместной производственной или иной хозяйственной деятельности, основной на их личном трудовом и ином участии и объединении его членами имущества ственных паевых взносов
2. ФПГ	2. Предприятие отвечает по своим об-вам всем принадлежащим ему имуществом и не несет отв-ти по об-вам соб-ка
3. Производственные кооперативы	3. коммерческие ор-ции с разделенным на доли уч-лей уставным капиталом
4. Хозяйственные товарищества и общества	4. акционерная компания, ис-щая свой капитал для прио-я акций др. компаний
5. Холдинг	5. ядром группы об-х пред-й является какая-либо финансовая компания

16. Производственный кооператив может быть добровольно реорганизован в хозяйственное товарищество или общество \_\_\_\_\_ его членами или ликвидирован

- по единогласному решению
- простым большинством голосов

17. Минимальное число членов предприятия составляет: (соединить в пары)

1. общество	1. 5 человек
2. кооператив	2. Не ограничено
3. муниципальное унитарное предприятие	3. 1 человек

18. Кто из участников отвечает своим личным имуществом по долгам предприятия:

- вкладчики
- акционеры
- полные товарищи

19. К коммерческой тайне не относится:

- планы внедрения новых технологий и видов продукции
- уровень складских запасов
- фактическое состояние рынков сбыта

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».



Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет.

Задание состоит из 2 теоретических вопросов и 1 практического задания.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы и при выполнении практических заданий.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.01 Метрологическое обеспечение инновационных***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***технологий наноинженерии***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***Очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

**К.Т.Н., ДОЦЕНТ**

степень, должность

подпись

**А.Н. Блохин**

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

подпись

**А.Г. Ткачев**

инициалы, фамилия

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И  
ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	подготавливает наноматериалы и наноструктуры к измерениям их параметров и к процессу модификации их свойств
	проводит измерения параметров наноматериалов и наноструктур
	формирует базы данных результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур
	проводит статистическую обработку результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур
	проводит процесс модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения	
	Очная	
	1 семестр	2 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>36</b>	<b>51</b>
занятия лекционного типа	16	16
лабораторные занятия		32
практические занятия	16	
курсовое проектирование		2
консультации	2	
промежуточная аттестация	2	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>108</b>	<b>129</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>	<b>180</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Модуль 1. Организационные основы нанометрологии**

##### **Тема 1. Введение.**

Метрология, нанометрология и нанотехнологии. Актуальность метрологического обеспечения нанотехнологий. Нанометрология в России и за рубежом. Концепции развития нанометрологии. Проблемы и задачи метрологического обеспечения нанотехнологий.

Практические занятия

ПР01. Метрология

ПР02. Нанометрология и нанотехнологии

Самостоятельная работа:

СР01. Научное мировоззрение, наномир и нанотехнология

СР02. Исторические начала нанотехнологии

##### **Тема 2. Единство измерений.**

Основные понятия. Федеральный Закон «Об обеспечении единства измерений». Система обеспечения единства измерений в России.

Практические занятия

ПР03. Метрологическое обеспечение нанотехнологий в России

ПР04. Нанометрология за рубежом

Самостоятельная работа:

СР03. Переход от микротехнологии к нанотехнологии

СР04. Особенности наноразмерного состояния вещества

##### **Тема 3. Стандартизация в области нанотехнологий.**

Особенности стандартизация в области нанотехнологий. Задачи стандартизации применительно к нанотехнологиям. Обзор действующих стандартов.

Практические занятия:

ПР05. Сущность и содержание стандартизации.

ПР06. Принципы стандартизации. Методы стандартизации.

Лабораторные работы:

ЛР01. Измерение объемного электрического сопротивления графенонаполненных полимерных композитов.

Самостоятельная работа:

СР05. Проблемы стандартизации в России.

СР06. Проблема стандартизации за рубежом.

#### **Модуль 2. Техническое обеспечение нанометрологии.**

##### **Тема 1. Классификация методов исследования объектов в нанотехнологии.**

Способы внешних воздействий на исследуемый объект. Виды регистрируемых ответных сигналов.

Практические занятия:

ПР07. Классификация методов исследования нанообъектов.

ПР08. Размерные эффекты.

Лабораторные работы:

ЛР02. Измерение межплоскостных расстояний в оксиде графена при помощи настольного рентгеновского дифрактометра «Дифрей»-401.

Самостоятельная работа:

СР07. Классификация наноматериалов.

СР08. Методы исследования углеродных наноструктур.

##### **Тема 2. Оптические и люминисцентные методы исследования.**

Физические принципы оптических и люминисцентных методов. Спектрофотометрия. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР) – Рамановская спектроскопия. Спектральная аппаратура.

Практические занятия:

ПР09. Оптическая микроскопия.

ПР010. Спектроскопия в нанометрологии.

Лабораторные работы:

ЛР03. Измерение массовой доли графеновых нанопластинок в суспензии.

Самостоятельная работа:

СР09. Сравнительный анализ технических средств нанометрологии.

СР010. Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье.

### **Тема 3. Электронные методы исследования.**

Электронная микроскопия. Физические принципы электронной микроскопии. Методы электронной микроскопии. Аппаратура электронной микроскопии.

Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Физические принципы ОЭС. Аппаратура ОЭС. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Физические принципы РФЭС. Аппаратура РФЭС.

Практические занятия:

ПР011. Сканирующая электронная микроскопия.

ПР012. Просвечивающая электронная микроскопия.

Самостоятельная работа:

СР011. Туннельный электронный микроскоп.

СР012. Разновидности ближнепольной микроскопии.

### **Тема 4. Ионные методы исследования**

Спектроскопия рассеяния первичных ионов. Физические принципы спектроскопии рассеяния первичных ионов. Спектроскопия рассеяния медленных ионов (СРМИ). Аппаратура СРМИ. Вторичная ионная масс-спектрометрия (ВИМС).

Практические занятия:

ПР013. Ионная микроскопия.

ПР014. Вторичная ионная масс-спектрометрия (ВИМС).

Самостоятельная работа:

СР013. Методы ионного травления.

СР014. Применение ионных методов исследования в современном производстве.

### **Тема 5. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).**

Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Физические принципы СТМ. Аппаратура СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Физические принципы АСМ. Аппаратура АСМ.

Практические занятия:

ПР015. Аппаратура АСМ.

ПР016. Особенности наноизмерений в АСМ-режиме.

Самостоятельная работа:

СР015. Технологии «сверху-вниз».

СР016. Технологии «снизу-вверх».

**Модуль 3. Неопределенность и оценка точности измерения параметров нанобъектов и наноструктур.**

### **Тема 1. Неопределенность и точность наноизмерений.**

Основные понятия. Структура неопределенности результата измерения. Неопределенность модели и метода измерений. Неопределенность средства измерения. Неопределенность позиционирования.

Самостоятельная работа:

СР017. Измерение линейных размеров рельефных наноструктур.

СР018. Погрешности измерения длины волны и частоты лазера.

**Тема 2. Особенности измерения параметров поверхности в сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ).**

Интерпретация данных СЗМ. Виды и причины искажения данных СЗМ: пьезокерамика, сканеры, зонды. Методы восстановления формы поверхности в СЗМ.

Лабораторные работы:

ЛР04. Исследование полимерных нанокomпозиционных материалов методом инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье.

ЛР05. Исследование полимерных нанокomпозиционных материалов методом термogrавиметрического анализа.

Самостоятельная работа:

СР019. Атомные манипуляции и дизайн, нанолитография.

СР020. Информативные возможности наноиндентирования.

**Тема 3. Особенности анализа химического состава образцов в рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).**

Интерпретация данных рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Виды и причины искажения РФЭ спектров: немонохроматичность рентгеновского излучения, геометрия измерения.

Лабораторные работы:

ЛР06. Исследование элементного состава полимерных нанокomпозиционных материалов методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии (ЭДРФА).

ЛР07. Исследование полимерных нанокomпозиционных материалов методом спектроскопии комбинационного рассеяния.

Самостоятельная работа:

СР021. Рентгеновский фотоэлектронный спектрометр.

СР022. Физические основы метода фотоэлектронной спектроскопии.

**Тема 4. Особенности исследования поверхности в растровой электронной микроскопии (РЭМ).**

Разрешающая способность РЭМ. Влияние параметров электронного пучка (зонда) на качество изображения.

Самостоятельная работа:

СР023. Разрешающая способность растрового электронного микроскопа.

СР024. Физические основы метода РЭМ.

**Модуль 4. Метрологический контроль средств измерений в нанотехнологиях.**

**Тема 1. Поверка средств измерений.**

Основные понятия. Виды и методы поверок.

Самостоятельная работа:

СР025. Рельефные меры для нанометрового диапазона.

СР026. Измерительные растровые электронные микроскопы (РЭМ).

**Тема 2. Калибровка в нанометрологии.**

Основные понятия. Эталоны и тест-объекты. Калибровка.

Самостоятельная работа:

СР027. Калибровка рельефной меры.

СР028. Калибровка РЭМ по двум координатам.

**Тема 3. Методики выполнения измерений.**

Аттестация методик измерений, утверждение типов средств измерений.

Самостоятельная работа:

СР029. Поверка растровых микроскопов.

СР030. Поверка АСМ.

**Тема 4. Примеры метрологического контроля средств измерений в нанотехнологиях.**

Метрологический контроль РЭМ. Метрологический контроль АСМ.

Самостоятельная работа:

СР029. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

СР030. Государственный реестр средств измерений.

### **Самостоятельная работа**

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовку сообщений, выполнение заданий преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения. Самостоятельная работа студентов организуется по вопросам в соответствии с темой, рассмотренной в ходе аудиторных занятий. Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется при проверке результатов практических занятий, защите лабораторных работ и курсовой работы.

### **Курсовое проектирование**

Выполнение курсовой работы, предусмотренной учебным планом, является важной частью самостоятельной учебной работы обучающихся. Курсовая работа позволяет закрепить теоретические знания, сформировать умение применять знания при решении прикладных задач, подготовить к выполнению выпускной квалификационной работы.

Курсовая работа посвящена разработке методик измерения основных характеристик углеродных наноматериалов и композитов на их основе. В качестве объектов для формирования методик измерений в рамках курсовой работы используются углеродные наноматериалы (графен, углеродные нанотрубки и композиты на их основе), применяемые в технологии получения нанопродуктов, а также вспомогательное оборудование и устройства.

Работа включает:

- разработку методики измерений основных характеристик углеродных наноматериалов и композитов на их основе (удельное объемное электрическое сопротивление, насыпная плотность, массовая доля, удельная поверхность, истинная плотность, угол естественного откоса и др.);
- описание назначения и области применения методики измерений;
- требования к показателям точности;
- средства измерений, вспомогательные устройства и материалы;
- метод измерений;
- требования безопасности, охраны окружающей среды;
- требования к квалификации операторов;
- условия измерений;
- подготовка образцов;
- подготовка к проведению измерений;
- порядок проведения измерений;
- обработка результатов;
- контроль точности результатов измерений;
- оформление результатов измерений

Курсовая работа состоит из пояснительной записки, включающей описание основных пунктов методики, а также отчета по возможности применения данной методики для измерения основных характеристик углеродных наноматериалов и композитов на их основе.

Курсовая работа должна соответствовать заданной теме, содержать все основные разделы и графический материал в соответствии с заданием, должна быть оформлена в соответствии с СТО ФГБОУ ВО «ТГТУ» 07-2017 «Выпускные квалификационные работы и курсовые проекты (работы). Общие требования».



#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Ткачев А.Г. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для нанопромышленности и технология его изготовления [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Г. Ткачев, И. Н. Шубин, А. И. Попов. - Тамбов: ТГТУ, 2010. - Режим доступа к книге: <http://tstu.ru/book/elib/pdf/2010/tkachev-a.pdf>

2. Ткачев, А.Г. Диагностика физико-механических характеристик наноматериалов / А.Г. Ткачев, И.Н. Шубин, А.А. Пасько и др. - Тамбов.: Изд-во ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2010. – Ч.1.- 96 с.

3. Марголин В. И. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учебник / В.И. Марголин [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4310>. — Загл. с экрана.

4. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5793>. — Загл. с экрана.

5. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2007. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/802>. — Загл. с экрана.

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания дисциплины «Метрологическое обеспечение инновационных технологий наноинженерии» предусматривает проведение лекций, лабораторных и практических работ, самостоятельную работу студентов. Текущий контроль знаний студентов осуществляется с использованием экспресс – опросов и защит лабораторных работ. Итоговой формой контроля по курсу является экзамен.

Каждая лекция содержит логически завершенную информацию для последующего проведения лабораторной работы. Главной задачей лекций является определение направления изучения данного курса по конкретной теме, формирование концептуальных теоретических знаний, позволяющих студентам самостоятельно изучить дополнительные материалы с учетом специфики их научных и профессиональных интересов. Лекция, как правило, строится в соответствии со следующей типовой схемой:

- введение, в котором представлена подборка теоретических и исторических сведений по изучаемой теме лекции;
- постановка задачи, содержащая практические примеры и логические предпосылки последующих методических и методологических положений;
- практические рекомендации, объединенные по направлениям и способам решения поставленной проблемы - в виде конкретных решений, приемов и методов;
- краткое обоснование рекомендаций, представляемое, как правило, в виде перечня нормативно-правовых предпосылок, эмпирических и научных данных, подтверждающих правомерность предлагаемых действий;
- выводы и обобщения, помогающие закрепить изученный материал, представляемые в виде ключевых понятий и перечня вопросов для самостоятельного изучения и подготовки к практическим и семинарским занятиям.

В целях интенсификации процесса обучения широко используются активные методы обучения в виде семинарских занятий по основным темам дисциплины, обсуждение ситуаций с использованием мультимедийных средств. Неотъемлемой частью изучения дисциплины является умение работать со справочной и нормативной литературой.

Рекомендуются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- контрольный опрос студентов на лекциях и лабораторных работах;
- проверка полноты и качества выполнения заданий на самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем по рекомендованной литературе.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для качественного образовательного процесса по всем видам учебных занятий в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием:

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства: экран, проектор	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (146/Л4)	Мебель: учебная мебель Технические средства: доска, экран, настольный токарно-винторезный станок, типовые детали машиностроительных производств: валы, зубчатые колеса, втулки, фланцы, диски	AutoCAD 2009-2011 / Бессрочная Лицензия №110000006741 Договор №11580/VRN3/35-03/120 от 26.06.2009г.
Научно-исследовательская лаборатория (146/Л3)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: лабораторные столы, компьютерные столы Технические средства: диллятор, спектрофотометр, ротатор, рН метр, флюорат, центрифуга, магнитная мешалка, весы	Программный комплекс T-FLEX / Лицензия №0DE36697 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Читальный зал Научной библиотеки ТГТУ	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Компьютерный класс (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701

28.03.02 «Наноинженерия»  
«Инженерные технологии в машиностроении»

---

	мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701
--	--	--

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ЛР01	Измерение объемного электрического сопротивления графенонаполненных полимерных композитов.	защита
ЛР02	Измерение межплоскостных расстояний в оксиде графена при помощи настольного рентгеновского дифрактометра «Дифрей»-401	защита
ЛР03	Исследование процесса получения графеновой суспензии на шаровой мельнице.	защита
ЛР04	Исследование полимерных нанокпозиционных материалов методом инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье	защита
ЛР05	Исследование полимерных нанокпозиционных материалов методом термогравиметрического анализа	защита
ЛР06	Исследование элементного состава полимерных нанокпозиционных материалов методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии (ЭДРФА)	защита
ЛР07	Исследование полимерных нанокпозиционных материалов методом спектроскопии комбинационного рассеяния	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Экз01	Экзамен	1 семестр
КР01	Защита КР	2 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
подготавливает наноматериалы и наноструктуры к измерениям их параметров и к процессу модификации их свойств	КР01, ЛР01, ЛР02, ЛР03
проводит измерения параметров наноматериалов и наноструктур	КР01, ЛР04, ЛР05, ЛР06, ЛР07
формирует базы данных результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур	Экз01, КР01
проводит процесс модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ЛР04, ЛР05, ЛР06, ЛР07
использует средства измерения, мониторинга и контроля характеристик при получении наноматериалов физическими методами	КР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04, ЛР05, ЛР06, ЛР07
использует различные методики получения наноматериалов	ЛР01, ЛР02, ЛР03

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Какие материалы относятся к классу диэлектриков?
2. Какие материалы относятся к классу проводников?
2. В чем заключается четырехзондовый метод определения электрического сопротивления?

3. Опишите основные характеристики цифровой системы для измерения удельных объемного и поверхностного сопротивления «JANDEL RM3000+».

4. Поясните область применения цифровой системы «JANDEL RM3000+».

5. Каков порядок проведения измерения?

6. Какие материалы называют электропроводящими полимерами?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Назовите параметры кристаллической решетки графита?

2. Как изменяется межплоскостное расстояние при уменьшении числа слоев в графеновых нанопластинках?

3. Опишите явление дифракции.

4. Что такое дифракционный максимум?

5. От чего зависит интенсивность пиков рентгенограммы?

6. Опишите принцип работы дифрактометра Дифрей –401.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Опишите методы измерения массовой доли веществ в коллоидных растворах?

2. Какая сила «связывает» графеновые слои в графите?

3. Объясните принцип работы центрифуги.

4. Влияют ли размеры частиц графена на процесс их сепарации методом центрифугирования?

5. Опишите принцип работы центрифуги.

6. Для чего нужно центрифугировать полученный раствор графеновой суспензии?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Какие материалы относятся к классу углеродных наноматериалов?

2. Опишите метод инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье.

3. Каков принцип работы ИК-Фурье спектрометра «ИнфРАЛЮМ® ФТ- 08»?

4. Какие параметры необходимо контролировать при проведении измерений на ИК-Фурье спектрометре «ИнфраЛЮМ® ФТ- 08»?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. Понятие суть метода термографического анализа.
2. Приведите примеры термических реакций, сопровождающихся изменением массы.
3. Что такое простая и дифференциальная ТГ кривые?
4. Какие факторы влияют на ход ТГ кривой?
5. Поясните принцип и проведение качественного и количественного термического анализа.
6. Опишите методику измерения при использовании термогравиметрического анализа.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Опишите основные электронные переходы рентгеновской флуоресценции?
2. Опишите методику введения графеновых нанопластинок в полимер.
3. Объясните принцип работы энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра QUANT'X?

4. Где применятся энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР07

1. Чем обусловлена различная интенсивность КР, связанного с разными типами колебаний молекул в этиловом спирте?
2. Опишите принцип работы КР спектрометра DXR Raman Microscope Thermoscientific.
3. Укажите возможные причины расхождения в результатах расчета и эксперименте.
4. Рассчитайте во сколько раз выше будет интенсивность КР при возбуждении лазером длиной волны 405 нм по сравнению с возбуждением лазером с длиной волны 532 нм.

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Виды измерений. Физические величины как объект измерений. Международная система единиц физических величин. Основные физические величины.
2. Погрешности в косвенных измерениях Стандартное отклонение, расчеты.
3. Нормальное распределение. Гистограммы и распределения. Предельное распределение.
4. Стандартное отклонение. Доверительный интервал. Коэффициент доверия.
5. Точность и неопределенность измерений.
6. Нормальные условия измерений при поверке.
7. Нормативные документы по стандартизации. Важнейшие стандарты различных систем.
8. Структурные элементы стандартов.
9. Возникновение нанометрологии. Нанометрология за рубежом. Концепция развития нанометрологии.
10. Принципы микроскопии в наноизмерениях.
11. Сканирующая зондовая микроскопия. Виды сканирующей зондовой микроскопии.
12. Электронная микроскопия.
13. Разновидности ближнепольной микроскопии.
14. Измерение линейных размеров рельефных наноструктур. Точность измерения линейных наноразмеров.
15. Особенности наноизмерений в АСМ-режиме.
16. Этапы оценивания погрешностей и неопределенностей. Вычисление погрешности эталона.



