

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по НРиИ
И.В. Меньшиков
«26» февраля 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**

Направление подготовки аспирантов

03.06.01 Физика и астрономия

Профиль (направленность)

01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики

Уровень высшего образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

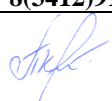
Форма обучения

Очная


ИЖЕВСК 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным приказом Министерства образования и науки России от 19.11.2013 г. № 1259; с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 867.

Разработчик рабочей программы дисциплины

ФИО	Ученая степень, звание, должность	Контактная информация (служебные E-mail и телефон)
Крылов П.Н.	докт. физ.-мат. наук, доцент	8(3412)916133
		

Экспертиза рабочей программы

(оценка качества содержания программы и применяемых педагогических технологий)		
Наименование кафедры	№ протокола, дата	Зав. кафедрой
Физики твердого тела	№ 5 от 12.01.2016	
<p align="center">Выписка из решения</p> <p>«Утвердить программу дисциплины «Приборы и методы экспериментальной физики», реализуемой в рамках программ аспирантуры. Программа соответствует содержанию подготовки, применяемые педагогические технологии соответствуют требованиям образовательного стандарта подготовки аспирантов по данному направлению». Программа передана для рассмотрения на МК института».</p>		

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы	6
4. Объем дисциплины 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	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий	6
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов	9
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине	10
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
11. Образовательные технологии. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	14
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
13. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине (модулю) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	15
Приложение. Фонд оценочных средств. Список вопросов для проведения оценки знаний аспиранта	
	21

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является показать методы измерения основных физических величин, основы метрологии, методы анализа физических измерений, моделирование физических процессов, автоматизация эксперимента.

Задача курса

Дать полное представление о проблемах и достижениях современной экспериментальной физики, методы измерения основных физических величин, основы метрологии, методы анализа физических измерений, моделирование физических процессов, автоматизация эксперимента, а также рассказать о тенденциях дальнейшего развития экспериментальной физики.

Также задачей является изучение физических явлений, процессов, законов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты обучения по дисциплине – это знания, умения, навыки или опыт деятельности. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- физические принципы, положенные в основу методов исследования и работы измерительных приборов

- основные методы измерений теплофизических параметров веществ, изучения поверхности твердых тел

- характеристики и принцип действия измерительных установок

- методы анализа и обработки экспериментальных данных.

уметь:

- пользоваться обширным справочным материалом по методам, приборам и датчикам для измерений теплофизических параметров, микроскопического и спектроскопического анализа состава и свойств поверхности наноматериалов, для использования их в конкретных экспериментальных условиях,

-планировать измерительный эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели

- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры к их устранению

-анализировать результаты измерений и делать правильные выводы.

Формируемые компетенции (с учетом стандартов):

Шифр компетенции	Компетенция
ПК-1	Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по профилю 01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики
ПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

3. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть ОП аспирантуры.

Дисциплина адресована аспирантам направления 03.06.01 Физика и астрономия, направленность подготовки 01.04.01 Приборы и методы экспериментальной физики

Успешное освоение дисциплины позволяет перейти к самостоятельной научной деятельности под кураторством научного руководителя аспиранта.

Программа дисциплины построена линейно-хронологически, в ней выделены разделы:

2 курс: «Экспериментальные методы исследования поверхности»

3 курс : «Экспериментальные методы исследования тепловых характеристик»

4. Объем дисциплины 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

2 курс:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Объем работы обучающихся составляет 31 час - лекции.

Объем самостоятельной работы составляет 2 зачетные единицы, 77 академических часов.

3 курс:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Объем работы обучающихся составляет 31 час - лекции.

Объем самостоятельной работы составляет 2 зачетные единицы, 77 академических часов

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий

5.1. Структура дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/ п	Разделы, темы дисциплины	Неделя семестр а	Виды учебной работы (в часах)			Формы текущего контроля успеваемо сти	Формируемые компетенции (код)				Всего компетенци й
			Лек .	Прак .	Сам . раб.		1	2	3	N	
2 курс											
1	Экспериментальны е методы исследования поверхности»		30		77	собеседовани е					3
	Всего		30		77		ПК-1	ПК-2	ОПК-1		
3 курс											
	«Экспериментальн ые методы исследования тепловых характеристик		30		77	собеседовани е					3
	Всего		30		77		ПК-1	ПК-2	ОПК-1		
Форма итоговой аттестации – зачет (2 курс), Экзамен -3 курс											

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Темы лекций и их аннотации

Модуль 1. «Экспериментальные методы исследования поверхности»

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Тема 1. Физические приборы Принципы реализации и контроля качества материалов, изделий и их компонентов. классификация исследуемых объектов и явлений. Функциональная связь характеристик исследуемых явлений и внутренних параметров объектов Классификация приборов по назначению, отраслям назначения и систематизация приборов по принципу действия. Конструктивное оформление приборов. Классификация экспериментальных методов исследования: аппаратура для экспериментальных исследований; сведения об основных типах стандартных измерительных приборов и устройств.

