

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 3 от « 19 » января 2021 г.

Зав. кафедрой  /Мулюков Р.Р.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 /Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **Физические основы прочности и пластичности**  
**Б1.В.05 Часть, формируемая участниками образовательных отношений**

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
**28.03.03 Наноматериалы**

Направленность (профиль) подготовки  
**Объемные наноструктурные материалы**

Квалификация  
**Бакалавр**

|  |                |
|--|----------------|
| Разработчик (составитель) к.ф.-м.н., доц | / Ситдиков О.Ш |
|--|----------------|

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: к.ф.-м.н., доц. Ситдииков О.Ш

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от « 19 » января 2021 г. № 3

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры протокол № 7 от « 10 » июня 2021 г.

Заведующий кафедрой



/ Мулюков Р.Р.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы *(с ориентацией на карты компетенций)*
2. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы;
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся;
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий;
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю);
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля);
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля);
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости);
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**ОПК-1** способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

**ОПК-3** способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Табл. 1

| Результаты обучения |  | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------|--|--|------------|
| Знания              | 1. Ориентирование студентов в вопросах и материалах изучаемой дисциплины, в выявлении связи разделов курса между собой и с другими смежными учебными дисциплинами, в обзоре рекомендуемой научной и учебной литературы по курсу                | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2                         |            |
|                     | 2. Выполнение научной работы и инженерной деятельности в области разработки и исследования наноматериалов  | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2                         |            |
|                     | 3. Работы по современным методам и аппаратурой, измерительными приборами, компьютерной техникой и периферийным оборудованием   | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2                         |            |
| Умения              | 1. Базовые знания по физике прочности и пластичности металлических материалов на основе структурного подхода; ознакомить студентов с основными методами определения механических и эксплуатационных свойств материалов.                        | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2                         |            |
|                     | 2. Изучение основ физической теории прочности и пластичности металлических материалов, которая базируется на анализе закономерностей возникновения, движения и взаимодействия дефектов кристаллического строения в поле приложенных напряжений | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2                         |            |
|                     | 3. Формирование представлений о взаимосвязи свойств материала с его микроструктурой и особенностями дислокационного строения   | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2                         |            |
| Владения            | 1. Понимать физические процессы,   |  |            |

|                              |  |                    |  |
|------------------------------|--|--------------------|--|
| (навыки / опыт деятельности) | ответственные за развитие упругой и пластической деформации и обеспечение высокопрочного состояния материалов;<br>- знать основные механизмы пластической деформации, их особенности и характер изменения в зависимости от условий деформирования;   | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2 |  |
|                              | 2. - уметь анализировать результаты механических испытаний различных материалов;<br>- прогнозировать влияние особенностей структуры материала на его механические характеристики;<br>- применять фундаментальные знания по физике прочности и пластичности к решению прикладных задач физики металлов. | ОПК-1, ОПК-3, ПК-2 |  |

## 2. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

В курсе предусмотрены практические занятия, индивидуальные занятия и самостоятельная работа студентов. Задачей курса является ориентирование студентов в вопросах и материалах изучаемой дисциплины, в выявлении связи разделов курса между собой и с другими смежными учебными дисциплинами, в обзоре рекомендуемой научной и учебной литературы по курсу.

Освоение дисциплины «Физические основы прочности и пластичности» подготавливает студента к выполнению научной работы и инженерной деятельности в области разработки и исследования наноматериалов.

На практических занятиях студенты приобретают навыки работы по современным методам и аппаратурой, измерительными приборами, компьютерной техникой и периферийным оборудованием, прорабатывают и закрепляют учебный материал на конкретных практических заданиях.

На индивидуальных занятиях проводятся консультации и контроль работы студентов с литературой по отдельным разделам курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку конспектов лекций, подготовку к лабораторным занятиям и к зачету.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Согласно ОП подготовки бакалавра по направлению 28. 03.03 «Наноматериалы », профиль «Объемные наноструктурные материалы» и рабочему учебному плану (РУП) по дисциплине «Физика прочности и пластичности» отводится:

общий объем часов по дисциплине 72 (всего 2 ЗЕТ);  
 в том числе аудиторные (по учеб) 36;  
 контактных часов 36.

Разбиение общего числа часов по видам учебных занятий с указанием их объемов приведено в таблице 1

Табл. 1

| Виды учебной работы                   | Количество часов по семестрам |               |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------|
|                                       | Общий объем по РУП 72_        | № семестра 7_ |
| Лекции                                | 18                            | 18            |
| Лабораторные занятия                  | 18                            | 18            |
| Самостоятельная работа студентов      | 34                            | 34            |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 2                             | 2             |
| Виды контроля                         | Зачет                         | Зачет         |

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины \_\_\_\_\_ Физика прочности и пластичности \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ семестр  
(наименование дисциплины)

Рабочую программу осуществляют:

Зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ) 2

Учебных часов:

лекций 18 7 семестр

Лекции: доцент кафедры физики и технологии  
наноматериалов к.ф.-м.н., Ситдигов О.Ш.