17. Измерительные растровые электронные микроскопы. Стандартная калибровка растровых микроскопов.
18. Атомно-силовые измерительные зондовые микроскопы. Поверка АСМ. Калибровка АСМ.
19. Поверка растровых микроскопов. Калибровка РЭМ.
20. Стандартизация и сертификация в наноиндустрии.
21. Направления работ в области нанометрологии. Проблемы и задачи нанометрологии.

Теоретические вопросы к экзамену Экз02

1. Что такое нанометрология и область ее применения?
2. Дайте характеристику диапазона наноизмерений.
3. Что такое углеродные наноматериалы?
4. Приведите основные явления и эффекты в нанодиапазоне.
5. Каковы этапы становления нанометрологии за рубежом?
6. Назовите группы стандартов в сфере нанотехнологии.
7. В чем состоит концепция нанотехнологии в России?
8. Оцените перспективные направления развития нанотехнологии и наноматериалов.
9. В чем заключается особенность концепции развития нанометрологии.
10. Дайте характеристику методам и средствам интерференционных измерений.
11. Приведите принципы оптической микроскопии в нанометрологии.
12. Назовите принципы электронной микроскопии в нанометрологии.
13. Приведите виды сканирующей зондовой микроскопии.
14. Изложите принцип действия сканирующего туннельного микроскопа (СТМ).
15. Дайте характеристику режимам работы СТМ.
16. Изложите принцип действия атомно-силового микроскопа (АСМ).
17. Дайте характеристику режимам работы АСМ.
18. Что такое ближнепольная микроскопия в наноизмерениях.
19. Что такое магнитно-силовая микроскопия?
20. Назовите особенности электростатического силового микроскопа.
21. Назовите принципы спектроскопии в нанометрологии.
22. В чем состоит классификация основных методов спектрального анализа в нанометрологии?
23. Дайте анализ атомным спектральным методам анализа в наноизмерениях.
24. Назовите принципы атомно-эмиссионной спектроскопии.
25. Назовите принципы атомно-абсорбционной спектроскопии.
26. Назовите принципы атомно-флуоресцентной спектроскопии.
27. Что такое масс-спектрометрия?
28. В чем заключается молекулярный спектральный анализ?
29. Что такое Фурье-спектроскопия?
30. Что такое колебательная спектроскопия?
31. Что такое рамановская спектроскопия?
32. Назовите основные принципы радиоспектроскопии.
33. В чем заключается электронный парамагнитный резонанс?
34. Что такое ядерный магнитный резонанс?
35. Что такое ядерный квадрупольный резонанс?
36. В чем заключается особенность мессбауэровской спектроскопии?
37. На каком принципе основана оже-спектроскопия?
38. Назовите принципы фотолюминесцентной спектроскопии.
39. Назовите принципы электролюминесцентной спектроскопии.
40. В чем заключается особенность рентгеноспектроскопии?

40. Что такое лазерная спектроскопия?
41. В чем заключается специфика хроматографии в наноизмерениях?
42. Назовите основные этапы жидкостной хроматографии.
43. Приведите методологию газовой хроматографии.
44. Дать сравнительный анализ технических средств в наноизмерениях.
45. Дать понятие нанопозиционирования.
46. Что такое рельефные структуры нанообъектов?
47. Приведите характеристики точности наноразмеров.
48. Как оценить погрешности в измерении длин волн и частоты лазера?
49. Что такое нестабильность мощности излучения лазера?
50. Что такое разрешающая способность растрового электронного микроскопа?
51. Каковы особенности наноизмерений на атомно-силовом микроскопе?
52. Дать понятие неопределенности наноизмерений.

Вопросы к защите курсовой работы КР01 (примеры):

1. Является ли обязательным требование нахождения измерительных приборов в государственном реестре средств измерений, представленном в Информационном фонде в разделе «Сведения об утвержденных типах средств измерений»?
2. Какие основные пункты должна содержать методика измерений?
3. Какие требования предъявляются к показателям точности измерений?
4. Как реализован контроль точности измерений в методике измерений?
5. Какими приборами осуществляется контроль условий измерений в методике измерений?
6. Какие услуги предоставляет автономная некоммерческая организация «Центр сертификации продукции и систем менеджмента в сфере наноиндустрии»?
7. Опишите процедуру добровольной сертификации в системе «НАНОСЕРТИФИКА».
8. Что подлежит обязательной сертификации в системе «НАНОСЕРТИФИКА»?
9. Перечислите комплект документов необходимый для начала сертификационных работ.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно.

Защита КР (КР01).

На защите курсовой работы обучающемуся задаются 8-10 вопросов по теме курсового проектирования.

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему глубокие знания, примененные им при самостоятельном исследовании выбранной темы, способному обобщить практический материал и сделать на основе анализа выводы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему в работе и при ее защите полное знание материала, всесторонне осветившему вопросы темы, но не в полной мере проявившему самостоятельность в исследовании.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, раскрывшему в работе основные вопросы избранной темы, но не проявившему самостоятельности в анализе или допустившему отдельные неточности в содержании работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, не раскрывшему основные положения избранной темы и допустившему грубые ошибки в содержании работы, а также допустившему неправомерное заимствование.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.02 Физические основы современных технологий***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***получения наноматериалов***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***Очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

***К.Т.Н., ДОЦЕНТ***

степень, должность

подпись

***А.Н. Блохин***

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

подпись

***А.Г. Ткачев***

инициалы, фамилия

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И  
ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-2 (ПК-1) Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления	использует знания физических основ получения наноматериалов в области инженерных нанотехнологий
	демонстрирует навыки поиска справочной, технической и научной информации в области нанотехнологий с использованием информационных компьютерных систем
	формулирует задание на выполнение проектных работ для изготовления изделий различного конструкционного и функционального назначения, содержащих наноматериалы
	выполняет экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий
	использует средства измерения, мониторинга и контроля характеристик при получении наноматериалов физическими методами
	использует различные методики получения наноматериалов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	3 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	32
практические занятия	16
курсовое проектирование	
консультации	2
промежуточная аттестация	2
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>256</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>324</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Раздел 1. Нанотехнология**

Возникновение нанотехнологии. Основные понятия, задачи и мотивации. Технологические подходы, реализуемые для получения нанопродукции. Концепция развития нанотехнологии.

Практические занятия

ПР01. Технологии «сверху-вниз»

ПР02. Технологии «снизу-вверх»

ПР03. Классификация технологий получения наноматериалов

ПР04. Применение нанотехнологий в современных производственных процессах

Самостоятельная работа:

СР01. Научное мировоззрение, наномир и нанотехнология

СР02. Исторические начала нанотехнологии

СР03. Переход от микротехнологии к нанотехнологии

СР04. Особенности наноразмерного состояния вещества

СР05. Проблема чистоты материала и вещества

СР06. Проблема чистоты поверхности

СР07. Проблема чистоты производственных помещений

СР08. Проблема шероховатости поверхности

#### **Раздел 2. Методы исследования, анализа и аттестации наноматериалов**

Электронная микроскопия. Дифракционный анализ. Спектральные методы. Методы определения размеров наночастиц.

Практические занятия

ПР05. Атомно-силовая микроскопия

ПР06. Сканирующая туннельная микроскопия

ПР07. Электросиловая зондовая микроскопия

ПР08. Магнитно-силовая зондовая микроскопия

ПР09. Разрешающая способность, погрешности, искажения и артефакты

Лабораторные работы

ЛР01. Исследование структурных характеристик графеноподобных материалов методом спектроскопии комбинационного рассеяния

ЛР02. Исследование структурных характеристик графеновых нанопластинок методом рентгеноструктурного анализа

Самостоятельная работа:

СР09. Сенсоры различного назначения

СР010. Атомные манипуляции и дизайн, нанолитография

СР011. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев

СР012. Методы тестирования локальным нагружением

СР013. Основы техники наноиндентирования

СР014. Информативные возможности наноиндентирования

СР015. Анализ диаграмм нагружения при наноиндентировании

СР016. Коррекция результатов тестирования в наноиндентировании

СР017. Приемы использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойства поверхности

#### **Раздел 3. Физические методы получения наноматериалов**

Получение наноструктурированных материалов методами интенсивной пластической деформации. Методы формирования наночастиц. Методы нанолитографии. Физические методы получения углеродных нанотрубок. Технологии получения графеносодержащих суспензий методом сдвиговой эксфолиацией графита.

Практические занятия

ПР010. Реализация метода вакуумно-дугового распыления вещества для получения металлических наночастиц и углеродных нанотрубок

ПР011. Равноканальное угловое пресование.

ПР012. Кручение под квазигидростатическим давлением

ПР013. Метод получения графена с использованием микроволнового излучения

ПР014. Метод получения графена в высокоградиентном течении жидкости. Проточный реактор Тейлора-Куэтта

ПР015. Метод получения графена на быстро вращающемся диске. Схема миксера и варианты механизмов расслаивания частиц графита.

Лабораторные работы

ЛР03. Исследование процесса получения графеновой суспензии на шаровой мельнице.

ЛР04. Исследование процесса получения графеновой суспензии на стержневой мельнице.

ЛР05. Исследование процесса получения графеновой суспензии методом механической эксфолиации.

Самостоятельная работа:

СР018. Ионная имплантация.

СР019. Имплантография.

СР020. Ионно-плазменное травление поверхности

СР021. Ионная имплантация

СР022. Атомно-зондовое модифицирование

СР023. Избирательные и сверхпрецизионные методы травления

СР024. Лазерные методы синтеза наночастиц: испарение с принудительным охлаждением, фотодиссоциация

СР018. Метод Хаммера

**Раздел 4. Физические основы современных технологий получения нанокomпозиционных материалов строительного и функционального назначения.**

Технологии модифицирования строительных материалов углеродными наноструктурами. Использование полимеркомпозитной арматуры для армирования бетонных изделий. Модифицирование эпоксидных смол графеноподобными наночастицами

Практические занятия

ПР016. Способы введения углеродных наноматериалов в бетон

ПР017. Правило смесей.

ПР018. Физико-механические свойства нанокomпозиционных строительных материалов

ПР019. Способы введения углеродных наноматериалов в эпоксидные смолы.

ПР020. Углеродные материалы как модификаторы структуры полимерных материалов

ПР021. Связь структуры и физико-механических свойств полимерных нанокomпозиционных материалов.

Лабораторные работы

ЛР06. Получение и исследование механических свойств бетонов, модифицированных графеноподобными материалами.

ЛР07. Получение и исследование механических свойств эпоксидных смол, модифицированных графеноподобными материалами

ЛР08. Получение и исследование пластичных смазок, содержащих графеноподобные материалы

Самостоятельная работа:

СР025. Методы диспергирования нанодисперсных наполнителей в технологии функциональных полимерных материалов



СР026. Методы стабилизации нанодисперсных наполнителей в технологии функциональных полимерных материалов

СР027. Применение углеродных наноструктур для повышения тепло и электропроводности полимерных материалов

СР028. Структурирование полимерных матриц на макро- и микроуровнях

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Ткачев А.Г. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для нанопромышленности и технология его изготовления [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Г. Ткачев, И. Н. Шубин, А. И. Попов. - Тамбов: ТГТУ, 2010. - Режим доступа к книге: <http://tstu.ru/book/elib/pdf/2010/tkachev-a.pdf>

2. Ткачев, А.Г. Диагностика физико-механических характеристик наноматериалов / А.Г. Ткачев, И.Н. Шубин, А.А. Пасько и др. - Тамбов.: Изд-во ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2010. – Ч.1.- 96 с.

3. Марголин В. И. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учебник / В.И. Марголин [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4310>. — Загл. с экрана.

4. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5793>. — Загл. с экрана.

5. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2007. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/802>. — Загл. с экрана.

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания дисциплины «Физические основы современных технологий получения наноматериалов» предусматривает проведение лекций, лабораторных и практических работ, самостоятельную работу студентов. Текущий контроль знаний студентов осуществляется с использованием экспресс – опросов и защит лабораторных работ. Итоговой формой контроля по курсу является экзамен.

Каждая лекция содержит логически завершенную информацию для последующего проведения лабораторной работы. Главной задачей лекций является определение направления изучения данного курса по конкретной теме, формирование концептуальных теоретических знаний, позволяющих студентам самостоятельно изучить дополнительные материалы с учетом специфики их научных и профессиональных интересов. Лекция, как правило, строится в соответствии со следующей типовой схемой:

- введение, в котором представлена подборка теоретических и исторических сведений по изучаемой теме лекции;
- постановка задачи, содержащая практические примеры и логические предпосылки последующих методических и методологических положений;
- практические рекомендации, объединенные по направлениям и способам решения поставленной проблемы - в виде конкретных решений, приемов и методов;
- краткое обоснование рекомендаций, представляемое, как правило, в виде перечня нормативно-правовых предпосылок, эмпирических и научных данных, подтверждающих правомерность предлагаемых действий;
- выводы и обобщения, помогающие закрепить изученный материал, представляемые в виде ключевых понятий и перечня вопросов для самостоятельного изучения и подготовки к практическим и семинарским занятиям.

В целях интенсификации процесса обучения широко используются активные методы обучения в виде семинарских занятий по основным темам дисциплины, обсуждение ситуаций с использованием мультимедийных средств. Неотъемлемой частью изучения дисциплины является умение работать со справочной и нормативной литературой.

Рекомендуются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- контрольный опрос студентов на лекциях и лабораторных работах;
- проверка полноты и качества выполнения заданий на самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем по рекомендованной литературе.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для качественного образовательного процесса по всем видам учебных занятий в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием:

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства: экран, проектор	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (146/Л4)	Мебель: учебная мебель Технические средства: доска, экран, настольный токарно-винторезный станок, типовые детали машиностроительных производств: валы, зубчатые колеса, втулки, фланцы, диски	AutoCAD 2009-2011 / Бессрочная Лицензия №110000006741 Договор №11580/VRN3/35-03/120 от 26.06.2009г.
Научно-исследовательская лаборатория (146/ЛЗ)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: лабораторные столы, компьютерные столы Технические средства: диллятор, спектрофотометр, ротатор, рН метр, флюорат, центрифуга, магнитная мешалка, весы	Программный комплекс T-FLEX / Лицензия №0DE36697 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3
Читальный зал Научной библиотеки ТГТУ	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Компьютерный класс (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701

28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

---

	мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701
--	--	--

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ЛР01	Исследование структурных характеристик графеноподобных материалов методом спектроскопии комбинационного рассеяния	защита
ЛР02	Исследование структурных характеристик графеновых нанопластинок методом рентгеноструктурного анализа	защита
ЛР03	Исследование процесса получения графеновой суспензии на шаровой мельнице.	защита
ЛР04	Исследование процесса получения графеновой суспензии на стержневой мельнице.	защита
ЛР05	Исследование процесса получения графеновой суспензии методом механической эксфолиации	защита
ЛР06	Получение и исследование механических свойств бетонов, модифицированных графеноподобными материалами	защита
ЛР07	Получение и исследование механических свойств эпоксидных смол, модифицированных графеноподобными материалами	защита
ЛР08	Получение и исследование пластичных смазок, содержащих графеноподобные материалы	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Экз01	Экзамен	3 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

#### ИД-2 (ПК-2) Определяет механические и эксплуатационные свойства наноструктурированных материалов

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
использует знания физических основ получения наноматериалов в области инженерных нанотехнологий	Экз01, ЛР03, ЛР04, ЛР05
демонстрирует навыки поиска справочной, технической и научной информации в области нанотехнологий с использованием информационных компьютерных систем	Экз01
формулирует задание на выполнение проектных работ для изготовления изделий различного конструкционного и функционального назначения, содержащих наноматериалы	ЛР06, ЛР07, ЛР08
выполняет экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий	ЛР01, ЛР02
использует средства измерения, мониторинга и контроля характеристик при получении наноматериалов физическими методами	ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04, ЛР05, ЛР06, ЛР07, ЛР08
использует различные методики получения наноматериалов	Экз01, ЛР03, ЛР04, ЛР05

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Какие материалы относятся к классу графеноподобных?
2. Чем характеризуется смещение пика 2D в графеноподобных материалах?
2. В чем заключается проб подготовка образца для исследования на спектрометре DXR Raman Microscope?
3. Объясните назначение спектрофотометра DXR Raman Microscope.
4. Поясните область применения спектрометра.
5. Каков порядок проведения измерения?
6. Поясните принцип работы спектрофотометра.
8. На каких длинах волн возбуждающего лазера работает рамановский спектрометр DXR Raman Microscope?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Назовите параметры кристаллической решетки графита?
2. Как изменяется межплоскостное расстояние при уменьшении числа слоев в графеновых нанопластинках?
3. Опишите явление дифракции.
4. Что такое дифракционный максимум?
5. От чего зависит интенсивность пиков рентгенограммы?
6. Опишите принцип работы дифрактометра Дифрей –401.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Опишите механизм жидкофазного расслаивания графита?
2. Какая сила «связывает» графеновые слои в графите?
3. Объясните принцип работы планетарной мельнице.
4. Влияет ли структура частиц графита на процесс получения графеновых нанопластинок?

5. Опишите принцип работы планетарной мельницы Pulverizette 5.

6. Для чего нужно центрифугировать полученный раствор графеновой суспензии?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04



1. Какие материалы относятся к классу углеродных наноматериалов?
2. Опишите принцип действия стержневой мельницы.
3. В чем заключается роль силы трения в процессе жидкофазной сдвиговой эксфолиации графита?
4. Какие параметры необходимо контролировать при получении графена на стержневой мельнице?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. Опишите конструкционные особенности ротора в установке механической эксфолиации графита.
2. Сколько отверстий имеет статор и каков их диаметр?
3. Чем обусловлен выбор методов диагностики графеновых суспензий?
4. Назовите два основных фактора влияющих на интенсификацию процесса эксфолиации.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Какие промышленные методы получения графена вы знаете и опишите их?
2. Опишите методику введения графеновых нанопластинок в цемент.
3. Как осуществляются испытания образцов на трехточечный изгиб?
4. Где могут применяться нанокпозиционные строительные материалы?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР07

1. Опишите промышленный способ получения эпоксидных смол?
2. Какими преимуществами обладают полимерные композиты, содержащие углеродные наноматериалы.
3. На каком приборе осуществляется испытания образцов на ударную вязкость и какова его точность?
4. Какие способы модифицирования эпоксидных смол графеновыми наноструктурами вы знаете?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР08

1. Дайте классификацию пластичных смазок?
2. Какая основа (масло) используется в лабораторной работе для получения графено-содержащих пластичных смазок?
3. На каком приборе осуществляется испытания образцов пластичных смазок?
4. Какие присадки и наполнители пластичных смазок выпускаются в промышленных масштабах?

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

Возникновение нанотехнологии. Основные понятия, задачи и мотивации. Технологические подходы, реализуемые для получения нанопродукции. Концепция развития нанотехнологии.

Практические занятия

ПР01. Технологии «сверху-вниз»

ПР02. Технологии «снизу-вверх»

ПР03. Классификация технологий получения наноматериалов

ПР04. Применение нанотехнологий в современных производственных процессах

Самостоятельная работа:

СР01. Научное мировоззрение, наномир и нанотехнология

СР02. Исторические начала нанотехнологии

СР03. Переход от микротехнологии к нанотехнологии

СР04. Особенности наноразмерного состояния вещества

СР05. Проблема чистоты материала и вещества

СР06. Проблема чистоты поверхности

СР07. Проблема чистоты производственных помещений

СР08. Проблема шероховатости поверхности

**Раздел 2. Методы исследования, анализа и аттестации наноматериалов**

Электронная микроскопия. Дифракционный анализ. Спектральные методы. Методы определения размеров наночастиц.