Тема 2. Измерительные приборы

Диагностика и контроль качества материалов; изделий и их компонентов.

Установки, информационные системы. Информационно-измерительные комплексы. Типы приборов и их классификация приборов по методам измерения.

Тема 3. Датчики и преобразователи

Дифференцирующие приборы. Интегрирующая цепочка. Пределы измеряемых величин. Выбор цены деления. Логарифмическая шкала. Погрешности.

Способы вывода информации. Параметры измерительных приборов.

РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Тема 4. Методы измерения линейных величин

Микрометр. Оптиметр. Измерительный микроскоп. Измерительный проектор. Компаратор. Катетометр. Нивелир. Дальномер. Локатор. Эхолот.

Тема 5. Методы измерения угловых величин

Гониометр. Коллиматор. Буссоль. Кипрегель. Теодолит. Секстан. Методы угловой ориентации приборов. Магнитный компас. Гирокомпас.

Тема 6. Методы определения поверхности, расхода

Методы определения площади поверхности и объема. Методы определения расхода жидкостей и газов. Методы определения временных промежутков.

Кварцевые и квантовые часы. Таймеры. Реле. Частотомеры. Методы исследования малых перемещений. Датчики малых перемещений (тензодатчики, пьезодатчики, механотрон). Дистанционное измерение физических величин.

Тема 7. Экспериментальные методы измерения угловых скоростей

Тахометры (индукционные, оптические, стробоскопические) Экспериментальные методы измерения линейных скоростей. Радарные и лазерные спидометры. Баллистические маятники. Измерение ускорений. Акселерометры.

Тема 8. Методы измерения колебаний, сил и моментов инерции

Измерение и запись механических колебаний. Методы создания колебаний.

Акустические приборы. Приемники колебаний и их параметры. Методы зву-

козаписи и звуковоспроизведения. Методы измерения сил и приборы на их основе. Методы измерения массы, плотности и момента инерции.

РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ В МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

Тема 9. Методы создания и определения давления

Методы создания повышенного и пониженного давления. Компрессоры и насосы. Методы создания вакуума. Методы измерения давления. Манометры и их типы. Методы определения давления в потоках и расхода жидкости.

Трубки Пито, Прандтля и Вентури. Методы измерения вакуума. Измерение парциального давления. Масс-спектрометр.

Тема 10. Методы определения влажности и вязкости

Методы и приборы измерения влажности. Гигрометры. Методы определения вязкости. Ротационные и капиллярные вискозиметры.

РАЗДЕЛ 4. ИСТОЧНИКИ ТОКА

Тема 11. Методы создания постоянного и переменного тока

Источники тока. Генераторы постоянного и переменного тока. Химические источники тока. Электрические батареи и аккумуляторы. Термо-, фото- и радиоизотопные источники тока. МГД-генераторы.

РАЗДЕЛ 5. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Тема 12. Исследование поверхности наноразмерных

Поверхности твердых материалов и наноразмерные материалы - особенности строения и свойств, проблемы изучения. Взаимодействие зондирующего излучения с веществом. Сверхвысокий вакуум: необходимость применения, основы техники СВВ. Классификация и сравнительная характеристика методов исследования поверхности.

Тема 13. Сканирующая зондовая

Сканирующая зондовая микроскопия, основные принципы и узлы (пьезоска-

неры, зонды, система обратной связи). Основные методы зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия.

Тема 14. Атомно-силовая микроскопия

Атомно-силовая (сканирующая силовая) микроскопия. Кантилеверы, их взаимодействие с поверхностью. Силовая спектроскопия. Работа атомно-силового микроскопа в контактной, неконтактной, полуконтактной модах, микроскопии латеральных сил, фазового контраста, растекания.

Тема 15. Методы неконтактной зондовой микроскопии и зондовой литографии

Методы электросиловой, емкостной, Кельвина, магнитно-силовой микроскопии. Ближнепольный оптический микроскоп. Сканирующая зондовая литография.

Тема 16. Фотоэлектронная спектроскопия

Фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС и УФЭС). Принципы, оборудование (источники излучения, энергоанализаторы), практика применения.

Тема 17. Оже-электронная спектроскопия и микроскопия

Оже-электронная спектроскопия и микроскопия. Послойный анализ с помощью ОЭС, РФЭС. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Рентгеновская спектроскопия поглощения (EXAFS, XANES).

Модуль 2. «Экспериментальные методы исследования тепловых характеристик»

РАЗДЕЛ 6. ТЕМПЕРАТУРА. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ШКАЛЫ. ДАТЧИКИ И ПРИБОРЫ

Тема 18. Определение температуры

Температура. Определение температуры. Газовая и термодинамическая шкалы температуры. Международная шкала температур ITS-90. Реперные точки.

Тема 19. Термометрия

Газовая термометрия: термометр Симона. Манометр, заполненный ртутью или маслом. Дифференциальный манометр. Поправки на неидеальность газа. Конденсационный термометр. Термометрия, основанная на эффектах теплового расширения жидкостей и твердых тел.