(должность, уч. степень, ф.и.о.)

лабораторных 18 7 семестр

самостоятельная работа студентов 34 (7 семестр)

КСР 2 (7 семестр)

В том числе контактных часов 36.

Лабораторные и практические занятия: доцент кафедры физики и  
технологии наноматериалов к.ф.-м.н., Ситдигов О.Ш.

(должность, уч. степень, ф.и.о.)

## 7 семестр

Таблица 2

| № п/п                       | Тема и содержание  | Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа) | Кол-во часов аудиторной работы | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам | Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач | Количество часов самостоят. работы | Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-----------------------------|--|--|--------------------------------|---|---|------------------------------------|--|
| 1                           | 2  | 3  | 4                              | 5   | 6   | 7                                  | 8  |
| <b>Модуль 1: проводники</b> |  |  |                                |   |   |                                    |  |
| 1.                          | Базовые определения. Явления упругости и неупругости. Введение в предмет. Базовые определения и характеристики прочности и пластичности. Природа упругости. Закон Гука. Неупругость. Упругое последствие и релаксация напряжений | <b>Лекция</b>  | 4                              | 1<br>2, Введение  | Понятие о многоуровневом моделировании материалов                                 | 6                                  | опрос  |
| 2.                          | Пластическая деформация монокристаллов. Преимущественные системы скольжения в ОЦК, ГЦК и ГП металлических кристаллах. Закон Шмида—Боаса. Критическое напряжение сдвига   | <b>Лекция</b><br>Лаб. работа   | 2<br>4                         | 2, § 1.1-1.6<br>3<br>4, гл.2                                  | Межатомные потенциалы для бинарных сплавов  | 6                                  | Выборочный опрос, контрольная работа   |
| 3.                          | Пластическая деформация как результат движения дислокаций. Движение дислокаций в поле  | Лекция<br>Лаб. работа  | 4<br>4                         | 2, § 2, 3.1-3.9<br>3, гл.<br>4, гл.5                          | Решение уравнения движения молекулярной   | 6                                  | Выборочный опрос, контрольная работа   |



|   |   |                       |        |                                     |                                     |   |                                      |
|---|---|-----------------------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
|   | напряжений. Скорость движения дислокаций. Факторы, определяющие сопротивление движению дислокаций.  |                       |        |                                     | динамике                            |   |                                      |
| 4 | Три стадии деформации монокристалла. Изменение коэффициента деформационного упрочнения и дислокационной структуры. Влияние типа решетки на кривые "напряжение — деформация". Механическое двойникование. Факторы, влияющие на вид кривых и преимущественные системы скольжения.   | Лекция<br>Лаб. работа | 2<br>4 | 2, § 4.1-4.7<br>3, гл. 3<br>4, гл.5 | Атомные напряжения и их расчет в МД | 6 | Выборочный опрос, контрольная работа |
| 5 | Пластическая деформация поликристаллов. Зарождение и развитие пластической деформации в поликристаллах. Передача скольжения от зерна к зерну. Формирование и распространения полос Людерса — Чернова. Неоднородность и совместность пластической деформации кристаллов. Изменение формы зерен и кристаллографической ориентировки при деформации. Соотношение Холла-Петча. Субструктурное упрочнение. | Лекция                | 2      | 2, § 5.1-5.3<br>3, гл. 3<br>4, гл.5 |                                     | 4 | опрос                                |

|   |   |                       |                        |              |   |           |  |
|---|---|-----------------------|------------------------|--------------|---|-----------|--|
| 6 | Влияние температуры и скорости деформирования на пластическую деформацию поликристаллов.<br>Представления о механизмах пластической деформации поликристаллов.<br>Термоактивационные параметры пластической деформации  | Лекция<br>Лаб. работа | 2<br>4                 | 2, § 6.1-6.3 | -   | 6         | контрольная работа                       |
| 7 | Деформационное упрочнение.<br>Твердорастворное упрочнение.<br>Взаимодействие между дислокациями и частицами вторых фаз. Суперпозиция механизмов упрочнения.<br>Эффективность различных механизмов упрочнения при повышенных температурах.<br>Виды разрушения. Стадии разрушения. Критерий Гриффитса. Вязко-хрупкий переход. Факторы, влияющие на вязкость разрушения. | Лекция<br>Лаб. работа | 2<br>2                 | 2, § 8.1-8.4 | Визуализация атомных энергий и напряжений | 6         | Выборочный опрос,<br>контроль-ная работа |
|   |   | <b>ИТОГО</b>          | <b>18</b><br><b>18</b> |              |   | <b>34</b> | <b>зачет</b>                             |