Практические занятия

ПР05. Атомно-силовая микроскопия

ПР06. Сканирующая туннельная микроскопия

ПР07. Электросиловая зондовая микроскопия

ПР08. Магнитно-силовая зондовая микроскопия

ПР09. Разрешающая способность, погрешности, искажения и артефакты

Лабораторные работы

ЛР01. Исследование структурных характеристик графеноподобных материалов методом спектроскопии комбинационного рассеяния

ЛР02. Исследование структурных характеристик графеновых нанопластинок методом рентгеноструктурного анализа

Самостоятельная работа:

СР09. Сенсоры различного назначения

СР10. Атомные манипуляции и дизайн, нанолитография

СР11. Силовой нанотестинг приповерхностных слоев

СР12. Методы тестирования локальным нагружением

СР13. Основы техники наноиндентирования

СР14. Информативные возможности наноиндентирования

СР15. Анализ диаграмм нагружения при наноиндентировании

СР16. Коррекция результатов тестирования в наноиндентировании

СР17. Приемы использования силового нанотестинга в исследованиях механических свойства поверхности

**Раздел 3. Физические методы получения наноматериалов**

Получение наноструктурированных материалов методами интенсивной пластической деформации. Методы формирования наночастиц. Методы нанолитографии. Физические методы получения углеродных нанотрубок. Электроспиннинг. Технологии получения графеносодержащих суспензий методом сдвиговой эксфолиацией графита.

Практические занятия

ПР010. Реализация метода вакуумно-дугового распыления вещества для получения металлических наночастиц и углеродных нанотрубок

ПР011. Равноканальное угловое пресование.

ПР012. Кручение под квазигидростатическим давлением

ПР013. Метод получения графена с использованием микроволнового излучения

ПР014. Метод получения графена в высокоградиентном течении жидкости. Проточный реактор Тейлора-Куэтта

ПР015. Метод получения графена на быстро вращающемся диске. Схема миксера и варианты механизмов расслаивания частиц графита.

Лабораторные работы

ЛР03. Исследование процесса получения графеновой суспензии на шаровой мельнице.

ЛР04. Исследование процесса получения графеновой суспензии на стержневой мельнице.

ЛР05. Исследование процесса получения графеновой суспензии методом механической эксфолиации.

Самостоятельная работа:

СР018. Ионная имплантация.

СР019. Имплантография.

СР020. Ионно-плазменное травление поверхности

СР021. Ионная имплантация

СР022. Атомно-зондовое модифицирование

СР023. Избирательные и сверхпрецизионные методы травления

СР024. Лазерные методы синтеза наночастиц: испарение с принудительным охлаждением, фотодиссоциация

СР018. Метод Хаммера

**Раздел 4. Физические основы современных технологий получения нанокomпозиционных материалов строительного и функционального назначения.**

Технологии модифицирования строительных материалов углеродными наноструктурами. Использование полимеркомпозитной арматуры для армирования бетонных изделий. Модифицирование эпоксидных смол графеноподобными наночастицами

Практические занятия

ПР016. Способы введения углеродных наноматериалов в бетон

ПР017. Правило смесей.

ПР018. Физико-механические свойства нанокomпозиционных строительных материалов

ПР019. Способы введения углеродных наноматериалов в эпоксидные смолы.

ПР020. Углеродные материалы как модификаторы структуры полимерных материалов

ПР021. Связь структуры и физико-механических свойств полимерных нанокomпозиционных материалов.

Лабораторные работы

ЛР06. Получение и исследование механических свойств бетонов, модифицированных графеноподобными материалами.

ЛР07. Получение и исследование механических свойств эпоксидных смол, модифицированных графеноподобными материалами

ЛР08. Получение и исследование пластичных смазок, содержащих графеноподобные материалы

Самостоятельная работа:

СР025. Методы диспергирования нанодисперсных наполнителей в технологии функциональных полимерных материалов

СР026. Методы стабилизации нанодисперсных наполнителей в технологии функциональных полимерных материалов

СР027. Применение углеродных наноструктур для повышения тепло и электропроводности полимерных материалов

СР028. Структурирование полимерных матриц на макро- и микроуровнях

1. Возникновение нанотехнологии. Основные понятия, задачи и мотивации.
2. Технологические подходы, реализуемые для получения нанопродукции. Концепция развития нанотехнологии.
3. Классификация технологий получения наноматериалов.
4. Применение нанотехнологий в современных производственных процессах.
5. Методы исследования, анализа и аттестации наноматериалов.
6. Информативные возможности наноиндентирования.
7. Равноканальное угловое пресование.
8. Кручение под квазигидростатическим давлением.
9. Методы формирования наночастиц
10. Методы нанолитографии
11. Физические методы получения углеродных нанотрубок.
12. Технологии получения графеносодержащих суспензий методом сдвиговой эксфолиацией графита.

13. Метод получения графена с использованием микроволнового излучения.
14. Метод получения графена в высокоградиентном течении жидкости. Проточный реактор Тейлора-Куэтта.
15. Размерные эффекты.
16. Технологии модифицирования строительных материалов углеродными наноструктурами.
17. Использование полимеркомпозитной арматуры для армирования бетонных изделий.
18. Модифицирование эпоксидных смол графеноподобными наночастицами.
19. Ионно-плазменное травление поверхности.
20. Ионная имплантация.
21. Электроспиннинг.
22. Метод получения графена на быстро вращающемся диске.
23. Схема миксера и варианты механизмов расслаивания частиц графита.
24. Структурирование полимерных матриц на макро- и микроуровнях

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недоста-

точно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.03 Методы диагностики в нанотехнологиях***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: \_\_\_\_\_ ***очная*** \_\_\_\_\_

Кафедра: \_\_\_\_\_ ***Техника и технологии производства нанопродуктов*** \_\_\_\_\_

(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ ***д.х.н., профессор*** \_\_\_\_\_

степень, должность

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***Т.П. Дьячкова*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***А.Г. Ткачев*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-1 (ПК-1) Знает способы управления производственной деятельностью работников, осуществляющих отдельные технологические операции технологического процесса	знает общую характеристику технологических операций пробоподготовки и реализации методов анализа объектов нанотехнологии
	умеет анализировать и обобщать фактологический материал и делать выводы о тенденциях и закономерностях протекания процессов с участием нанообъектов по данным экспериментальных исследований
	умеет планировать и организовывать деятельность по контролю и диагностике стадий производства и продукции наноматериалов
	имеет навыки постановки и формализации задач диагностики свойств наноматериалов
<b>ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	знает типовые методики анализа нанообъектов и наносистем
	умеет принимать и обосновывать организационно-управленческие решения по полученным данным
	владеет технологией организации и оперативного контроля характеристик нанообъектов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения	
	Очная	
	1 семестр	2 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>52</b>	<b>67</b>
занятия лекционного типа	16	16
лабораторные занятия	16	48
практические занятия	16	0
курсовое проектирование	0	2
консультации	2	
промежуточная аттестация	2	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>128</b>	<b>113</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>180</b>	<b>180</b>



### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Семестр 1

##### **Тема 1. Предмет, основные понятия и задачи дисциплины**

Определение. Основные понятия теории измерений. Актуальные проблемы современной нанотехнологии. Физические величины. Количественное представление физических величин. Принципы измерений. Фундаментальные ограничения на точность измерений. Ограничения со стороны используемого материала. Приборные, схемные и системные ограничения. Основные понятия теории измерений. Определение. Объекты измерений Классификация измерений. Типы измерений.

##### Практические работы

ПР01. Общие методы химического анализа веществ в наносостоянии (семинар)

##### Лабораторные работы

ЛР01. Определения термической стабильности углеродных нанотрубок

##### Самостоятельная работа

СР01. Основные понятия теории измерений. Определение. Объекты измерений Классификация измерений. Типы измерений.

##### **Тема 2. Механизмы и физические эффекты, ограничивающие точность измерений**

Фундаментальные ограничения на точность измерений. Термодинамические ограничения на точность измерения. Квантовомеханические ограничения. Электромагнитные ограничения. Ограничения, связанные со статистикой Ферми-Дирака и флуктуационной теорией. Ограничения со стороны используемого материала. Ограничения на минимум мощности (энергии) переключения. Ограничения на время переноса (переключения) информации на единицу напряжения. Ограничения на время переключения единичной мощности (время переноса информации на единицу рассеиваемого тепла). Приборные, схемные и системные ограничения.

##### Практические работы

ПР02. Применение первого начала термодинамики к наносистемам (семинар)

##### Лабораторные работы

ЛР02. Измерения удельной поверхности и распределения микро- и нанопор Самостоятельная работа

##### Самостоятельная работа

СР02. Ограничения на время переноса (переключения) информации на единицу напряжения. Ограничения на время переключения единичной мощности (время переноса информации на единицу рассеиваемого тепла). Приборные, схемные и системные ограничения.

##### **Тема 3. Взаимодействие электронов с твердым телом.**

Взаимодействие электронов с веществом. Классификация процессов взаимодействия электронов с веществом Удельные потери энергии электронами Поперечное сечение Упругое рассеяние. Потенциал взаимодействия. Формула Резерфорда. Неупругое рассеяние электронов (импульсное приближение). Сечение ионизации. Плазмоны. Средняя длина свобод-

ного пробега электронов. Потери энергии. Пробеги электронов в твердых телах. Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ).

Практические работы

ПР03. Взаимодействие электронов с материалами и нанобъектами (семинар)

Лабораторные работы

ЛР03. Изучение сравнительной эффективности методов механоактивации углеродных наноматериалов

Самостоятельная работа

СР03. Неупругое рассеяние электронов (импульсное приближение). Сечение ионизации. Плазмоны. Средняя длина свободного пробега электронов. Потери энергии. Пробеги электронов в твердых телах. Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ).

#### **Тема 4. Взаимодействие рентгеновского излучения с твердым телом.**

Тормозное излучение. Формула Крамерса. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Строение атома. Квантовые числа, электронные конфигурации и обозначения Принцип Паули. Правило Хунда. Спектроскопические обозначения. LS-связь, jj-связь. Излучательные переходы, правила отбора в дипольном приближении. Обозначения и интенсивность рентгеновских линий. Поглощение рентгеновского излучения. Фотоэффект, вероятность фотоэлектронных переходов, сечение фотоионизации. Массовый и линейный коэффициент поглощения. Растянутая тонкая структура рентгеновского поглощения (EXAFS).

Практические работы

ПР04. Использование рентгеновского излучения для диагностики нанобъектов (семинар)

Лабораторные работы

ЛР04. Определение стабильности коллоидных растворов углеродных нанотрубок

Самостоятельная работа

СР04. Фотоэффект, вероятность фотоэлектронных переходов, сечение фотоионизации. Массовый и линейный коэффициент поглощения. Растянутая тонкая структура рентгеновского поглощения (EXAFS).

#### **Тема 5. Взаимодействие атомных частиц с поверхностью твердого тела.**

Параметры ионных пучков. Атомная масса, заряд ядра, изотопное соотношение. Упругое рассеяние ионов, кинематика рассеяния, рассеяние в центральном поле, сечение и параметр удара. Рассеяние быстрых и медленных ионов. Электронные потери энергии. Ионно-электронная эмиссия (потенциальная и кинетическая). Квазимолекулярный механизм ионизации, диаграммы Фано-Лихтена. Ионное распыление (основные закономерности). Теория Зигмунда (основные понятия). Ядерные потери энергии (импульсное приближение). Потенциалы взаимодействия. Теория ЛШШ (основные понятия). Ионно-ионная эмиссия (основные закономерности, механизм явления).

Практические работы

ПР05. Методы анализа нанобъектов, основанные на взаимодействии атомных частиц с поверхностью твердого тела (семинар)

Лабораторные работы

ЛР05. Оптическая микроскопия дисперсных систем

Самостоятельная работа

СР05. Теория Зигмунда (основные понятия). Ядерные потери энергии (импульсное приближение). Потенциалы взаимодействия. Теория ЛШШ (основные понятия). Ионно-ионная эмиссия (основные закономерности, механизм явления).

Семестр 2

**Тема 6. Методы электронно-зондовой диагностики.**

Вторичная электронная эмиссия. Основные закономерности и механизмы. Коэффициент вторичной электронной эмиссии, зависимость от энергии, угла падения, материала мишени, состояния поверхности. Вторичные электронные умножители, микроканальные пластины. Распределение вторичных электронов по энергиям. Истинно вторичные, неупругоотраженные и упругоотраженные электроны. Ионизационные и плазмонные потери энергии, Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.

Растровая электронная микроскопия (основные принципы и аналитические возможности). Механизмы формирования контраста (топологический, химический - от атомного номера  $Z$ , в поглощенных электронах, потенциальный, кристаллографический, магнитный, катодолюминисценция). Основные узлы растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия, уравнение Ричардсона-Дэшмана. Электронная пушка (термоэмиссионный  $W$ -катод,  $LaB_6$ -катод). Система формирования зонда, развертка в растр. Детектор вторичных электронов Эверхарда-Торнли. Алгоритмы управления прибором сбора и обработка информации. Особенности анализа непроводящих образцов. Низковакуумный режим. Применение РЭМ для анализа наноструктурированных объектов.

Основы рентгеноспектрального микроанализа (основные принципы и аналитические возможности). Анализаторы с дисперсией по длине волны (принцип работы, основные параметры). Кристалл-анализатор, газовые пропорциональные счетчики. Анализаторы с дисперсией по энергии (полупроводниковый детектор, многоканальный анализатор). Принципы количественного анализа (ZAF-коррекция).

Практические работы

ПР06. Электронно-зондовая диагностика (семинар)

Лабораторные работы

ЛР06. КР-спектральные методы анализа и контроля наноструктурированных материалов.

Самостоятельная работа

СР06. Основы рентгеноспектрального микроанализа (основные принципы и аналитические возможности). Анализаторы с дисперсией по длине волны (принцип работы, основные параметры). Кристалл-анализатор, газовые пропорциональные счетчики. Анализаторы с дисперсией по энергии (полупроводниковый детектор, многоканальный анализатор). Принципы количественного анализа (ZAF-коррекция).

**Тема 7. Рентгеновские методы анализа.**

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (основные принципы и аналитические возможности). Фотоэффект. Соотношение Коопмана. Рентгеновские фотоэлектронные спектры (основные и валентные уровни, ширина линий, Оже-серии). Химические сдвиги основных уровней. Вторичная структура спектров (рентгеновские спутники, мультиплет-

ное расщепление, сателлиты «встряски» и «стряхивания», дифракция фотоэлектронов). Особенности аппаратной реализации метода РФЭС (источники рентгеновского излучения, особенности энергоанализа фотоэлектронов).

Практические работы

ПР07. Методы анализа нанообъектов, основанные на использовании рентгеновских лучей (семинар)

Лабораторные работы

ЛР07. Рентгеновская дифрактометрия.

Самостоятельная работа

СР07. Вторичная структура спектров (рентгеновские сателлиты, мультиплетное расщепление, сателлиты «встряски» и «стряхивания», дифракция фотоэлектронов). Особенности аппаратной реализации метода РФЭС (источники рентгеновского излучения, особенности энергоанализа фотоэлектронов).

### **Тема 8. Методы ионной спектроскопии.**

Рассеяние быстрых ионов (РБИ). Основные принципы метода. Потери энергии в химических соединениях, правило Брегга. Ширина спектра энергии в обратном рассеянии. Форма спектра обратного рассеяния. Принципы послойного анализа. Разрешение по глубине, страгглинг. Ионное распыление и предел чувствительности. Приборная реализация метода РБИ. Полупроводниковый (кремниевый поверхностно-барьерный) детектор ядерных частиц. Применение метода РБИ для исследования многослойных структур субмикронного диапазона. Методы, основанные на эффекте каналирования ионов. Методы и возможности структурных исследований при использовании эффекта каналирования быстрых ионов. Использование эффекта каналирования для исследования тонких наноструктурированных пленок на монокристаллической подложке.

Рассеяние медленных ионов (РМИ) Кинематика рассеяния медленных ионов. Факторы, определяющие поперечную локальность метода. Проблемы количественного анализа в методе РМИ. Особенности приборной реализации метода. Факторы, определяющие разрешение до энергии (массе) рассеянных ионов.

Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС). Физические основы метода. Коэффициент ионно-ионной эмиссии (положительные и отрицательные вторичные ионы) Качественный анализ масс-спектров (виды вторичных ионов). Влияние сорта первичных ионов и матричные эффекты. Состояние поверхности и ее влияние на выход вторичных ионов. Приборная реализация метода ВИМС (метод прямого изображения, сканирующий ионный зонд). Масс-спектрометрические системы (времяпролетные, магнитные, квадрупольные анализаторы). Источники первичных ионов (дуоплазмотрон, жидкометаллические источники). Детекторы вторичных ионов. Послойный анализ методом ВИМС. Факторы, определяющие разрешение по глубине. Чувствительность метода ВИМС (факторы, определяющие порог чувствительности) Возможности количественного анализа. Масс-спектрометрия нейтральных атомов.

Практические работы

ПР08. Методы ионной спектроскопии (семинар)

Лабораторные работы

ЛР08. Методы определения размеров частиц

Самостоятельная работа

СР08. Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС). Физические основы метода.

### **Тема 9. Полевые методы исследования.**

Автоэлектронная (полевая) эмиссия. Теория Фаулера-Нордгейма. Полевой электронный микроскоп Мюллера, физические принципы, устройство, применение. Ионизация атомов в сильных электрических полях (Оппенгеймер, Гомер). Испарение и десорбция полем (механизм явления). Полевой ионный микроскоп с атомным зондом (атомное разрешение)

Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Теория, аппаратная реализация, возможности применения.

Практические работы

ПР09. Полевые методы исследования (семинар)

Лабораторные работы

ЛР09. Методы определения физико-механических характеристик порошковых материалов и композитов, содержащих наночастицы

Самостоятельная работа

СР09. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Теория, аппаратная реализация, возможности применения.

### **Курсовое проектирование**

Примерные темы курсовой работы:

1. Диагностика оптических характеристик наноматериалов.
2. Диагностика химического состава наноматериалов.
3. Диагностика механических свойств нанокompозитов.
4. Диагностика электрофизических свойств наноматериалов.
5. Диагностика удельной поверхности и порозности наноматериалов.
6. Диагностика геометрических параметров и морфологии нанообъектов.
7. Диагностика кристаллической структуры нанообъектов.
8. Диагностика свойств сыпучих наноматериалов (на примере определения насыпной плотности и параметров смачиваемости).
9. Спектроскопические методы исследования наноуглеродных материалов.
10. Диагностика гранулометрического состава и устойчивости дисперсий наноматериалов в жидкостях.
11. Рентгеновские методы анализа наноструктур

1. Курсовая работа должна быть выполнена автором самостоятельно, со ссылками на используемую литературу и другие источники.

2. В структуре курсовой работы выделяются: титульный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, список используемой литературы и приложения.

Во введении должна содержаться аргументация актуальности темы, цели и задачи работы. В структуре основной части должны быть выделены главы, а в их составе – вопросы (параграфы). Название глав и вопросов должны быть сформулированы, по возможности, кратко и отражать их содержание.

В основной части может быть сделан обзор состояния исследуемого вопроса; сформулированы направления и проблемы его дальнейшего решения; отражены предложения автора и мнения специалистов, выявленные на основе изучения специальной литературы; осуществлен анализ исходной и расчетной информации.

В заключении работы должны быть сформулированы выводы, полученные в процессе выполнения работы.

Список используемой литературы даётся в алфавитном порядке, с указанием автора, названия работы, места издания и названия издательства, года издания и количества страниц.

3. Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ-2.105-79 «Общие требования к тестовым документам» и ГОСТ-7.32-81 «Отчет о научно-исследовательской работе» (Общие требования и правила оформления).

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. 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>
2. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. - 192 с. Экз. (8)
3. 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. Экз. (5).
4. 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>

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>  
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>  
База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».



**5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение предмета начинается с самостоятельной работы над основной и дополнительной литературой.

В течение семестра студенты слушают лекции и решают задачи.

В течение времени, отведенного для самостоятельной работы в семестре, студенты должны выполнить курсовую работу.

При изучении дисциплины планируются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- контрольный опрос студентов на лекциях и практических занятиях;
- проверка полноты и качества выполнения заданий на самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем по рекомендованной литературе;
- защита курсовой работы.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Оборудование: макеты оборудования.	AutoCAD 2015, 2016, 2017, 2018 / программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110001637279
учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Компьютерный класс	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	КОМПАС-3D версия 16 / Лицензия №МЦ-10-00646 бессрочная Договор 44867/VRN3 от 19.12.2013г.
учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Программный комплекс T-FLEX Лицензия №00005221 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компь-	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701

28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
обучающихся (ауд. 333/А)	ютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01.	Общие методы химического анализа веществ в наносостоянии (семинар)	опрос
ПР02.	Применение первого начала термодинамики к наносистемам (семинар)	опрос
ПР03.	Взаимодействие электронов с материалами и нанобъектами (семинар)	опрос
ПР04.	Использование рентгеновского излучения для диагностики нанобъектов (семинар)	опрос
ПР05.	Методы анализа нанобъектов, основанные на взаимодействии атомных частиц с поверхностью твердого тела (семинар)	опрос
ПР06.	Электронно-зондовая диагностика (семинар)	опрос
ПР07.	Методы анализа нанобъектов, основанные на использовании рентгеновских лучей (семинар)	опрос
ПР08.	Методы ионной спектроскопии (семинар)	опрос
ПР09.	Полевые методы исследования (семинар)	опрос
ЛР01.	Определения термической стабильности углеродных нанотрубок	защита
ЛР02.	Измерения удельной поверхности и распределения микро- и нанопор	защита
ЛР03.	Изучение сравнительной эффективности методов механоактивации углеродных наноматериалов	защита
ЛР04.	Определение стабильности коллоидных растворов углеродных нанотрубок	защита
ЛР05.	Оптическая микроскопия дисперсных систем	защита
ЛР06.	КР-спектральные методы анализа и контроля наноструктурированных материалов	защита
ЛР07.	Рентгеновская дифрактометрия	защита
ЛР08.	Методы определения размеров частиц	защита
ЛР09.	Методы определения физико-механических характеристик порошковых материалов и композитов, содержащих наночастицы	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обоз- начение	Форма отчетности	Очная
ЭКЗ1	Экзамен	1 семестр
КР01	Защита КР	2 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (ПК-1) Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает общую характеристику технологических операций пробоподготовки и реализации методов анализа объектов нанотехнологии	ПР01, ПР09, ЛР02, СР03, КР
умеет анализировать и обобщать фактологический материал и делать выводы о тенденциях и закономерностях протекания процессов с участием нанообъектов по данным экспериментальных исследований	ПР07, ПР08, ЛР01, СР01
умеет планировать и организовывать деятельность по контролю и диагностике стадий производства и продукции наноматериалов	ПР06, ЛР03, ЛР04, СР04
имеет навыки постановки и формализации задач диагностики свойств наноматериалов	ПР02, ЛР05, ЛР06, СР02

ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает типовые методики анализа нанообъектов и наносистем	ПР05, ЛР08, СР05, СР09
умеет принимать и обосновывать организационно-управленческие решения по полученным данным	ПР03, ЛР09, СР06, СР08
владеет технологией организации и оперативного контроля характеристик нанообъектов	ПР04, ЛР07, СР07, ЭКЗ1

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Каким образом осуществляется термогравиметрический анализ объекта при синхронном термическом анализе?
2. Характеристика термогравиметрической кривой.
3. Характеристика кривой дифференциальной сканирующей колориметрии.
4. Условия использования данных синхронного термического анализа для качественной и количественной идентификации состава объекта

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Принцип определения удельной поверхности.
2. Модель, применяемая для определения удельной поверхности и ее ограничения
3. Последовательность осуществления анализа
4. Модель, применяемая для определения объема и размера пор и ее ограничения.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Справедлив ли закон Паскаля для сыпучих материалов?
2. От чего зависит вертикальная составляющая давления в сыпучих материалах?
3. От чего зависит горизонтальная составляющая давления в сыпучих материалах?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Что такое механоактивация?
2. Какое оборудование используется для механоактивации твердых материалов?
3. Каковы способы интенсификации механоактивации?
4. Каковы особенности механохимических процессов?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. С чем связаны ограничения оптической микроскопии по разрешению?
2. Как осуществлялась пробоподготовка для оптической микроскопии дисперсий наноматериалов в эпоксидной смоле?
3. От чего зависят размеры агломератов наночастиц?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. В чем суть рамановского эффекта?
2. Каким образом его можно использовать в диагностики химического состава и структурных характеристик материалов?
3. Какое оборудование применяется в рамановской спектроскопии? Каковы его основные узлы?
4. Какую информацию можно получить по данным рамановского картирования?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР07

1. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ.
2. Оборудование для исследования материалов методом рентгеновской дифракции.
3. Определение ОКР и межплоскостных расстояний в объекте по данным рентгеновской дифракции.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР08

1. 1. Принцип динамического рассеяния света
2. Ограничения применения метода динамического рассеяния света при определении размеров частиц дисперсной фазы в суспензиях и эмульсиях.
3. Вид кривых распределения частиц дисперсной фазы по размеру и их обработка.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР09

1. Физико-механические характеристики порошковых материалов.
2. Механические характеристики полимерных композитов
3. Способы определения физико-механических и прочностных характеристик

Задания к опросу ПР01

1. Химические и инструментальные методы анализа качественного и количественного состава нанообъекта.
2. Качественные реакции: требования и параметры.
3. Электрохимические методы анализа.

Задания к опросу ПР02

1. Особенности термодинамики вещества в наностоянии.
2. Факторы, учитываемые при расчете термодинамических потенциалов ультрадисперсных частиц..

Задания к опросу ПР03

1. Классификация процессов взаимодействия электронов с веществом.

2. Упругое рассеяние электронов.
3. Неупругое рассеяние.
4. Вторичная электронная эмиссия.

Задания к опросу ПР04

1. Рентгеновская дифрактометрия.
2. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
3. Рентгеновско-флуоресцентная спектроскопия.

Задания к опросу ПР05

1. Ионные пучки и их параметры.
2. Ионно-ионная эмиссия.
3. Ионно-электронная эмиссия.

Задания к опросу ПР06

1. Рентгеноспектральный микроанализ.
2. Электронный зондовый микроскоп и его возможности в исследовании структуры нанообъектов.

Задания к опросу ПР07

1. Оже-спектроскопия.
2. NEXAFS-спектроскопия.

Задания к опросу ПР08

1. Рассеяние быстрых ионов.
2. Рассеяние медленных ионов.
3. Масс-спектрометрия.

Задания к опросу ПР09

1. Полевая эмиссия.
2. Полевой электронный микроскоп.
3. Сканирующая туннельная микроскопия.
4. Атомно-силовая микроскопия.

Вопросы к защите курсовой работа КР01 (примеры)

1. Каковы физические основы рассматриваемого метода.
2. Приведите пример использования данного метода для диагностики нанообъектов или исследования процессов с их участием из литературных источников?
3. Какое оборудование применяется для реализации данного метода?
4. Как осуществляется пробоподготовка?
5. Каким образом Вы планируете применять рассматриваемый метод исследования при выполнении квалификационной работы?
6. Какие результаты уже удалось получить с применением данного метода?
7. Каковы преимущества применяемой методики?
8. Каковы ограничения данного метода?
9. Каковы метрологические характеристики данного метода и применяемого для его реализации оборудования?
10. В каких еще областях исследования может применяться данный метод?

Теоретические вопросы к экзамену Экз01



1. Теория измерений: основные понятия и определения. Принципы измерений.
2. Классификация объектов и типов измерений.
3. Фундаментальные, термодинамические, электромагнитные и статистические ограничения на точность измерений.
4. Ограничения на точность измерений со стороны используемого материала.
5. Ограничения на минимум мощности (энергии) переключения.
6. Ограничения на время переноса (переключения) информации на единицу напряжения.
7. Ограничения на время переключения единичной мощности (время переноса информации на единицу рассеиваемого тепла).
8. Приборные, схемные и системные ограничения.
9. Классификация процессов взаимодействия электронов с веществом.
10. Взаимодействие рентгеновского излучения с твердым телом.
11. Характеристическое рентгеновское излучение.
12. Поглощение рентгеновского излучения.
13. Взаимодействие атомных частиц с поверхностью твердого тела.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Контрольная работа	правильно выполнено не менее 75% задания
Опрос	полные ответы на не менее чем 50 % вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Защита КР (КР01).

Выполненная курсовая работа сдается студентом руководителю в установленный срок. Руководитель дает предварительную оценку курсовой работы. При оценке работы учитываются: содержание работы, степень самостоятельности, оригинальность выводов и предложений, качество используемого материала, а также уровень грамотности (общий и технический). Одновременно руководитель отмечает положительные стороны и недостат-

ки работы, а в случае надобности указывает, что надлежит доработать. Работа, не соответствующая предъявляемым требованиям, возвращается студенту на доработку.

Курсовые работы, получившие положительный отзыв, допускаются к защите. На защите студент обязан кратко изложить содержание работы, дать исчерпывающие ответы на вопросы членов комиссии. Во время защиты докладчику дается возможность отстаивать и обосновывать свою точку зрения.

Оценке в ходе защиты курсовой работы подлежат:

- знание области исследования;
- глубина и степень решения поставленных задач;
- умение кратко излагать результаты и аргументировано отвечать на вопросы;
- оформление курсовой работы.

Особое внимание обращается на самостоятельность студента при решении поставленных в работе задач.

Решение об оценке курсовой работы принимается преподавателями кафедры по результатам анализа представленной курсовой работы, доклада студента и его ответов на вопросы. Оценка по итогам защиты курсовой работы проставляется в ведомость и зачетную книжку студента руководителем курсовой работы.

Комиссия по защите включает председателя комиссии и двух-трех преподавателей кафедры. Защита курсовой работы студентом состоит из выступления студента (5-7 минут) и ответов на вопросы членов комиссии и присутствующих на защите студентов и преподавателей.

Студентам, не подготовившим курсовую работу в установленные сроки, не явившимся по той или иной причине на защиту курсовой работы, получившим на защите оценку «неудовлетворительно», предоставляется возможность защитить курсовую работу (при повторной защите – не более двух раз) после исправления допущенных ошибок и соответствующей подготовки к защите. Дата защиты устанавливается кафедрой. Защита происходит в обычном порядке.

Отметка «отлично» выставляется студенту выполнившему курсовую работу в полном объеме и в соответствии с требованиями ЕСКД, разобравшемуся с расчетами, объяснившему принципы работы аппарата и ответившему на все заданные вопросы по конструированию узлов и деталей аппарата.

Отметка «хорошо» выставляется студенту выполнившему курсовую работу в полном объеме и в соответствии с требованиями ЕСКД, объяснившему принципы работы аппарата, но не достаточно полно ответившего на вопросы по расчетно-пояснительной записке, по конструированию узлов и деталей аппарата.

Отметка «удовлетворительно» выставляется студенту выполнившему курсовую работу в полном объеме и в соответствии с требованиями ЕСКД, не полностью объяснившему принципы работы аппарата, не ответившего на часть вопросов по расчетно-пояснительной записке и по конструированию узлов и деталей аппарата.

Отметка «неудовлетворительно» выставляется студенту, выполнившему курсовую работу в полном объеме и в соответствии с требованиями ЕСКД, но не разобравшемуся в работе аппарата и не ответившего на большую часть вопросов по расчетно-пояснительной записке и по конструированию узлов и деталей аппарата.

Экзамен (Экз01). Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно

обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.04 Моделирование наноматериалов***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: \_\_\_\_\_ ***очная*** \_\_\_\_\_

Кафедра: \_\_\_\_\_ ***Техника и технологии производства нанопродуктов*** \_\_\_\_\_

(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ ***К.Т.Н., ДОЦЕНТ*** \_\_\_\_\_

степень, должность

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***Т.В. Пасько*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***А.Г. Ткачев*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	осуществляет анализ современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
	управляет параметрами исходного состояния материала и наноматериала и контролирует их
	управляет параметрами конечного состояния материала и наноматериала в процессе обработки материала (по отношению к исходному состоянию и по отношению к требуемому значению) и контролирует их

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	3 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	32
практические занятия	16
курсовое проектирование	0
консультации	2
промежуточная аттестация	2
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>256</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>324</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Тема 1. Зонная структура нанотрубок. Метод линейной комбинации атомных орбиталей.**

Хиральность нанотрубок. Основы метода ЛКАО. Коэффициенты хиральности. Симметрия полимеров. Симметрия графитового слоя.  $\pi$ -зоны нанотрубок  $(n, n)$ .  $\pi$ -зоны нанотрубок  $(n, 0)$ .

##### Практические занятия

ПР01. Моделирование структуры и свойств 1-компонентных наночастиц.

ПР02. Моделирование структуры и свойств 2-компонентных наночастиц.

ПР03. Моделирование самоорганизации наночастиц.

##### Лабораторные работы

ЛР01. Расчет зонной структуры нанотрубок методом ЛКАО.

#### **Тема 2. Моделирование роста фракталов по механизму «агрегация кластер-частица» (по модели Виттена–Сэндера).**

Применение теории фракталов для золь-гель-технологии. Основные положения, допущения и ограничения в модели диффузионно-ограниченной агрегации (модели Виттена–Сэндера). Зависимость фрактальной размерности от размерности пространства. Физические нижний и верхний пределы ограничения физических фракталов.

##### Практические занятия

ПР04. Моделирование процесса спекания монослойных и многослойных структур».

ПР05. Моделирование микроструктуры методом плотной упаковки сфер.

##### Лабораторные работы

ЛР02. Изучение роста фракталов по механизму «агрегация кластер – частица» (по модели Виттена–Сэндера).

#### **Тема 3. Рост фракталов по механизму кластер-кластерной агрегации.**

Механизм кластер-кластерной агрегации. Этапы роста фрактальных агрегатов по механизму кластер-кластерной агрегации. Скейлинг, самоподобие, самоаффинность. Принцип недифференцируемости. Парадокс Лебега.

##### Практические занятия

ПР06. Моделирование фрактальных агрегатов.

ПР07. Моделирование диффузии по фрактальному агрегату.

##### Лабораторные работы

ЛР03. Изучение роста фракталов по механизму кластер-кластерной агрегации.

#### **Тема 4. Моделирование двумерных перколяционных кластеров.**

Элементы теории перколяции. Перколяционные задачи на «случайных узлах». Порог протекания, координационная сфера, перколяционный кластер. Влияние 1-ой координационной сферы на значение порога протекания.

##### Практические занятия

ПР08. Моделирование перколяционных кластеров в задаче узлов на двумерной решетке.

Лабораторные работы

ЛР04. Моделирование двумерных перколяционных кластеров.

ЛР05. Анализ удельной поверхности порошковых и пористых материалов адсорбционным методом БЭТ.

ЛР06. Анализ эволюции наноматериалов с фрактальной структурой методом динамической газочувствительности.

Самостоятельная работа

СР01. Моделирование наноструктурных процессов методом статистических операторов и матриц плотности

СР02. Моделирование наноструктурных процессов методом квантовой топологии

СР03. Моделирование наноструктурных процессов квантово-полевыми методами

СР04. Моделирование наноструктурных процессов информационными методами



#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Звонарев, С. В. Моделирование структуры и свойств наносистем : учебно-методическое пособие / С. В. Звонарев, В. С. Кортков, Т. В. Штанг. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-1203-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68259.html> (дата обращения: 18.11.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Нажипкызы, М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов : учебное пособие / М. Нажипкызы, Р. Е. Бейсенов, З. А. Мансуров. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с. — ISBN 978-5-4486-0164-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/73346.html> (дата обращения: 18.11.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Блесман, А. И. Теоретические основы методов исследования наноматериалов : учебное пособие / А. И. Блесман, В. В. Даньшина, Д. А. Полонянкин. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 78 с. — ISBN 978-5-8149-2506-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78478.html> (дата обращения: 18.11.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Саноян, А. Г. Энтропийные модели микро- и наноструктур : учебное пособие / А. Г. Саноян, И. Н. Еремина. — Самара : РЕАВИЗ, 2010. — 80 с. — ISBN 5-94836-054-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10149.html> (дата обращения: 18.11.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Матюшкин, И. В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур : учебное пособие / И. В. Матюшкин. — М. : Техносфера, 2011. — 168 с. — ISBN 978-5-94836-286-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13280.html> (дата обращения: 18.11.2019). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обучающиеся должны быть ознакомлены с рабочей программой дисциплины, в том числе: перечнем планируемых результатов обучения; местом дисциплины в структуре ОПОП; трудоемкостью изучения дисциплины, объемом аудиторных занятий и самостоятельной работы; аннотированным содержанием отдельных тем дисциплины; перечнем учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы и ее организацией; фондом оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине; перечнем учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»; методическими указаниями для обучающихся по освоению дисциплины.

Самостоятельная работа по усвоению учебного материала по дисциплине может выполняться в читальном зале библиотеки, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях.

Самостоятельная работа требует наличия информационно-предметного обеспечения: учебников, учебных и методических пособий, конспектов лекций, опорных конспектов, электронных образовательных ресурсов. Методические материалы в большинстве случаев обеспечивают возможность самоконтроля по тому или иному блоку учебного материала или предмета в целом. Рекомендуется также использовать соответствующую научную и специальную монографическую и периодическую литературу в данной области знаний.

Выполнение всех видов учебной работы, предусмотренной планом, позволит сформировать компоненты компетенций на деятельностном и рефлексивном уровнях.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Maple 14 / Лицензия №744750 бессрочная договор 35-03/175 от 21.12.2010г.
учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Компьютерный класс	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office 2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ЛР01	Расчет зонной структуры нанотрубок методом ЛКАО	защита
ЛР02	Изучение роста фракталов по механизму «агрегация кластер – частица» (по модели Виттена–Сэндера)	защита
ЛР03	Изучение роста фракталов по механизму кластер-кластерной агрегации	защита
ЛР04	Моделирование двумерных перколяционных кластеров	защита
ЛР05	Анализ удельной поверхности порошковых и пористых материалов адсорбционным методом БЭТ	защита
ЛР06	Анализ эволюции наноматериалов с фрактальной структурой методом динамической газочувствительности	защита
СР01	Моделирование наноструктурных процессов методом статистических операторов и матриц плотности	доклад
СР02	Моделирование наноструктурных процессов методом квантовой топологии	доклад
СР03	Моделирование наноструктурных процессов квантово-полевыми методами	доклад
СР04	Моделирование наноструктурных процессов информационными методами	доклад

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Экз01	Экзамен	3 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
осуществляет анализ современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Экз01
управляет параметрами исходного состояния материала и наноматериала и контролирует их	ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04, ЛР05, ЛР06
управляет параметрами конечного состояния материала и наноматериала в процессе обработки материала (по отношению к исходному состоянию и по отношению к требуемому значению) и контролирует их	ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04, ЛР05, ЛР06

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Объясните, что означают индексы (n, m) в обозначениях нанотрубок, какую информацию о нанотрубке из них можно извлечь?
2. Объясните общие идеи метода ЛКАО.
3. Нарисуйте общий вид зонной структуры для нанотрубок типа «кресло» и «зигзаг» с металлическим и полупроводниковым типами зонной структуры.
4. Найдите термы основного состояния гомоядерной молекулы с конфигурацией  $\pi^3$  и  $\sigma\pi^2$ .
5. Найдите терм состояния однократно ионизированной молекулы воды  $\text{H}_2\text{O}^+$ .
6. Обоснуйте применение метода ЛКАО для молекулы ОН.
7. Насколько стабилен ион гидроксила ОН в свободном состоянии.
8. Покажите, что терм полностью заполненной оболочки соответствует полно симметричному представлению.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Дайте определение следующим понятиям: порог протекания; координационная сфера; перколяционный кластер.
2. Как влияет 1-я координационная сфера на величину порога протекания?
3. Почему размер  $z\chi_c$  инвариантен для заданной размерности пространства?
4. Почему для получения перколяционного кластера для модели перехода диэлектрик/металл (модель Мота)  $z\chi_c$  берется постоянным?
5. В каких единицах измеряется концентрация в двумерном пространстве? В трехмерном?
6. Приведите примеры перколяционных систем в материаловедении микроэлектроники.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Дайте определение понятиям фрактал, фрактальная размерность, поверхностный и объемный фрактал.
2. Приведите основные положения, допущения и ограничения в модели диффузионно-ограниченной агрегации (модели Виттена–Сэндера).