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При изучении дисциплины «Физика прочности и пластичности» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

Самостоятельная работа с литературой. Темы для самостоятельного изучения приведены в рабочей программе по каждому модулю с указанием параграфов основной и дополнительной литературы, в достаточном количестве содержащейся в библиотеке. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течение 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная подготовка по материалам лекций к прохождению промежуточного и рубежного контроля. Вопросы по данным видам контроля приведены в соответствующей главе и выдаются студентам заблаговременно. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течение 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе, включающая в себя изучение теоретического материала, планирование эксперимента, подготовку экспериментального журнала. Необходимый методический материал приведен в Методических указаниях к лабораторной работе, выдаваемых студенту преподавателем заранее. Перечень методических указаний приведен в пункте дополнительной литературы. Контроль данной работы проходит в начале каждого лабораторного занятия в течение 10-15 минут в виде допуска по результатам рабочей дискуссии микро группы студентов, совместно выполняющих данный физический эксперимент.

Самостоятельная работа по математической обработке и анализу полученных результатов, подготовке отчета и ответа на контрольные вопросы. Контроль данной работы проходит на лабораторном занятии в виде защиты отчета и ответа на контрольные вопросы.

На семинарских занятиях будут решаться типовые задачи по изучаемым темам. Самостоятельная работа студентов предполагает решение задач домашнего задания. При этом студенты должны быть готовы к показу задачи в аудитории при разборе и анализе домашних задач.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1. Формы и критерии контроля знаний**

Текущая, промежуточная и итоговая аттестация проводится по модульно-рейтинговой системе согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов

**Текущий контроль** - это контроль над всеми видами аудиторной и внеаудиторной работы студентов по данному дисциплинарному модулю, результаты которой оцениваются до рубежного контроля.

Текущий контроль по теоретическому материалу части модуля (лекционному и материалу самостоятельного изучения) проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 6 вопросам, требующим краткого ответа. Это основные определения, физические понятия, законы и теоремы, вопросы на понимание физической сути изучаемых явлений. Каждый вопрос оценивается как часть от максимального балла, назначенного на данный текущий контроль. В зависимости от объема модуля проводится 1-2 текущих контроля. Список вопросов к каждому текущему контролю выдается студентам заранее.

Текущий контроль по лабораторным занятиям проводится в виде отметки о выполнении работы (2 балла) и защиты отчета по лабораторным работам (2 балла). Проводится текущий контроль по семинарским занятиям.

**Рубежный контроль** – проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом.

Рубежный контроль проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 10 вопросам, требующим краткого ответа. Каждый вопрос оценивается как часть от максимального балла, назначенного на рубежный контроль. Вопросы охватывают материал целого модуля и также включают темы лекционных занятий и самостоятельной работы.

По результатам суммарного текущего контроля по всем видам учебной деятельности и рубежного контроля выставляется промежуточный контроль.

**Итоговый контроль** – форма контроля, проводимая по завершении изучения дисциплины в семестре.

Итоговый контроль на третьем семестре проводится в форме зачета по теоретическому материалу.

Итоговый контроль на четвертом семестре проводится в форме экзамена по теоретическому материалу.

## **6.2. Критерии оценки итогового контроля.**

Студент получает зачет согласно бально-рейтинговой системе. Итоговый контроль оценивается максимально в 20 баллов, если студент отвечает правильно на 10 из 10 предложенных вопросов.

При приеме экзамена используются следующие критерии.

### **(30 баллов)**

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

### **(20 баллов)**

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности.

**(10 баллов)**

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов.

Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

**(0 баллов)**

Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

При изучении дисциплины «Физика (оптика)» текущий контроль осуществляется в виде письменных работ (16 баллов за семестр); допуска, выполнение лабораторных работ, оформление отчета (24 балла). Всего за семестр 40 баллов. Рубежный контроль проводится в форме коллоквиума (5 баллов); тестирования (5 баллов); проведения контрольных работ (8 баллов); защиты отчетов по лабораторным работам (12 баллов). Всего за семестр 30 баллов. По учебному плану итоговый контроль проводится в форме экзамена (30 баллов).

Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей, за работу со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности в виде поощрительных баллов (до 10 баллов за семестр).

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

### **6.3. Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу**

#### **7 семестр**

Базовые определения. Явления упругости и неупругости. Введение в предмет. Базовые определения и характеристики прочности и пластичности. Природа упругости. Закон Гука. Неупругость. Упругое последствие и релаксация напряжений. Пластическая деформация монокристаллов.