3. Как зависит фрактальная размерность от размерности пространства? Какие значения она может принимать?
4. Что определяют физические нижний и верхний пределы ограничения фрактальных агрегатов?
5. Приведите примеры моделей кластерных систем.
6. Что такое «фрактальные кластеры» и какие модели их формирования вы знаете?
7. Какую информацию дают нам модели атомной подвижности?

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. В чем заключаются основные положения, допущения и ограничения модели кластер-кластерной агрегации?
2. Проанализировать процесс одновременно протекающей кластер-кластерной агрегации и агрегации по механизму «частица – кластер».
3. Обратит внимание на кинетику роста фрактальных агрегатов. Объяснить, почему в компьютерном эксперименте не наблюдается замедление движения фрактальных агрегатов при росте их массы, несмотря на теоретически предсказываемое?
4. Объяснить, какие процессы могут препятствовать возникновению стягивающего кластера в реальных системах?
5. Алгоритм построения перколяционной сети.
6. Что такое порог протекания?
7. Чему равен порог протекания для одномерной решетки? Для бесконечно мерной?
8. Что общего и различного в свойствах бесконечного (гигантского) кластера в перколяционной и сложной сети?

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. Поясните понятия физической и химической адсорбции.
2. Почему на одной и той же адсорбционной кривой (соответствующей заданному электронному состоянию системы), представляющей собой энергию системы как функцию расстояния, не может быть двух минимумов, соответствующих физической и химической адсорбциям?
3. Сравните значения теплоты физической и химической адсорбций.
4. На чем основано определение величины удельной поверхности на приборе серии СОРБИ?
5. Какие параметры оказывают влияние на степень заполнения адсорбционных центров?
6. Сформулируйте физический критерий, в соответствии с которым можно отличить молекулы, адсорбированные на поверхности, от остальных молекул адсорбтива.
7. В чем принципиальные отличия между физической и химической адсорбцией?
8. Сформулируйте положения модели, принятые при выводе уравнения Ленгмюра. Получите уравнение Ленгмюра.
9. Какие допущения лежат в основе теории БЭТ?
10. Нарисуйте характерный вид изотерм адсорбции и десорбции.
11. При каких условиях на изотермах адсорбции и десорбции может возникать гистерезис?
12. Какие материалы можно исследовать на приборе СОРБИ?
13. Можно ли использовать прибор СОРБИ в качестве хроматографа? Если да, то опишите метод?
14. Изменится ли результат, если перед измерениями не провести термотренировку образца? Если да, то почему?
15. Какие еще методы исследования пористых сред и определения удельной поверхности Вы можете назвать?

16. Можно ли использовать другие вещества в качестве адсорбтивов (кроме азота) для определения удельной поверхности? Если да, то какими свойствами они должны обладать?

17. Приведите примеры адсорбционных явлений в природе. Объясните их.

18. Приведите примеры использования адсорбционных явлений в технике.

19. Как можно различить хемосорбцию и топохимическую реакцию?

20. Как зависит адсорбция от температуры? Аргументируйте вид этой зависимости с помощью принципа Ле-Шателье.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Почему химико-адсорбционные датчики эксплуатируются при повышенных рабочих температурах?

2. Объясните, как можно изменить селективность сенсора к выбранному газу путем легирования?

3. Как изменяется газочувствительность сенсора при увеличении размеров зерен, концентрации носителей заряда и размеров контактных областей.

4. Опишите механизм восстановления исходного сопротивления датчика после воздействия восстанавливающего газа.

5. Сравните преимущества и недостатки оценки газочувствительности по изменению сопротивления по отношению к изменению проводимости.

6. Рассмотрите возможность повышения селективности датчиков к детектированию выбранного газа в смеси, содержащей другие восстанавливающие газы, путем использования мембран, катализаторов, промоторов, а также схемотехническим решением.

7. Оцените возможность изготовления сенсоров по микроэлектронной технологии.

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Какие математические методы можно отнести к квантовомеханическим расчетам «из первых принципов»?

2. В чем суть квантово-теоретического подхода расчетов «из первых принципов»?

3. В чем сходство и различия метода самосогласованного поля и теории функционала плотности?

4. Перечислите наиболее широко используемые потенциалы взаимодействий частиц.

5. Опишите методы моделирования молекулярных систем.

6. Какие многочастичные потенциалы вам известны?

7. Какие полуэмпирические методы вы знаете?

8. В чем отличие метода молекулярной механики от квантовомеханических расчетов «из первых принципов»?

9. В чем суть метода молекулярной динамики?

10. Для каких целей может применяться моделирование методом молекулярной динамики?

11. Опишите основные этапы кинетического метода Монте Карло.

12. Какие модели транспортно-диффузионного переноса вы знаете?

13. Перечислите токи, возникающие в приповерхностном слое образца после облучения его поверхности электронным пучком.

14. Какие процессы сопровождают транспорт носителей заряда в облученных материалах?

15. Объясните физическую модель транспорта электронов в материале.

16. Назовите особенности наноструктурного состояния, влияющие на процессы переноса заряда в материалах.

Практические задания к экзамену Экз01 (примеры)



1. Рассчитать энергию низшей моды для электронов в кремниевом нанопроводе с квадратным сечением. Использовать зонную структуру кремния, канал направлен вдоль оси [001].

2. Рассчитать спектр кремниевой кубической квантовой точки для дырок. Использовать зонную структуру кремния.

3. В полупроводниковой нанопроволоке (нанотрубке) сформирован резкий p-n переход. Написать уравнения для расчета трехмерного распределения потенциала  $\varphi(x, y, z)$  и получить распределение потенциала вдоль оси проволоки. Сравнить с распределением потенциала в «классическом» объемном p-n-переходе.

4. В тонком слое полупроводника (графена) сформирован резкий p-n переход. Написать уравнения для расчета трехмерного распределения потенциала  $\varphi(x, y, z)$  получить распределение потенциала в листе графена. Сравнить с распределением потенциала в «классическом» объемном p-n-переходе. Считать, что на расстоянии  $d$  над листом графена расположен металлический затвор.

5. Во сколько раз диаметр нанотрубки типа кресло  $(n, n)(n, n)$  больше диаметра нанотрубки типа зигзаг  $(n, 0)(n, 0)$  при одном и том же  $n$ ?

6. Построить структурную модель углеродной нанотрубки с металлическими и полупроводниковыми свойствами с заданными индексами хиральности  $(n, m)$ : а)  $(9,0)$ ;  $(7,3)$  б)  $(13,13)$ ;  $(6,5)$ .

7. Определить порог протекания для задачи узлов в случае прямоугольной решетки прямым моделированием.

8. Оцените изменение объема 1 моля адсорбтива при монослойной адсорбции, происходящей при нормальных условиях.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Доклад	тема доклада раскрыта, сформулированы выводы; соблюдены требования к объему и оформлению доклада (презентации к докладу);

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов и 2 практических заданий.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.01.01 Методы анализа и контроля***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***наноструктурированных материалов***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

***д.х.н., профессор***

степень, должность

подпись

***Т.П. Дьячкова***

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

подпись

***А.Г. Ткачев***

инициалы, фамилия

**1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И  
ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</b>	
ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования	знает общую характеристику технологических операций пробоподготовки и реализации методов анализа объектов нанотехнологии
	умеет анализировать и обобщать фактологический материал и делать выводы о тенденциях и закономерностях протекания процессов с участием нанообъектов по данным экспериментальных исследований
	умеет планировать и организовывать деятельность по контролю и диагностике стадий производства и продукции наноматериалов
	имеет навыки постановки и формализации задач диагностики свойств наноматериалов
<b>УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</b>	
ИД-1 (УК-3) Имеет опыт в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	знает стратегические основы планирования эксперимента в области нанотехнологии
	умеет управлять программируемыми комплексами оборудования на разных этапах контроля производства нанопроductов
<b>ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	знает типовые методики анализа нанообъектов и наносистем
	умеет принимать и обосновывать организационно-управленческие решения по полученным данным
	владеет технологией организации и оперативного контроля характеристик нанообъектов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	3 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	32
практические занятия	16
курсовое проектирование	-
консультации	2
промежуточная аттестация	2
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>76</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Тема 1. Предмет, основные понятия и задачи дисциплины**

Определение. Основные понятия теории измерений. Актуальные проблемы современной нанотехнологии. Физические величины. Количественное представление физических величин. Принципы измерений. Фундаментальные ограничения на точность измерений. Ограничения со стороны используемого материала. Приборные, схемные и системные ограничения. Основные понятия теории измерений. Определение. Объекты измерений Классификация измерений. Типы измерений.

#### *Практические занятия*

ПР01. Место и значение диагностики наноматериалов, систем и композитов на их основе в нанотехнологиях (семинар)

#### *Самостоятельная работа:*

СР01. Теория измерений

СР02. Объекты и типы измерений

#### **Тема 2. Методы химического анализа материалов и наноматериалов**

Общие представления о методах химического анализа. Качественный и количественный анализ. Классификация методов химического анализа. Характеристика методов химического анализа: точность, селективность, чувствительность, открываемый минимум, минимальный объем, предельное разбавление. Особенности применения методов химического анализа к нанобъектам и материалам на их основе.

#### *Практические занятия*

ПР02. Системы качественного химического анализа и их характеристики (семинар)

ПР03. Характеристики качественных реакций (решение задач)

#### *Самостоятельная работа:*

СР03. Классификация реактивов, используемых в химическом анализе.

СР04. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции.

#### **Тема 3. Методы качественной идентификации химического состава материалов и наноматериалов**

Химические методы качественного анализа. Системы качественного анализа. Возможность применения химических методов качественного анализа для нанобъектов. Инструментальные методы качественного анализа. Способы элементного анализа макроматериалов и нанобъектов. Методы качественной идентификации функциональных групп.

#### *Лабораторные работы*

ЛР01. Анализ смесей катионов и анионов.

ЛР02. Энергодисперсионный анализ катализатора CVD-синтеза углеродных наноструктур.

ЛР03. Идентификация функциональных групп на поверхности углеродных нанотрубок методом ИК-спектроскопии.

#### *Самостоятельная работа:*

СР05. Общеаналитические, групповые и специфические реакции и реагенты.

СР06. Рентгеновская флуоресцентная спектроскопия.

СР07. ИК-Фурье-спектроскопия.

#### **Тема 4. Количественный анализ химического состава макро- и нанообъектов**

Применение спектроскопических методов для количественной оценки химического состава объектов различной природы. Титриметрическое определение количественного состава функциональных групп в составе нанообъектов. Электрохимические методы анализа: кондуктометрия и потенциометрия в диагностике наноматериалов.

##### *Практические занятия*

ПР04. Спектроскопические и титриметрические методы количественного анализа в диагностике наносистем (семинар)

##### *Лабораторные работы*

ЛР04. Титрование окисленных углеродных нанотрубок по Боэму.

##### *Самостоятельная работа:*

СР08. Статистическая обработка результатов количественного анализа.

СР09. Виды титриметрического анализа.

#### **Тема 5. Термический анализ нанообъектов**

Физические основы термического анализа. Функциональные возможности термического анализа и его разновидности. Термогравиметрический анализ и дифференциальная сканирующая колориметрия. Способы анализа продуктов термического разложения материалов при данном виде анализа. Приборы и оборудование для термического анализа. Особенности термического анализа нанообъектов.

##### *Практические занятия*

ПР05. Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая колориметрия в диагностике наноструктур и композитов на их основе (семинар)

##### *Лабораторные работы*

ЛР05. ТГ/ДСК-анализ функционализированных углеродных наноструктур и композитов на их основе.

##### *Самостоятельная работа:*

СР10. Этапы гравиметрического анализа. Осаждаемая и весовая формы.

СР11. Масс-спектрометрическая идентификация продуктов термического разложения.

#### **Тема 6. Оптические методы диагностики ультрадисперсных суспензий и эмульсий**

Применение метода динамического рассеяния света для определения размеров частиц дисперсной фазы в суспензиях и эмульсиях. Оборудование для определения размеров частиц в дисперсных системах с жидкой дисперсионной средой. Применение спектрофотометрических методов для установления концентрации ультрадисперсных суспензий и эмульсий.

##### *Практические занятия*

ПР06. Физические основы фотоколориметрии (семинар)

##### *Лабораторные работы*

ЛР06. Фотоколориметрическое определение концентрации модифицированных углеродных нанотрубок в водных суспензиях.



ЛР07. Определение размеров агломератов углеродных нанотрубок в водных суспензиях на анализаторе Nicomp 308ZLS.

*Самостоятельная работа:*

СР12. Оптические явления в дисперсных системах и их применение в диагностике размеров и концентрации частиц дисперсной фазы.

### **Тема 7. Методы микроскопии в исследованиях нанобъектов**

Классификация методов микроскопии и их ограничения по параметру разрешающей способности. Понятие об электронной микроскопии. Классификация методов электронной микроскопии. Сканирующая, просвечивающая и атомно-силовая микроскопия. Особенности применения методов электронной микроскопии в анализе нанобъектов и композитов на их основе.

*Практические занятия*

ЛР07. Взаимодействие электронов с твердым телом (семинар)

ЛР08. Электронная микроскопия нанобъектов (семинар)

*Самостоятельная работа:*

СР13. Методы электронно-зондовой диагностики

СР14. Дифракционный анализ в электронной микроскопии

### **Тема 8. Методы анализа поверхности твердых ультрадисперсных материалов**

Способы определения удельной поверхности и пористости твердых материалов. Модели адсорбции, применяемые для установления характеристик поверхности твердых материалов и распределения пор по размерам, ограничения этих моделей. Оборудование, применяемое в этой группе методов диагностики.

*Лабораторные работы*

ЛР08. Анализ удельной поверхности и пористости твердого нанокompозита на приборе Autosorb.

*Самостоятельная работа:*

СР15. Адсорбция газов и жидкостей на поверхности твердого тела.

СР16. Теория объемного заполнения микропор.

СР17. Принципы и применение ртутной порозиметрии.

### **Тема 9. Методы анализа физико-механических свойств порошковых и твердых материалов**

Понятие и физико-механических свойствах. Классификация физико-механических свойств. Методы определения насыпной и истинной плотности твердых материалов, угла естественного откоса. Определение прочностных характеристик композитных материалов. Оборудование, применяемое для определения физико-механических и прочностных характеристик твердых материалов.

*Практические занятия*

ЛР09. Методы определения истинной плотности и физико-механических характеристик порошковых твердых материалов (семинар)

*Лабораторные работы*

ЛР09. Определение прочностных характеристик полимерных и бетонных нанокompозитов

*Самостоятельная работа:*

СР18. Газовая пикнометрия: физические принципы и приборы.

**Курсовое проектирование** не предусмотрено.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. 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>
2. 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>
3. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. - 192 с. Экз. (8)
4. 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. Экз. (5)
5. Павлов А.И. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павлов А.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30016>

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>  
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>  
База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение предмета начинается с самостоятельной работы над основной и дополнительной литературой.

В течение семестра студенты слушают лекции, выполняют лабораторные работы и решают задачи.

В течение времени, отведенного для самостоятельной работы в семестре, студенты должны выполнить курсовую работу.

При изучении дисциплины планируются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- контрольный опрос студентов на лекциях и практических занятиях;
- проверка полноты и качества выполнения заданий на самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем по рекомендованной литературе.

При подготовке к промежуточной аттестации (экзамену) необходимо повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть вопросы, освещенные на семинарах и практических занятиях.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Оборудование: макеты оборудования.	AutoCAD 2015, 2016, 2017, 2018 / программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110001637279
учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Компьютерный класс	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	КОМПАС-3D версия 16 / Лицензия №МЦ-10-00646 бессрочная Договор 44867/VRN3 от 19.12.2013г.
учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Программный комплекс T-FLEX Лицензия №00005221 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компь-	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701

28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
обучающихся (ауд. 333/А)	ютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01.	Место и значение диагностики наноматериалов, систем и композитов на их основе в нанотехнологиях	опрос
ПР02.	Системы качественного химического анализа и их характеристики	опрос
ПР03.	Характеристики качественных реакций	опрос
ЛР01.	Анализ смесей катионов и анионов.	защита
ЛР02.	Энергодисперсионный анализ катализатора CVD-синтеза углеродных наноструктур	защита
ЛР03.	Идентификация функциональных групп на поверхности углеродных нанотрубок методом ИК-спектроскопии	защита
ПР04.	Спектроскопические и титриметрические методы количественного анализа в диагностике наносистем	опрос
ЛР04.	Титрование окисленных углеродных нанотрубок по Бозму	защита
ПР05.	Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая колориметрия в диагностике наноструктур и композитов на их основе	опрос
ЛР05.	ТГ/ДСК-анализ функционализированных углеродных наноструктур и композитов на их основе	защита
ПР06.	Физические основы фотоколориметрии	опрос
ЛР06.	Фотоколориметрическое определение концентрации модифицированных углеродных нанотрубок в водных суспензиях	защита
ЛР07.	Определение размеров агломератов углеродных нанотрубок в водных суспензиях на анализаторе Nicomp 308ZLS	защита
ПР07.	Взаимодействие электронов с твердым телом	опрос
ПР08.	Электронная микроскопия нанообъектов	защита
ЛР08.	Анализ удельной поверхности и пористости твердого нанокompозита на приборе Autosorb	защита
ПР09.	Методы определения истинной плотности и физико-механических характеристик порошковых твердых материалов	опрос
ЛР09.	Определение прочностных характеристик полимерных и бетонных нанокompозитов	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация



Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обоз- начение	Форма отчетности	Очная
ЭК301	Экзамен	3 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает общую характеристику технологических операций пробоподготовки и реализации методов анализа объектов нанотехнологии	ПР01, ПР09, ЛР02, СР03, КР
умеет анализировать и обобщать фактологический материал и делать выводы о тенденциях и закономерностях протекания процессов с участием нанообъектов по данным экспериментальных исследований	ПР07, ПР08, ЛР01, СР01, ЭК32
умеет планировать и организовывать деятельность по контролю и диагностике стадий производства и продукции наноматериалов	ПР06, ЛР03, ЛР04, СР04
имеет навыки постановки и формализации задач диагностики свойств наноматериалов	ПР02, ЛР05, ЛР06, СР02

ИД-1 (УК-3) Имеет опыт в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает стратегические основы планирования эксперимента в области нанотехнологии	ПР01, ПР09, ЛР02, СР03, КР
умеет управлять программируемыми комплексами оборудования на разных этапах контроля производства нанопродуктов	ПР07, ПР08, ЛР01, СР01, ЭК32

ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает типовые методики анализа нанообъектов и наносистем	ПР05, ЛР08, СР05, СР09
умеет принимать и обосновывать организационно-управленческие решения по полученным данным	ПР03, ЛР09, СР06, СР08
владеет технологией организации и оперативного контроля характеристик нанообъектов	ПР04, ЛР07, СР07, ЭК31

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Назовите системы качественного анализа катионов и их групповые реагенты
2. Назовите системы качественного анализа анионов и их групповые реагенты
3. Какова последовательность операций при выполнении качественного анализа катионов и анионов

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Каковы физические принципы работы рентгеновского флуоресцентного спектрометра
2. Как происходит обработка результатов измерения на приборе

3. Каковы особенности качественной идентификации элементов с низкой и высокой атомной массой данным методом
4. Как проводится пробоподготовка в данном методе?
5. Каковы ограничения метода?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Каковы физические принципы работы ИК-Фурье спектрометра
2. Какие требования предъявляются к образцам при данном методе анализа
3. Какие варианты пробоподготовки твердых и жидких образцов используются в ИК-спектроскопии
4. Как происходит идентификация функциональных групп по ИК-спектрам?
5. Как можно адаптировать ИК-спектроскопию для количественного анализа?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Каков типичный вид кривой кислотно-основного титрования?
2. Как осуществляется обратное потенциометрическое титрование?
3. Каким образом определяют содержание карбоксильных, фенольных и лактонных групп на поверхности окисленных углеродных нанотрубок методом кислотно-основного титрования?
4. Как последовательность операций при титриметрическом определении групп кислотного характера на поверхности окисленных УНТ?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. Каким образом осуществляется термогравиметрический анализ объекта при синхронном термическом анализе?
2. Характеристика термогравиметрической кривой.
3. Характеристика кривой дифференциальной сканирующей колориметрии.
4. Условия использования данных синхронного термического анализа для качественной и количественной идентификации состава объекта

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Каким образом проверяется выполнимость закона Ламберта-Бера при фотоколориметрии.
2. Как рассчитывается молярный коэффициент поглощения суспензии?
3. Каким образом можно рассчитать концентрацию частиц в ультрадисперсной суспензии методом фотоколориметрии?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР07

1. Принцип динамического рассеяния света
2. Ограничения применения метода динамического рассеяния света при определении размеров частиц дисперсной фазы в суспензиях и эмульсиях.
3. Вид кривых распределения частиц дисперсной фазы по размеру и их обработка.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР08

1. Принцип определения удельной поверхности.
2. Модель, применяемая для определения удельной поверхности и ее ограничения
3. Последовательность осуществления анализа
4. Модель, применяемая для определения объема и размера пор и ее ограничения.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР09

1. Что такое модуль Юнга? Какова единица его измерения?