Преимущественные системы скольжения в ОЦК, ГЦК и ГП металлических кристаллах. Закон Шмида—Боаса. Критическое напряжение сдвига. Три стадии деформации монокристалла. Изменение коэффициента деформационного упрочнения и дислокационной структуры. Влияние типа решетки на кривые "напряжение — деформация". Механическое двойникование. Факторы, влияющие на вид кривых и преимущественные системы скольжения. Пластическая деформация поликристаллов. Зарождение и развитие пластической деформации в поликристаллах. Передача скольжения от зерна к зерну. Формирование и распространения полос Людерса — Чернова. Неоднородность и совместность пластической деформации кристаллов. Изменение формы зерен и кристаллографической ориентировки при деформации. Соотношение Холла-Петча. Субструктурное упрочнение. Влияние температуры и скорости деформирования на пластическую деформацию поликристаллов. Представления о механизмах пластической деформации поликристаллов. Термоактивационные параметры пластической деформации. Деформационное упрочнение. Твердорастворное упрочнение. Взаимодействие между дислокациями и частицами вторых фаз. Суперпозиция механизмов упрочнения. Эффективность различных механизмов упрочнения при повышенных температурах. Виды разрушения. Стадии разрушения. Критерий Гриффитса. Вязко-хрупкий переход. Факторы, влияющие на вязкость разрушения.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **7.1 Основная литература:**

1. М.Л. Бернштейн, В.А. Займовский. Механические свойства металлов. Издание второе, переработанное и дополненное. М.: Металлургия, 1979. -495 с.
2. В.С. Золоторевский. Механические свойства металлов. Издание второе, переработанное и дополненное. М.: Металлургия, 1983. -351 с.
3. Р. Хоникомб. Пластическая деформация металлов. М.: Мир. 1972. -408.

### **7.2 Дополнительная литература:**

1. Прочность сплавов. Мстислав Андреевич Штремель – Учебник для вузов. М: МИСИС, 1997,1999.
2. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. И.И. Новиков, К. М. Розин. Учебник для вузов. М: Металлургия, 1990.
3. Материаловедение. Под ред. Б.Н. Арзамасова, М: Машиностроение, 1986.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

Курсы и конспекты лекций по материалам физики прочности и пластичности доступны по следующим адресам:

[http://mateltech.narod.ru/course/course\\_cont.htm](http://mateltech.narod.ru/course/course_cont.htm) (курс лекций МИСИС)

<http://window.edu.ru/resource/953/73953> (конспект лекций)

<http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=251> (курс лекций)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основные темы дисциплины «Физика прочности и пластичности» приведены в таблицах 2 и 3 рабочего плана, где можно ознакомиться с расшифровкой каждой темы и основными понятиями, которые необходимо освоить по каждому модулю. В этих же таблицах подробно прописана тематика самостоятельной работы с указанием литературных источников. По каждой теме самостоятельной работы в рабочей программе указаны соответствующие параграфы основной и дополнительной литературы, которая есть в достаточном количестве в библиотеке. Рекомендуется активно пользоваться электронными ресурсами библиотеки читального зала физико-технического института.

Самостоятельную работу нужно выполнять систематически для последовательного понимания материала и готовности к промежуточным и рубежным контролям. На кафедре физики и технологии наноматериалов висит график работы преподавателя со студентами. При возникновении вопросом необходимо обращаться к лектору в указанное время за консультацией.

Обязательное условие успешного освоения лекционного материала – внимательно слушать объяснения преподавателя, вести краткий конспект, задавать вопросы лектору, если возникает непонимание материала. Очень полезно обратиться к литературе, которую рекомендовал преподаватель по каждой лекции, и уяснить непонятные моменты. Если по какой-либо причине лекционное занятие было пропущено, материал необходимо проработать по рекомендуемой литературе, в противном случае следующая тема будет непонятна.

Лабораторные занятия требуют предварительной подготовки. Получив у преподавателя тему работы необходимо: проработать теоретический материал по данной работе (лекционный либо по учебной литературе); спланировать выполнение лабораторной работы: четко уяснить порядок выполнения работы, подготовить таблицы для записи полученных результатов, продумать возможности снижения систематических и случайных ошибок. Перед выполнением работы необходимо сдать допуск преподавателю. После снятия результатов и их обработки с учетом теории погрешности, нужно проанализировать полученные результаты, сформулировать вывод и подготовить контрольные вопросы, которые приведены в конце работы.

Все лабораторные занятия должны проводиться с интерактивной форме. Одним из наиболее подходящим методом является кейс-метод, описанный в главе 4. Необходимо стимулировать студентов к активному использованию сети Интернет при самостоятельной подготовке к занятиям. При математической обработке результатов студенты должны использовать компьютер и проводить расчеты в программе Excel. Поощрять студентов за оформление отчета в программе Word.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информационные технологии при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине не используются.

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения занятий используется аудиторный фонд ИПСМ РАН