2. Какие еще характеристики оценки механической прочности существуют?
3. Каким образом готовят образцы композитов для определения прочностных характеристик полимерных композитов?
4. Как определяют прочностные характеристики бетонных композитов?

#### Задания к опросу ПР01

1. В чем сходство и различие объектов микро- и нанотехнологий?
2. Что такое наноматериалы?
3. Каковы особенности наносостояния вещества?
4. Каковы особенности диагностики свойств веществ в наносостоянии?

#### Задания к опросу ПР02

1. Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), кислотнo-основная, аммиачно-фосфатная. Систематический и дробный ход анализа. Общеаналитические, групповые и специфические реакции и реагенты.
2. Кислотно-основная классификация катионов по аналитическим группам. Систематический анализ катионов по кислотнo-основному методу.
3. Качественный анализ анионов. Классификация анионов по аналитическим группам: по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам. Действия групповых реагентов. Частные реакции анионов. Анализ смеси анионов. Пробы на анионы-окислители и анионы-восстановители. Систематический и дробный анализ анионов.

#### Задания к опросу ПР03

1. Открываемый минимум, предельная концентрация или предельное разбавление и минимальный объем предельно разбавленного раствора.
2. Взаимосвязь этих показателей и их практическое использование в анализе.
3. Методика вычислений показателей чувствительности реакций.

#### Задания к опросу ПР04

1. Энергодисперсионная спектроскопия.
2. ИК-Фурье-спектроскопия
3. РФЭ-спектроскопия.
4. Оже-спектроскопия.
5. Титриметрический анализ в наноматериаловедении.

#### Задания к опросу ПР05

1. Физико-химические основы термического анализа.
2. Возможности и ограничения термического анализа в диагностике свойств нанообъектов.
3. Особенности термогравиметрии при оценке термической стабильности и состава материалов.

#### Задания к опросу ПР06

1. Законы поглощения и рассеяния света и их применимость к дисперсным системам.
2. Понятие об оптической плотности и способы ее определения.
3. Закон Ламберта-Бугера-Бера и расчеты по нему.

Задания к опросу ПР07

1. Классификация процессов взаимодействия электронов с веществом
2. Удельные потери энергии электронами.
3. Упругое рассеяние. Потенциал взаимодействия. Формула Резерфорда.
4. Неупругое рассеяние электронов (импульсное приближение).
5. Сечение ионизации. Плазмоны. Средняя длина свободного пробега электронов. Потери энергии. Пробеги электронов в твердых телах. Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ).

Задания к опросу ПР08

1. Вторичная электронная эмиссия.
2. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.
3. Растровая электронная микроскопия (основные принципы и аналитические возможности).
4. Основные узлы растрового электронного микроскопа.
5. Применение РЭМ для анализа наноструктурированных объектов.

Задания к опросу ПР09

1. Физико-механические характеристики порошковых материалов.
2. Механические характеристики полимерных композитов
3. Способы определения физико-механических и прочностных характеристик.

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Классификация наноразмерных эффектов. Наносостояние вещества. Графическое изображение зависимости фиксируемого свойства от размера наночастиц.
2. Классификация методов диагностики нанообъектов.
3. Химический анализ качественного состава объекта.
4. Качественный химический анализ.
5. Количественный химический анализ.
6. Характеристика реакций, лежащих в основе химического анализа, и требования, предъявляемые к ним.
7. Инструментальные методы качественного химического анализа материалов и нанообъектов.
8. Инструментальные методы количественного химического анализа материалов и нанообъектов.
9. Применение титриметрии для количественной оценки функциональных групп в составе нанообъекта.
10. ИК-спектроскопия в качественном и количественном анализе
11. Рентгеновская флуоресцентная спектроскопия.
12. Спектрофотокolorиметрия в диагностике ультрадисперсных систем.
13. Определение удельной поверхности и пористости твердых наноструктурированных материалов.
14. Термогравиметрический анализ в диагностике наноматериалов и наносистем.
15. Методы оценки размера частиц дисперсной фазы в ультрадисперсных эмульсиях и суспензиях.
16. Методы определения физико-механических характеристик порошковых материалов.
17. Методы определения насыпной и истинной плотности твердых материалов.
18. Методы определения прочностных характеристик нанокомпозитов.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

### 8.2.1. Шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей 8.1.

Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Таблица 8.1 – Шкалы оценивания контрольных мероприятий

Обозначение	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
			min	max
ПР01.	Место и значение диагностики наноматериалов, систем и композитов на их основе в нанотехнологиях	опрос	0	5
ПР02.	Системы качественного химического анализа и их характеристики	опрос	0	5
ПР03.	Характеристики качественных реакций	опрос	0	5
ЛР01.	Анализ смесей катионов и анионов.	защита	0	3
ЛР02.	Энергодисперсионный анализ катализатора CVD-синтеза углеродных наноструктур	защита	0	3
ЛР03.	Идентификация функциональных групп на поверхности углеродных нанотрубок методом ИК-спектроскопии	защита	0	3
ПР04.	Спектроскопические и титриметрические методы количественного анализа в диагностике наносистем	опрос	0	5
ЛР04.	Титрование окисленных углеродных нанотрубок по Бозму	защита	0	3
ПР05.	Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая колориметрия в диагностике наноструктур и композитов на их основе	опрос	0	5
ЛР05.	ТГ/ДСК-анализ функционализированных углеродных наноструктур и композитов на их основе	защита	0	3
ПР06.	Физические основы фотоколориметрии	опрос	0	5
ЛР06.	Фотоколориметрическое определение концентрации модифицированных углеродных нанотрубок в водных суспензиях	защита	0	3
ЛР07.	Определение размеров агломератов углеродных нанотрубок в водных	защита	0	3

Обоз-	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
	суспензиях на анализаторе Nicomp 308ZLS			
ПР07.	Взаимодействие электронов с твердым телом	опрос	0	5
ПР08.	Электронная микроскопия нанообъектов	защита	0	3
ЛР08.	Анализ удельной поверхности и пористости твердого нанокompозита на приборе Autosorb	защита	0	3
ПР09.	Методы определения истинной плотности и физико-механических характеристик порошковых твердых материалов	опрос	0	5
ЛР09.	Определение прочностных характеристик полимерных и бетонных нанокompозитов	защита	0	3
Экз01	Экзамен	экзамен	15	40

### 8.2.2. Критерии оценивания

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии.

Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.2), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

Таблица 8.2 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Контрольная работа	правильно выполнено не менее 50% заданий
Подготовка и защита презентаций	тема презентации раскрыта, материал представлен студентом хорошо
Доклад	сделан информативный краткий доклад, сопровождаемый визуализацией материала; соблюдены требования к объему и оформлению доклада
Опрос	полные ответы на не менее чем 50 % вопросов
Реферат	тема реферата раскрыта; использованы рекомендуемые источники; соблюдены требования к объему и оформлению реферата

Экзамен (Экз01). Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами,

вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.01.02 Методы исследования нанообъектов и***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***нанотехнологических процессов***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

***д.х.н., профессор***

степень, должность

подпись

***Т.П. Дьячкова***

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

подпись

***А.Г. Ткачев***

инициалы, фамилия

Тамбов 2024

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</b>	
ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования	знает общую характеристику технологических операций пробоподготовки и реализации методов анализа объектов нанотехнологии
	умеет анализировать и обобщать фактологический материал и делать выводы о тенденциях и закономерностях протекания процессов с участием нанообъектов по данным экспериментальных исследований
	умеет планировать и организовывать деятельность по контролю и диагностике стадий производства и продукции наноматериалов
	имеет навыки постановки и формализации задач диагностики свойств наноматериалов
<b>УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</b>	
ИД-1 (УК-3) Имеет опыт в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	знает стратегические основы планирования эксперимента в области нанотехнологии
	умеет управлять программируемыми комплексами оборудования на разных этапах контроля производства нанопроductов
<b>ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	знает типовые методики анализа нанообъектов и наносистем
	умеет принимать и обосновывать организационно-управленческие решения по полученным данным
	владеет технологией организации и оперативного контроля характеристик нанообъектов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	3 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	32
практические занятия	16
курсовое проектирование	-
консультации	2
промежуточная аттестация	2
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>76</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Тема 1. Предмет, основные понятия и задачи дисциплины**

Определение. Основные понятия теории измерений. Актуальные проблемы современной нанотехнологии. Физические величины. Количественное представление физических величин. Принципы измерений. Фундаментальные ограничения на точность измерений. Ограничения со стороны используемого материала. Приборные, схемные и системные ограничения. Основные понятия теории измерений. Определение. Объекты измерений Классификация измерений. Типы измерений.

##### *Практические занятия*

ПР01. Место и значение диагностики наноматериалов, систем и композитов на их основе в нанотехнологиях (семинар)

##### *Самостоятельная работа:*

СР01. Теория измерений

СР02. Объекты и типы измерений

#### **Тема 2. Методы химического анализа материалов и наноматериалов**

Общие представления о методах химического анализа. Качественный и количественный анализ. Классификация методов химического анализа. Характеристика методов химического анализа: точность, селективность, чувствительность, открываемый минимум, минимальный объем, предельное разбавление. Особенности применения методов химического анализа к нанообъектам и материалам на их основе.

##### *Практические занятия*

ПР02. Системы качественного химического анализа и их характеристики (семинар)

ПР03. Характеристики качественных реакций (решение задач)

##### *Самостоятельная работа:*

СР03. Классификация реактивов, используемых в химическом анализе.

СР04. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции.

#### **Тема 3. Методы качественной идентификации химического состава материалов и наноматериалов**

Химические методы качественного анализа. Системы качественного анализа. Возможность применения химических методов качественного анализа для нанообъектов. Инструментальные методы качественного анализа. Способы элементного анализа макроматериалов и нанообъектов. Методы качественной идентификации функциональных групп.

##### *Лабораторные работы*

ЛР01. Анализ смесей катионов и анионов.

ЛР02. Энергодисперсионный анализ катализатора CVD-синтеза углеродных наноструктур.

ЛР03. Идентификация функциональных групп на поверхности углеродных нанотрубок методом ИК-спектроскопии.

##### *Самостоятельная работа:*

СР05. Общеаналитические, групповые и специфические реакции и реагенты.

СР06. Рентгеновская флуоресцентная спектроскопия.

СР07. ИК-Фурье-спектроскопия.

#### **Тема 4. Количественный анализ химического состава макро- и нанообъектов**

Применение спектроскопических методов для количественной оценки химического состава объектов различной природы. Титриметрическое определение количественного состава функциональных групп в составе нанообъектов. Электрохимические методы анализа: кондуктометрия и потенциометрия в диагностике наноматериалов.

##### *Практические занятия*

ПР04. Спектроскопические и титриметрические методы количественного анализа в диагностике наносистем (семинар)

##### *Лабораторные работы*

ЛР04. Титрование окисленных углеродных нанотрубок по Боэму.

##### *Самостоятельная работа:*

СР08. Статистическая обработка результатов количественного анализа.

СР09. Виды титриметрического анализа.

#### **Тема 5. Термический анализ нанообъектов**

Физические основы термического анализа. Функциональные возможности термического анализа и его разновидности. Термогравиметрический анализ и дифференциальная сканирующая колориметрия. Способы анализа продуктов термического разложения материалов при данном виде анализа. Приборы и оборудование для термического анализа. Особенности термического анализа нанообъектов.

##### *Практические занятия*

ПР05. Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая колориметрия в диагностике наноструктур и композитов на их основе (семинар)

##### *Лабораторные работы*

ЛР05. ТГ/ДСК-анализ функционализированных углеродных наноструктур и композитов на их основе.

##### *Самостоятельная работа:*

СР10. Этапы гравиметрического анализа. Осаждаемая и весовая формы.

СР11. Масс-спектрометрическая идентификация продуктов термического разложения.

#### **Тема 6. Оптические методы диагностики ультрадисперсных суспензий и эмульсий**

Применение метода динамического рассеяния света для определения размеров частиц дисперсной фазы в суспензиях и эмульсиях. Оборудование для определения размеров частиц в дисперсных системах с жидкой дисперсионной средой. Применение спектрофотометрических методов для установления концентрации ультрадисперсных суспензий и эмульсий.

##### *Практические занятия*

ПР06. Физические основы фотоколориметрии (семинар)

##### *Лабораторные работы*

ЛР06. Фотоколориметрическое определение концентрации модифицированных углеродных нанотрубок в водных суспензиях.

ЛР07. Определение размеров агломератов углеродных нанотрубок в водных суспензиях на анализаторе Nicomp 308ZLS.

*Самостоятельная работа:*

СР12. Оптические явления в дисперсных системах и их применение в диагностике размеров и концентрации частиц дисперсной фазы.

### **Тема 7. Методы микроскопии в исследованиях нанобъектов**

Классификация методов микроскопии и их ограничения по параметру разрешающей способности. Понятие об электронной микроскопии. Классификация методов электронной микроскопии. Сканирующая, просвечивающая и атомно-силовая микроскопия. Особенности применения методов электронной микроскопии в анализе нанобъектов и композитов на их основе.

*Практические занятия*

ЛР07. Взаимодействие электронов с твердым телом (семинар)

ЛР08. Электронная микроскопия нанобъектов (семинар)

*Самостоятельная работа:*

СР13. Методы электронно-зондовой диагностики

СР14. Дифракционный анализ в электронной микроскопии

### **Тема 8. Методы анализа поверхности твердых ультрадисперсных материалов**

Способы определения удельной поверхности и пористости твердых материалов. Модели адсорбции, применяемые для установления характеристик поверхности твердых материалов и распределения пор по размерам, ограничения этих моделей. Оборудование, применяемое в этой группе методов диагностики.

*Лабораторные работы*

ЛР08. Анализ удельной поверхности и пористости твердого нанокompозита на приборе Autosorb.

*Самостоятельная работа:*

СР15. Адсорбция газов и жидкостей на поверхности твердого тела.

СР16. Теория объемного заполнения микропор.

СР17. Принципы и применение ртутной порозиметрии.

### **Тема 9. Методы анализа физико-механических свойств порошковых и твердых материалов**

Понятие и физико-механических свойствах. Классификация физико-механических свойств. Методы определения насыпной и истинной плотности твердых материалов, угла естественного откоса. Определение прочностных характеристик композитных материалов. Оборудование, применяемое для определения физико-механических и прочностных характеристик твердых материалов.

*Практические занятия*

ЛР09. Методы определения истинной плотности и физико-механических характеристик порошковых твердых материалов (семинар)

*Лабораторные работы*

ЛР09. Определение прочностных характеристик полимерных и бетонных нанокон-  
позитов

*Самостоятельная работа:*

СР18. Газовая пикнометрия: физические принципы и приборы.

**Курсовое проектирование** не предусмотрено.



#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. 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>
2. 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>
3. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М.: Академия, 2005. - 192 с. Экз. (8)
4. 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. Экз. (5)
5. Павлов А.И. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павлов А.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30016>

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>  
Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>  
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>  
База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение предмета начинается с самостоятельной работы над основной и дополнительной литературой.

В течение семестра студенты слушают лекции, выполняют лабораторные работы и решают задачи.

В течение времени, отведенного для самостоятельной работы в семестре, студенты должны выполнить курсовую работу.

При изучении дисциплины планируются следующие формы контроля текущей успеваемости студентов:

- периодическая проверка конспектов лекций;
- контрольный опрос студентов на лекциях и практических занятиях;
- проверка полноты и качества выполнения заданий на самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем по рекомендованной литературе.

При подготовке к промежуточной аттестации (экзамену) необходимо повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть вопросы, освещенные на семинарах и практических занятиях.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Оборудование: макеты оборудования.	AutoCAD 2015, 2016, 2017, 2018 / программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110001637279
учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Компьютерный класс	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	КОМПАС-3D версия 16 / Лицензия №МЦ-10-00646 бессрочная Договор 44867/VRN3 от 19.12.2013г.
учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Программный комплекс T-FLEX Лицензия №00005221 бессрочная гос. контракт №53-В/ТС-2009/35-03/105 от 10.06.2009г.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компь-	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701

28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
обучающихся (ауд. 333/А)	ютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01.	Место и значение диагностики наноматериалов, систем и композитов на их основе в нанотехнологиях	опрос
ПР02.	Системы качественного химического анализа и их характеристики	опрос
ПР03.	Характеристики качественных реакций	опрос
ЛР01.	Анализ смесей катионов и анионов.	защита
ЛР02.	Энергодисперсионный анализ катализатора CVD-синтеза углеродных наноструктур	защита
ЛР03.	Идентификация функциональных групп на поверхности углеродных нанотрубок методом ИК-спектроскопии	защита
ПР04.	Спектроскопические и титриметрические методы количественного анализа в диагностике наносистем	опрос
ЛР04.	Титрование окисленных углеродных нанотрубок по Бозму	защита
ПР05.	Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая колориметрия в диагностике наноструктур и композитов на их основе	опрос
ЛР05.	ТГ/ДСК-анализ функционализированных углеродных наноструктур и композитов на их основе	защита
ПР06.	Физические основы фотоколориметрии	опрос
ЛР06.	Фотоколориметрическое определение концентрации модифицированных углеродных нанотрубок в водных суспензиях	защита
ЛР07.	Определение размеров агломератов углеродных нанотрубок в водных суспензиях на анализаторе Nicomp 308ZLS	защита
ПР07.	Взаимодействие электронов с твердым телом	опрос
ПР08.	Электронная микроскопия нанообъектов	защита
ЛР08.	Анализ удельной поверхности и пористости твердого нанокompозита на приборе Autosorb	защита
ПР09.	Методы определения истинной плотности и физико-механических характеристик порошковых твердых материалов	опрос
ЛР09.	Определение прочностных характеристик полимерных и бетонных нанокompозитов	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обоз- начение	Форма отчетности	Очная
ЭК301	Экзамен	3 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает общую характеристику технологических операций пробоподготовки и реализации методов анализа объектов нанотехнологии	ПР01, ПР09, ЛР02, СР03, КР
умеет анализировать и обобщать фактологический материал и делать выводы о тенденциях и закономерностях протекания процессов с участием нанообъектов по данным экспериментальных исследований	ПР07, ПР08, ЛР01, СР01, ЭК32
умеет планировать и организовывать деятельность по контролю и диагностике стадий производства и продукции наноматериалов	ПР06, ЛР03, ЛР04, СР04
имеет навыки постановки и формализации задач диагностики свойств наноматериалов	ПР02, ЛР05, ЛР06, СР02

ИД-1 (УК-3) Имеет опыт в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает стратегические основы планирования эксперимента в области нанотехнологии	ПР01, ПР09, ЛР02, СР03, КР
умеет управлять программируемыми комплексами оборудования на разных этапах контроля производства нанопродуктов	ПР07, ПР08, ЛР01, СР01, ЭК32

ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знает типовые методики анализа нанообъектов и наносистем	ПР05, ЛР08, СР05, СР09
умеет принимать и обосновывать организационно-управленческие решения по полученным данным	ПР03, ЛР09, СР06, СР08
владеет технологией организации и оперативного контроля характеристик нанообъектов	ПР04, ЛР07, СР07, ЭК31

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Назовите системы качественного анализа катионов и их групповые реагенты
2. Назовите системы качественного анализа анионов и их групповые реагенты
3. Какова последовательность операций при выполнении качественного анализа катионов и анионов

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Каковы физические принципы работы рентгеновского флуоресцентного спектрометра
2. Как происходит обработка результатов измерения на приборе



3. Каковы особенности качественной идентификации элементов с низкой и высокой атомной массой данным методом
4. Как проводится пробоподготовка в данном методе?
5. Каковы ограничения метода?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Каковы физические принципы работы ИК-Фурье спектрометра
2. Какие требования предъявляются к образцам при данном методе анализа
3. Какие варианты пробоподготовки твердых и жидких образцов используются в ИК-спектроскопии
4. Как происходит идентификация функциональных групп по ИК-спектрам?
5. Как можно адаптировать ИК-спектроскопию для количественного анализа?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Каков типичный вид кривой кислотно-основного титрования?
2. Как осуществляется обратное потенциометрическое титрование?
3. Каким образом определяют содержание карбоксильных, фенольных и лактонных групп на поверхности окисленных углеродных нанотрубок методом кислотно-основного титрования?
4. Как последовательность операций при титриметрическом определении групп кислотного характера на поверхности окисленных УНТ?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. Каким образом осуществляется термогравиметрический анализ объекта при синхронном термическом анализе?
2. Характеристика термогравиметрической кривой.
3. Характеристика кривой дифференциальной сканирующей колориметрии.
4. Условия использования данных синхронного термического анализа для качественной и количественной идентификации состава объекта

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Каким образом проверяется выполнимость закона Ламберта-Бера при фотоколориметрии.
2. Как рассчитывается молярный коэффициент поглощения суспензии?
3. Каким образом можно рассчитать концентрацию частиц в ультрадисперсной суспензии методом фотоколориметрии?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР07

1. Принцип динамического рассеяния света
2. Ограничения применения метода динамического рассеяния света при определении размеров частиц дисперсной фазы в суспензиях и эмульсиях.
3. Вид кривых распределения частиц дисперсной фазы по размеру и их обработка.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР08

1. Принцип определения удельной поверхности.
2. Модель, применяемая для определения удельной поверхности и ее ограничения
3. Последовательность осуществления анализа
4. Модель, применяемая для определения объема и размера пор и ее ограничения.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР09

1. Что такое модуль Юнга? Какова единица его измерения?

2. Какие еще характеристики оценки механической прочности существуют?
3. Каким образом готовят образцы композитов для определения прочностных характеристик полимерных композитов?
4. Как определяют прочностные характеристики бетонных композитов?

#### Задания к опросу ПР01

1. В чем сходство и различие объектов микро- и нанотехнологий?
2. Что такое наноматериалы?
3. Каковы особенности наносостояния вещества?
4. Каковы особенности диагностики свойств веществ в наносостоянии?

#### Задания к опросу ПР02

1. Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), кислотнo-основная, аммиачно-фосфатная. Систематический и дробный ход анализа. Общеаналитические, групповые и специфические реакции и реагенты.
2. Кислотно-основная классификация катионов по аналитическим группам. Систематический анализ катионов по кислотнo-основному методу.
3. Качественный анализ анионов. Классификация анионов по аналитическим группам: по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам. Действия групповых реагентов. Частные реакции анионов. Анализ смеси анионов. Пробы на анионы-окислители и анионы-восстановители. Систематический и дробный анализ анионов.

#### Задания к опросу ПР03

1. Открываемый минимум, предельная концентрация или предельное разбавление и минимальный объем предельно разбавленного раствора.
2. Взаимосвязь этих показателей и их практическое использование в анализе.
3. Методика вычислений показателей чувствительности реакций.

#### Задания к опросу ПР04

1. Энергодисперсионная спектроскопия.
2. ИК-Фурье-спектроскопия
3. РФЭ-спектроскопия.
4. Оже-спектроскопия.
5. Титриметрический анализ в наноматериаловедении.

#### Задания к опросу ПР05

1. Физико-химические основы термического анализа.
2. Возможности и ограничения термического анализа в диагностике свойств нанообъектов.
3. Особенности термогравиметрии при оценке термической стабильности и состава материалов.

#### Задания к опросу ПР06

1. Законы поглощения и рассеяния света и их применимость к дисперсным системам.
2. Понятие об оптической плотности и способы ее определения.
3. Закон Ламберта-Бугера-Бера и расчеты по нему.

Задания к опросу ПР07

1. Классификация процессов взаимодействия электронов с веществом
2. Удельные потери энергии электронами.
3. Упругое рассеяние. Потенциал взаимодействия. Формула Резерфорда.
4. Неупругое рассеяние электронов (импульсное приближение).
5. Сечение ионизации. Плазмоны. Средняя длина свободного пробега электронов. Потери энергии. Пробеги электронов в твердых телах. Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ).

Задания к опросу ПР08

1. Вторичная электронная эмиссия.
2. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.
3. Растровая электронная микроскопия (основные принципы и аналитические возможности).
4. Основные узлы растрового электронного микроскопа.
5. Применение РЭМ для анализа наноструктурированных объектов.

Задания к опросу ПР09

1. Физико-механические характеристики порошковых материалов.
2. Механические характеристики полимерных композитов
3. Способы определения физико-механических и прочностных характеристик.

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Классификация наноразмерных эффектов. Наносостояние вещества. Графическое изображение зависимости фиксируемого свойства от размера наночастиц.
2. Классификация методов диагностики нанообъектов.
3. Химический анализ качественного состава объекта.
4. Качественный химический анализ.
5. Количественный химический анализ.
6. Характеристика реакций, лежащих в основе химического анализа, и требования, предъявляемые к ним.
7. Инструментальные методы качественного химического анализа материалов и нанообъектов.
8. Инструментальные методы количественного химического анализа материалов и нанообъектов.
9. Применение титриметрии для количественной оценки функциональных групп в составе нанообъекта.
10. ИК-спектроскопия в качественном и количественном анализе
11. Рентгеновская флуоресцентная спектроскопия.
12. Спектрофотокolorиметрия в диагностике ультрадисперсных систем.
13. Определение удельной поверхности и пористости твердых наноструктурированных материалов.
14. Термогравиметрический анализ в диагностике наноматериалов и наносистем.
15. Методы оценки размера частиц дисперсной фазы в ультрадисперсных эмульсиях и суспензиях.
16. Методы определения физико-механических характеристик порошковых материалов.
17. Методы определения насыпной и истинной плотности твердых материалов.
18. Методы определения прочностных характеристик нанокомпозитов.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

### 8.2.1. Шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей 8.1.

Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Таблица 8.1 – Шкалы оценивания контрольных мероприятий

Обозначение	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
			min	max
ПР01.	Место и значение диагностики наноматериалов, систем и композитов на их основе в нанотехнологиях	опрос	0	5
ПР02.	Системы качественного химического анализа и их характеристики	опрос	0	5
ПР03.	Характеристики качественных реакций	опрос	0	5
ЛР01.	Анализ смесей катионов и анионов.	защита	0	3
ЛР02.	Энергодисперсионный анализ катализатора CVD-синтеза углеродных наноструктур	защита	0	3
ЛР03.	Идентификация функциональных групп на поверхности углеродных нанотрубок методом ИК-спектроскопии	защита	0	3
ПР04.	Спектроскопические и титриметрические методы количественного анализа в диагностике наносистем	опрос	0	5
ЛР04.	Титрование окисленных углеродных нанотрубок по Бозму	защита	0	3
ПР05.	Термогравиметрия и дифференциальная сканирующая колориметрия в диагностике наноструктур и композитов на их основе	опрос	0	5
ЛР05.	ТГ/ДСК-анализ функционализированных углеродных наноструктур и композитов на их основе	защита	0	3
ПР06.	Физические основы фотоколориметрии	опрос	0	5
ЛР06.	Фотоколориметрическое определение концентрации модифицированных углеродных нанотрубок в водных суспензиях	защита	0	3
ЛР07.	Определение размеров агломератов углеродных нанотрубок в водных	защита	0	3

Обоз-	Наименование	Форма контроля	Количество баллов	
	суспензиях на анализаторе Nicomp 308ZLS			
ПР07.	Взаимодействие электронов с твердым телом	опрос	0	5
ПР08.	Электронная микроскопия нанообъектов	защита	0	3
ЛР08.	Анализ удельной поверхности и пористости твердого нанокompозита на приборе Autosorb	защита	0	3
ПР09.	Методы определения истинной плотности и физико-механических характеристик порошковых твердых материалов	опрос	0	5
ЛР09.	Определение прочностных характеристик полимерных и бетонных нанокompозитов	защита	0	3
Экз01	Экзамен	экзамен	15	40

### 8.2.2. Критерии оценивания

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии.

Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.2), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

Таблица 8.2 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Контрольная работа	правильно выполнено не менее 50% заданий
Подготовка и защита презентаций	тема презентации раскрыта, материал представлен студентом хорошо
Доклад	сделан информативный краткий доклад, сопровождаемый визуализацией материала; соблюдены требования к объему и оформлению доклада
Опрос	полные ответы на не менее чем 50 % вопросов
Реферат	тема реферата раскрыта; использованы рекомендуемые источники; соблюдены требования к объему и оформлению реферата

Экзамен (Экз01). Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами,

вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.02.01 Технические системы в нанотехнологии***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: \_\_\_\_\_ ***очная*** \_\_\_\_\_

Кафедра: \_\_\_\_\_ ***Техника и технологии производства нанопродуктов*** \_\_\_\_\_

(наименование кафедры)

Составитель:

\_\_\_\_\_ ***д.т.н., профессор*** \_\_\_\_\_

степень, должность

\_\_\_\_\_ ***подпись*** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***Е.Н. Туголуков*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ ***подпись*** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ***А.Г. Ткачев*** \_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Тамбов 2024

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-2 (ПК-1) Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления	<i>знание конструктивных особенностей основного оборудования для процессов получения изделий на базе наноструктурных материалов</i>
	<i>умение планировать подготовку и выполнение экспериментальных исследований в области нанотехнологий</i>
	<i>владение навыками сбора информации, необходимой для проведения теоретических исследований в области нанотехнологий</i>

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.



## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	3 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>49</b>
занятия лекционного типа	
лабораторные занятия	32
практические занятия	16
курсовое проектирование	
консультации	
промежуточная аттестация	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>95</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Раздел 1. Процессы синтеза углеродных наноматериалов.**

##### **Тема 1. Обзор процессов синтеза углеродных наноматериалов.**

Лабораторные и промышленные методы синтеза углеродных наноматериалов.

##### **Тема 2. Оборудование синтеза углеродных наноматериалов.**

Типы оборудования. Достоинства и недостатки. Масштабируемость процессов.

##### **Тема 3. Морфология углеродных наноматериалов.**

Наногуглеродные волокна и трубки, графеновые материалы.

##### **Самостоятельная работа.**

СР01. Методы синтеза углеродных наноматериалов.

СР02. Виды оборудования синтеза углеродных наноматериалов.

СР03. Виды углеродных наноматериалов.

#### **Раздел 2. Процесс газофазного осаждения углерода при каталитическом пиролизе углеродсодержащих газов.**

##### **Тема 1. Химизм процесса.**

Основные химические реакции пиролиза углеродсодержащего сырья.

##### **Тема 2. Виды углеродсодержащего сырья.**

Газовое и жидкое углеродсодержащее сырье.

##### **Тема 3. Взаимосвязанный тепло-массоперенос.**

Основные кинетические характеристики процессов тепло-массопереноса.

##### **Тема 4. Гидродинамика газовой фазы.**

Траектории газовых потоков в реакторах синтеза углеродных наноматериалов.

##### **Тема 5. Лимитирующие факторы.**

Лимитирующие факторы процессов тепло-массопереноса.

##### **Тема 6. Структура и свойства катализаторов.**

Методы получения катализаторов.

##### **Практические работы.**

ПР01. Химизм процесса синтеза углеродных наноматериалов.

ПР02. Взаимосвязанный тепло-массоперенос при синтезе углеродных наноматериалов.

ПР03. Тепловой и материальный баланс реактора синтеза углеродных наноматериалов.

##### **Самостоятельная работа.**

СР04. Пиролиз углеродсодержащего сырья.

СР05. Виды углеродсодержащего сырья.

СР06. Процессы тепло-массопереноса при синтезе углеродных наноматериалов.

СР07. Гидродинамика газовых потоков в реакторах синтеза углеродных наноматериалов.

СР08. Лимитирующие факторы процессов тепло-массопереноса при синтезе углеродных наноматериалов.

СР09. Катализаторы для процессов синтеза углеродных наноматериалов.

#### **Раздел 3. Физико-механические, теплофизические и химические характеристики наногуглеродных материалов.**

##### **Тема 1. Физико-механические характеристики углеродных наноматериалов.**

Удельная поверхность и прочностные характеристики.

##### **Тема 2. Теплофизические характеристики углеродных наноматериалов.**

Теплопроводность углеродных наноматериалов.

**Тема 3. Химические характеристики углеродных наноматериалов.**

Виды химических взаимодействий углеродных наноматериалов.

**Тема 4. Функционализация углеродных наноматериалов.**

Способы модифицирования и функционализации углеродных наноматериалов.

**Лабораторные работы.**

ЛР01. Измерения удельной поверхности и распределения микро- и нанопор.

ЛР02. Определения термической стабильности углеродных нанотрубок

**Самостоятельная работа.**

СР10. Физико-механические характеристики углеродных наноматериалов.

СР11. Теплофизические характеристики углеродных наноматериалов.

СР12. Химические характеристики углеродных наноматериалов.

СР13. Способы функционализации углеродных наноматериалов.

**Раздел 4. Технологии внесения и распределения углеродных наноматериалов в композитных матрицах.**

**Тема 1. Методы диспергирования углеродных наноматериалов.**

Механическое, химическое и ультразвуковое воздействие.

**Тема 2. Распределение углеродных наноматериалов в жидких средах.**

Использование ПАВ и ультразвуковое воздействие.

**Тема 3. Распределение углеродных наноматериалов в вязких средах.**

Методы механического перемешивания вязких сред.

**Тема 4. Влияние механического и ультразвукового воздействий.**

Энергетические сравнения методов диспергирования.

**Тема 5. Методы диагностики качества объемного распределения углеродных наноматериалов.**

Электронная микроскопия и спектральный анализ.

**Лабораторные работы.**

ЛР03. Распределение углеродных нанотрубок в жидких средах.

ЛР04. Изучение сравнительной эффективности методов механоактивации углеродных наноматериалов.

**Самостоятельная работа.**

СР14. Механическое, химическое и ультразвуковое диспергирование углеродных наноматериалов.

СР15. Распределение углеродных наноматериалов в жидких средах.

СР16. Распределение углеродных наноматериалов в вязких средах.

СР17. Энергетические аспекты методов диспергирования.

СР18. Методы диагностики качества объемного распределения углеродных наноматериалов.

**Раздел 5. Наномодификация композитных материалов.**

**Тема 1. Наномодифицированные бетоны.**

Прочность и морозостойкость модифицированных бетонов.

**Тема 2. Наномодифицированные полимеры.**

Обеспечение электропроводности полимеров.

**Тема 3. Управление качественными характеристиками наномодифицированных материалов.**

Сертификация наномодифицированных материалов.

**Самостоятельная работа.**

СР19. Наномодифицирование бетонов.

СР20. Наномодифицирование полимерных материалов.

СР21. Сертификация наномодифицированных материалов.

**Раздел 6. Наномодифицирование технических материалов.**

**Тема 1. Наномодифицирование защитных и декоративных покрытий.**

Радиопоглощающие и гальванические покрытия.

**Тема 2. Наномодифицирование фильтрующих материалов.**

Фильтры для газов и жидкостей.

**Тема 3. Наномодифицирование резинотехнических изделий.**

Автомобильные и авиационные покрышки.

**Тема 4. Наномодифицирование смазочных материалов.**

Моторные масла, консистентные смазки.

**Практическая работа.**

ПР04. Оценка экономического эффекта наномодифицирования материалов.

**Самостоятельная работа.**

СР22. Наномодифицированные защитные и декоративные покрытия.

СР23. Наномодифицированные фильтрующие материалы.

СР24. Наномодифицированные резинотехнические изделия.

СР25. Наномодифицированные смазочные материалы.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Марголин, В.И. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4310>. — Загл. с экрана.
2. Мищенко, С.В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение [Электронный ресурс] / С. В. Мищенко, А. Г. Ткачев. - М.: Машиностроение, 2008. - 320 с.: ил. – Режим доступа к книге: [http://tstu.ru/book/elib/pdf/2008/mich\\_tkach-a.pdf](http://tstu.ru/book/elib/pdf/2008/mich_tkach-a.pdf)
3. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: учебное пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагу-ля. - М.: Академия, 2005. - 192 с.
4. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века / П. Харрис; пер. с англ. под ред. Л. А. Чернозатонского. - М.: Техносфера, 2003. - 336 с.
5. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2035>. — Загл. с экрана.
6. Головин, Ю.И. Введение в нанотехнику [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/802>. — Загл. с экрана.
7. Раков, Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: учебное пособие / Э. Г. Раков. - М.: Университетская книга, 2006. - 376 с.
8. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2012. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5793>. — Загл. с экрана.

##### 4.2. Периодическая литература

1. Российские нанотехнологии: электронный журнал, [www.nanorfu.ru/](http://www.nanorfu.ru/) Издается с 2006 года. – 6 раз в год.
2. Нанотехника: журнал / Издается с 2004 г. – 4 раза в год.
3. Нанотехнологии. Экология. Производство: научно-производственный журнал [www.nanoprom.net](http://www.nanoprom.net) Издается с 2009 года. – 6 раз в год.
4. Наноиндустрия: журнал, [www.nanoidustry.ru](http://www.nanoidustry.ru) / Издается с 2007 года. – 8 раз в год.

##### 4.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание Вами системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием Вашей успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

### Подготовка к лекциям.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от Вас требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это Вами. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая

серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

#### **Подготовка к практическим занятиям.**

Подготовку к каждому практическому занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в Вашей способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

#### **Рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого Вы знакомитесь с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравниваете весомость и доказательность аргументов сторон и делаете вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.



Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;  
составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643.
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Maple 14 / Лицензия №744750 бессрочная договор 35-03/175 от 21.12.2010 г.
учебные аудитории для проведения лабораторных работ	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Mathcad 15 / Лицензия №8A1462152 бессрочная. MATLAB R2013b / Лицензия №537913 бессрочная.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ПР01	Химизм процесса синтеза углеродных наноматериалов.	опрос
ПР02	Взаимосвязанный тепло-массоперенос при синтезе углеродных наноматериалов.	опрос
ПР03	Тепловой и материальный баланс реактора синтеза углеродных наноматериалов.	опрос
ПР04	Оценка экономического эффекта наномодифицирования материалов.	опрос
ЛР01	Измерения удельной поверхности и распределения микро- и нанопор	защита
ЛР02	Определения термической стабильности углеродных нанотрубок	защита
ЛР03	Распределение углеродных нанотрубок в жидких средах	защита
ЛР04	Изучение сравнительной эффективности методов механо-активации углеродных наноматериалов	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Зач01	Зачет	3 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-2 (ПК-1). Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
знание конструктивных особенностей основного оборудования для процессов получения изделий на базе наноструктурных материалов	ПР01, ПР02, Зач01
умение планировать подготовку и выполнение экспериментальных исследований в области нанотехнологий	ЛР01, ЛР02, ЛР03
владение навыками сбора информации, необходимой для проведения теоретических исследований в области нанотехнологий	ПР04, ЛР04

#### Задания к опросу ПР01

1. Виды исходного углеродсодержащего сырья для синтеза углеродных наноматериалов.
2. Температурные режимы процессов синтеза углеродных наноматериалов.
3. Виды катализаторов процессов синтеза углеродных наноматериалов.
4. Основные химические реакции в процессе синтеза углеродных наноматериалов.
5. Тепловые эффекты реакций синтеза углеродных наноматериалов.

#### Задания к опросу ПР02

1. Влияние гидродинамических условий на процессы тепло-массопереноса при синтезе углеродных наноматериалов.
2. Влияние температурных условий на процессы тепло-массопереноса при синтезе углеродных наноматериалов
3. Конвективный теплообмен в процессах синтеза углеродных материалов.
4. Лучистый теплообмен в процессах синтеза углеродных материалов.
5. Массоперенос в процессах синтеза углеродных материалов.

#### Задания к опросу ПР03

1. Законы сохранения энергии и вещества.
2. Законы сохранения энергии и вещества в дифференциальной форме.
3. Тепловой баланс реактора синтеза углеродных наноматериалов.
4. Материальный баланс реактора синтеза углеродных наноматериалов.
5. Оценка тепловых потерь реактора синтеза углеродных наноматериалов.

#### Задания к опросу ПР04

1. Оценка удельной стоимости углеродсодержащего сырья.
2. Оценка удельной стоимости катализатора.
3. Оценка удельной стоимости расходного сырья и материалов.
4. Оценка удельных энергозатрат.

5. Оценка капитальных затрат.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Методы измерения удельной поверхности пористых материалов.
2. Приборы для измерения удельной поверхности пористых материалов.
3. Методика подготовки образцов для измерения удельной поверхности микро- и нанопор.
4. Методика измерения удельной поверхности микро- и нанопор.
5. Методика обработки результатов измерений.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Методы измерения термической стабильности углеродных наноматериалов.
2. Дифференциальный термический анализ.
3. Термогравиметрия.
4. Методика оценки термической стабильности углеродных наноматериалов.
5. Методика обработки результатов измерений.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Виды взаимодействия углеродных нанотрубок с жидкостями.
2. Влияние механического перемешивания на распределение углеродных нанотрубок в жидкости.
3. Влияние ультразвукового воздействия на распределение углеродных нанотрубок в жидкости.
4. Влияние поверхностно-активных веществ на распределение углеродных нанотрубок в жидкости.
5. Влияние температурных условий на распределение углеродных нанотрубок в жидкости.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Виды механоактивации углеродных наноматериалов.
2. Виды оборудования для механоактивации углеродных наноматериалов.
3. Оценка удельных энергозатрат на процесс механоактивации углеродных наноматериалов.
4. Влияние времени процесса механоактивации углеродных наноматериалов на качество продукта.
5. Критерии сравнения методов механоактивации углеродных наноматериалов.

Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Классификация процессов синтеза углеродных наноматериалов.
2. Виды оборудования для синтеза углеродных наноматериалов.
3. Классификация углеродных наноматериалов.
4. Газовое и жидкое углеродсодержащее сырье для производства углеродных наноматериалов.
5. Методы получения катализаторов для синтеза углеродных наноматериалов.
6. Физико-механические характеристики углеродных наноматериалов.
7. Теплофизические характеристики углеродных наноматериалов.

8. Химические характеристики углеродных наноматериалов.
9. Способы модифицирования и функционализации углеродных наноматериалов.
10. Методы диспергирования углеродных наноматериалов.
11. Методы распределения углеродных наноматериалов в жидких и вязких средах.
12. Методы диагностики качества объемного распределения углеродных наноматериалов.
13. Наномодифицированные радиопоглощающие и гальванические покрытия.
14. Наномодифицированные фильтры для газов и жидкостей.
15. Наномодифицированные автомобильные и авиационные покрывки.
16. Наномодифицированные моторные масла, консистентные смазки.

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов
Опрос	даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор  
Технологического института

\_\_\_\_\_ Д.Л. Полушкин  
« 15 » \_\_\_\_\_ февраля 20 24 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.02.02 Техническое обслуживание оборудования***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

***по производству наноструктурированных материалов***

Направление

***28.04.02 Наноинженерия***

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

***Наноинженерия в машиностроении***

(наименование профиля образовательной программы)

Формы обучения: ***очная***

Кафедра: ***Техника и технологии производства нанопродуктов***

(наименование кафедры)

Составитель:

***К.Т.Н., ДОЦЕНТ***

степень, должность

подпись

***Т.В. Пасько***

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

подпись

***А.Г. Ткачев***

инициалы, фамилия

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий</b>	
ИД-2 (ПК-1) Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления	Формулирует этапы подготовки к работе оборудования по производству наноструктурированных материалов
	Осуществляет выбор инструментов и оснастки для оборудования по производству наноструктурированных материалов
	Определяет типовые неисправности оборудования по производству наноструктурированных материалов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.



## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	3 семестр
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b>49</b>
занятия лекционного типа	16
лабораторные занятия	32
практические занятия	16
курсовое проектирование	0
консультации	0
промежуточная аттестация	1
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b>95</b>
<b><i>Всего</i></b>	<b>144</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Раздел 1. Введение. Цель и задачи курса, его структура и содержание. Нанотехнологии как область науки и техники.**

Цель и задачи курса, его структура и содержание. Понятие и развитие нанотехнологий. Применение нанотехнологий в различных отраслях

Практические занятия

ПР01. Изучение методов повышения ремонтпригодности изделий машиностроительного производства

Лабораторные работы

ЛР01. Менеджмент технического обслуживания и ремонта. Термины и определения.

#### **Раздел 2. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении**

Сверхпластическая формовка и диффузионная сварка. Сущность методов сверхпластической формовки и диффузионной сварки. Область применения. Наноструктурированный металлорежущий инструмент. Наноабразивный инструмент. Алмазное наноточение. Монолитный твердосплавный инструмент с многослойным мультикомпонентным наноструктурированным покрытием. Восстановление режущих свойств инструмента. Разработка и изготовление специального инструмента.

Сверхточные станки для нанообработки. Станки для токарной нанообработки. Обрабатывающие центры. Шлифовальные станки. Электрохимические и электрофизические станки.

Практические занятия

ПР02. Изучение методов организации и проведения ремонта основных видов оборудования по производству наноструктурированных материалов. Расчет трудоемкости выполнения операций ремонта.

Лабораторные работы

ЛР02. Оборудование по производству наноструктурированных материалов как объект технического обслуживания и ремонта

#### **Раздел 3. Специфика условий работы и основные показатели надежности машин и оборудования при эксплуатации**

Классификация эксплуатационных сред по механизму их взаимодействия с конструкционными материалами, используемыми в оборудовании. Классификация процессов, вызывающих отказы оборудования. Показатели надежности оборудования при эксплуатации. Оценка надежности оборудования при эксплуатации.

Практические занятия

ПР03. Изучение основных правил оформления ремонтных чертежей, маршрутных и операционных технологических карт. Заполнение опытных документов.

Лабораторные работы

ЛР03. Техническое обслуживание оборудования по производству наноструктурированных материалов

#### **Раздел 4. Причины отказов оборудования при эксплуатации**

Классификация причин отказов оборудования, деформация и изломы элементов оборудования. Износ элементов оборудования, коррозионное разрушение элементов оборудования, коррозионно-механическое разрушение элементов оборудования. Сорбционно-механическое разрушение элементов оборудования. Образование на поверхностях оборудования отложений твердых веществ.

##### Практические занятия

ПР04. Изучение методики и выполнение расчета потребного количества запасных частей для программы ремонта или ТО. Изучение нормативной документации по расходу запчастей и материалов. Изучение правил оформления документов для обеспечения запчастями и материалами.

##### Лабораторные работы

ЛР04. Ремонт оборудования по производству наноструктурированных материалов

#### **Раздел 5. Организация технического обслуживания и ремонта оборудования**

Теоретические основы системы планово-предупредительного обслуживания и ремонта. Методика разработки основных показателей системы планово-предупредительного ремонта (ППР). Система ППР технологического оборудования наноиндустрии. Организация ежесменного и сезонного технического обслуживания оборудования, организация периодического технического обслуживания оборудования. Организация технического диагностирования оборудования. Организация текущего ремонта оборудования. Организация капитального ремонта оборудования.

##### Практические занятия

ПР05. Выбор состава технологического оборудования для ремонтно-восстановительного производства на основе технологического процесса изготовления и восстановления деталей оборудования. Расчет общей станкоемкости и трудоемкости операций в ремонтном производстве. Расчет количества основного (технологического) оборудования, коэффициента загрузки.

##### Лабораторные работы

ЛР05. Показатели системы технического обслуживания и ремонта

##### Самостоятельная работа

СР01. Ремонт повреждений целостности и формы аппаратов емкостного типа.

СР02. Ремонт теплообменной аппаратуры.

СР03. Ремонт колонной аппаратуры.

СР04. Ремонт технологических трубопроводов.

#### **Раздел 6. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении**

Внедрение новых нанотехнологических разработок в промышленности. Состояние нанотехнологической отрасли в современном машиностроении. Перспективы внедрения нанотехнологических разработок в производство. Пути развития нанотехнологий в машиностроении. Создание сверхмалых копий существующих макрообъектов. Разработка образцов, не имеющих традиционных аналогов.

##### Практические занятия

ПР06. Изучение факторов, определяющих качество ремонта. Порядок проведения работ по оценке качества отремонтированных изделий. Порядок проведения испытаний:

приемочных, приемо-сдаточных, периодических, типовых, аттестационных. Изучение и составление документов, составленных по результатам испытаний. Определение эффективности технического обслуживания и ремонта.

Лабораторные работы

ЛР06. Материально-техническое обеспечение системы технического обслуживания и ремонта

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

##### 4.1. Учебная литература

1. Ткачев, А.Г. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления [Электронный ресурс]. Учебное пособие./ А.Г. Ткачев, И.Н. Шубин, А.И. Попов. – Тамбов. Издательство ТГТУ, 2010. – 132 с. – Режим доступа к книге: <http://tstu.ru/book/elib/pdf/2010/tkachev-a.pdf>

2. Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Ремпель, А.А. Валеева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015. — 136 с. — 978-5-7996-1401-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68346.html>

3. Болдырев В.В. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий [Электронный ресурс] / В.В. Болдырев, Е.Г. Аввакумов, Е.В. Болдырева. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2009. — 343 с. — 978-5-7692-1063-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15822.htm>

4. Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В.Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.htm>

5. Рудик Ф.Я. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования перерабатывающих предприятий [Электронный ресурс] : учебник / Ф.Я. Рудик, В.Н. Буйлов, Н.В. Юдаев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Гиорд, Ай Пи Эр Медиа, 2008. — 294 с. — 978-5-98879-064-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/744.html>

##### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Электронная библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru>

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ <http://elib.tstu.ru>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины.**

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание Вами системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием Вашей успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

### **Подготовка к лекциям.**

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от Вас требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это Вами. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

### **Подготовка к практическим занятиям.**

Подготовку к каждому практическому занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в Вашей способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

### **Рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого Вы знакомитесь с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравниваете весомость и доказательность аргументов сторон и делаете вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого



курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	
учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Научно-исследовательская лаборатория	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: печь, ротаметры, вакуумный сушильный шкаф, пресс, механическая мешалка, УЗ шкаф и генератор, весы, весы аналитические, дистиллятор, озонатор, морозильная камера, штативы универсальные, шкаф вытяжной	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340 Microsoft Office 2007 Лицензия №49487340
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной орга-	Microsoft Windows XP Лицензия №44964701 Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701

28.04.02 «Наноинженерия»  
«Наноинженерия в машиностроении»

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа
	низации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	

## 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

Обозначение	Наименование	Форма контроля
ЛР01	Менеджмент технического обслуживания и ремонта. Термины и определения	защита
ЛР02	Оборудование по производству наноструктурированных материалов как объект технического обслуживания и ремонта	защита
ЛР03	Техническое обслуживание оборудования по производству наноструктурированных материалов	защита
ЛР04	Ремонт оборудования по производству наноструктурированных материалов	защита
ЛР05	Показатели системы технического обслуживания и ремонта	защита
ЛР06	Материально-техническое обеспечение системы технического обслуживания и ремонта	защита

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

Обозначение	Форма отчетности	Очная
Зач01	Зачет	1 семестр

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

#### **ИД-2 (ПК-1) Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления**

Результаты обучения	Контрольные мероприятия
Формулирует этапы подготовки к работе оборудования по производству наноструктурированных материалов	ЛР01, ЛР02
Осуществляет выбор инструментов и оснастки для оборудования по производству наноструктурированных материалов	ЛР03, ЛР06, Зач01
Определяет типовые неисправности оборудования по производству наноструктурированных материалов	ЛР04, ЛР05, Зач01

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1. Дать определение следующих терминов: техническое обслуживание, ремонт, метод технического обслуживания, метод ремонта, периодичность технического обслуживания, периодичность ремонта, цикл технического обслуживания, ремонтный цикл.
2. Перечислить виды технического обслуживания.
3. Перечислить методы технического обслуживания.
4. Перечислить виды ремонта.
5. Перечислить методы ремонта.
6. Перечислить показатели системы технического обслуживания и ремонта.
7. Привести краткую характеристику основных стратегий технического обслуживания и ремонта.

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Определение потребности изделия в техническом обслуживании и ремонте.
2. Ремонтпригодность. Порядок отработки изделий на ремонтпригодность.
3. Организационные принципы обеспечения ремонтпригодности на стадии проектирования изделий.
4. Организационные принципы обеспечения ремонтпригодности на стадии изготовления изделий.
5. Организационные принципы обеспечения ремонтпригодности на стадии эксплуатации изделий.
6. Что такое гамма-процентный ресурс?
7. Условия проведения на долговечность.
8. Как определяется предельная продолжительность на долговечность?
9. Воздействию каких факторов подвергается изделие при испытании на долговечность?
10. Для каких целей проводятся испытания на долговечность?

#### Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1. Задачи технического обслуживания.
2. Виды технического обслуживания.
3. Методы технического обслуживания.
4. Методики выбора стратегии технического обслуживания.
5. Содержание и планирование работ по техническому обслуживанию.
6. Организация работ по техническому обслуживанию.

7. Техническая диагностика оборудования.

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1. Задачи ремонта.
2. Виды ремонта.
3. Методы ремонта.
4. Стратегия ремонта: ремонт регламентированный, ремонт по техническому состоянию.
5. Организационные формы ремонта.
6. Ремонтные нормативы: периодичность, продолжительность и трудоемкость текущего и капитального ремонта.
7. Планирование ремонтных работ

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР05

1. Показатели технологичности объекта при техническом обслуживании и ремонте.
2. Показатели эксплуатационной технологичности.
3. Особенности организации ТОиР на опасных производственных объектах.
4. Поясните разницу между параметром и диагностическим параметром изделия.
5. Можно ли использовать диагностический признак для определения технического состояния изделия, определения вида технического состояния изделия?
6. Перечислите задачи контроля технического состояния и их отличительные особенности.
7. Чем отличаются контроль работоспособности и контроль функционирования? Можно ли по результатам контроля функционирования утверждать, что изделие работоспособное?
8. Приведите примеры приспособленности изделия к безразборному диагностированию.
9. Укажите отличительные признаки рабочего и тестового диагностирования. Что такое тест?
10. Поясните принципы поиска места отказа заменой составных частей, промежуточными проверками, исключением, укажите их достоинства и недостатки.
11. Дайте определение алгоритма диагностирования. Как организуется элементарная проверка изделия? В какой форме устанавливаются состав, очередность выполнения проверок и правила анализа их результатов?
12. Почему необходимо сочетать методы диагностирования при поиске места отказа?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР06

1. Подготовка производства ремонтных работ.
2. Материально-техническое обеспечение технического обслуживания и ремонта.
3. Определение номенклатуры и количества запасных частей и материалов.
4. Разработка программы выпуска запасных частей.
5. Определение номенклатуры средств технического обслуживания и ремонта.
6. Какие факторы влияют на потребность в запасных частях?
7. Объясните определение номенклатуры и объемов хранения запчастей по частоте спроса.

Тестовые задания к зачету Зач01 (примеры)

1. Комплекс работ по устранению отказов машины с целью восстановления ее работоспособности путем замены отдельных элементов этой машины называется ...
2. К основным причинам, обуславливающим объективную необходимость ремонта машин, относятся:

3. Ремонт, при котором машина (агрегат) не подвергается полной разборке и который не предусматривает восстановления ее (его) полного ресурса, называется...
4. Ремонт, при котором машина (агрегат) подвергается полной разборке и который предусматривает восстановление ее (его) полного ресурса с заменой любых частей, включая базовые, называется ...
5. К основным причинам возникновения отказов, приводящим к нарушению работоспособности машин, относятся: ...
6. К основным причинам возникновения отказов, приводящим к нарушению работоспособности машин, относятся: ...
7. Комплекс работ, выполняемый в определенной последовательности на специальных рабочих местах, который обеспечивает приведение неисправных машин в работоспособное состояние, называется ...
8. Часть производственного процесса, в течение которого происходит изменение состояния ремонтируемого объекта (формы, размера, свойств и т.д.), называется ...
9. Часть операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента, режимов и обрабатываемой поверхности называют ...
10. Технологическая документация на восстановление деталей включает: ...
11. Дефекты, устранение которых технически возможно и экономически целесообразно, называются ...
12. Обнаружение скрытых дефектов деталей неразрушающими методами контроля называется ...
13. При дефектации деталей определенного наименования выявлено, что коэффициенты повторяемости дефектов равны:  $k_1 = 0,2$ ;  $k_2 = 0,8$ ;  $k_3 = 0,6$ . Коэффициент повторяемости деталей, имеющих сочетание первого и второго, равен ...
14. При дефектации деталей определенного наименования выявлено, что коэффициенты повторяемости дефектов равны:  $k_1 = 0,2$ ;  $k_2 = 0,8$ ;  $k_3 = 0,6$ . Коэффициент повторяемости деталей, имеющих только второй дефект, равен ...
15. Метод комплектования, при котором обеспечивается требуемая точность сборки при соединении любых деталей, взятых из партии, называется...
16. При ремонте машины наибольшим ресурсом будет обладать соединение деталей, в котором ...
17. Наиболее предпочтительным методом дефектоскопии при выявлении повреждений в рубашке охлаждения является ...
18. Технологическую точность оборудования оценивают по коэффициенту точности  $K_t$ , который определяется по формуле: ...
19. Внешний брак, обнаруженный за пределами ремонтного предприятия и проявившийся в процессе эксплуатации отремонтированного изделия, называется ...
20. Контроль качества продукции по времени выполнения подразделяется на: ...
21. Единичные показатели качества новой техники, которые не изменяются при эксплуатации и ремонте этой техники: ...
22. Запасные части, материалы, комплектующие изделия, предназначенные для использования при ремонте машин, подвергаются контролю: ...

## 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Лабораторная работа	лабораторная работа выполнена в полном объеме; по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями; на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет (Зач01).

Промежуточная аттестация проводится в форме бланкового тестирования.

Продолжительность тестирования: 60 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если правильно решено не менее 65% тестовых заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если правильно решено менее 65% тестовых заданий.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.