Тема 20. Термометры

Термометры сопротивления: Электрическое сопротивление чистых металлов Платиновые и медные термометры. Полупроводниковые термометры сопротивления. Угольные термометры.

Тема 21. Термоэлектрическая и оптическая термометрия

Термоэлектрическая термометрия. Термопары. Основные законы термоэлектричества. Основные типы и области применения термопар. Оптическая термометрия. Пирометры.

РАЗДЕЛ 7. КАЛОРИМЕТРИЯ

Тема 22. Теплостойкость

Теплостойкость. Определение теплостойкости. Температурная зависимость теплостойкости. Значение теплостойкости в науке и промышленности.

Тема 23. Адиабатическая калориметрия

Адиабатическая калориметрия. Реализация метода на примере установки АК НИИФТРИ. Изотермическая калориметрия.

Тема 24. Сканирующая калориметрия

Сканирующая калориметрия. Калориметрия переменного теплового потока. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Дифференциальный терми-

ческий анализ. Основные типы промышленно выпускаемых калориметров.

РАЗДЕЛ 8. ДИЛАТОМЕТРИЯ

Тема 25. Расширение твердых тел

Тепловое расширение твердых тел. Электрострикция. Магнетострикция.

Тема 26. Методы исследования теплового расширения

Методы исследования теплового расширения. Объемный (пикнометрический) метод. Оптические методы. Кварцевые дилатометры.

Тема 27. Радиотехнические и акустические методы

Кварцевый двухштоковый оптико-механический дилатометр Института Физики. Радиотехнические методы. Акустические методы.

РАЗДЕЛ 9. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Тема 28. Теплопроводность

Методы измерения теплопроводности твердых тел.

РАЗДЕЛ 10. ОСНОВЫ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Тема 29. Классификация ошибок

Классификация ошибок измерений. Почему так важно оценить ошибку измерений? Классификация ошибок. Грубые ошибки. Систематические ошибки. Причины возникновения систематических ошибок. Случайные ошибки.

Тема 30. Анализ и обработка экспериментальных данных

Обзор программного обеспечения для выполнения анализа и обработки экспериментальных данных.

Тема 31. Анализ результатов измерений

Анализ результатов измерений случайной величины. Распределение результатов измерений случайной величины. Распределение Гаусса. Среднеквадратичная ошибка отдельного измерения и среднего значения.

Тема 32. Косвенные измерения

Ошибки косвенных измерений. Косвенные измерения. Функции случайных величин.

Тема 33. Анализ результатов совместных измерений

Анализ результатов совместных измерений. Измерение функциональных зависимостей. Интерполяция и аппроксимация экспериментальных данных.

Метод наименьших квадратов.

РАЗДЕЛ 11. ЛОГИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Тема 34. Эксперимент

Роль эксперимента в физике. Логика эксперимента. Эксперимент и здравый смысл.

5.2. План лабораторных занятий (не предусмотрены учебным планом)

5.3. Планы практических работ (не предусмотрены учебным планом)

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине

Структура СРС

Код формируемой компетенции	Тема	Вид	Форма	Объем учебной работы (часов)	Учебно-методические материалы
ПК-1,2	Модуль 1,2	Экспериментальные методы исследования поверхности»	СРС	100	Методические материалы, дополнительная литература, интернет источники (электронные материалы, презентации, материалы конференций). Методические указания Методические указания
ОПК -1	Модуль 1,2	Экспериментальные методы исследования тепловых характеристик	СРС	54	
			всего	77	

Содержание СРС

Задания для самостоятельной работы.

Задание 1. Написать реферат на выбранную тему

Темы рефератов:

1. Приборы для измерения спектров заряженных частиц по энергии.
2. Приборы для измерения массового состава потока ионов.
3. Методы создания анализирующих электромагнитных полей.
4. Методы автоматического сбора, обработки и отображения результатов измерений.
5. Обеспечение помехозащищенности приборов контроля параметров объектов на электрофизических установках.
6. Резонансное взаимодействие примесных молекул в матрице ионных кристаллов.
7. Техника высокомолекулярной спектроскопии. Фурье-спектроскопия.
8. Особенности измерения частот в радио диапазоне.
9. Эффект Зеемана.
10. Эффект Черенкова; черенковские детекторы.
11. Полупроводниковые детекторы ионизирующих излучений.
12. Интерферометрические методы измерений.
13. Фундаментальные шумы в измерительных устройствах.
14. Квантовые эффекты в физических измерениях.
15. Эффект Джозефсона.
16. Специальные распределения вероятностей и их использование в физике.

17. Корреляции случайных величин.
 18. Оценка параметров случайных величин.
 19. Фурье-анализ.
 20. Критерии согласия и методы их использования.
 21. Некорректные задачи измерений.
 22. Метод максимального правдоподобия.
 23. Метод статистических испытаний.
 24. Моделирование физических процессов.
 25. Контроль процессов измерений в реальном времени.
 26. Преобразование измерений для передачи на значительные расстояния.
 27. Создание банков данных.
 28. Методы макроскопических измерений.
 29. Углеродные нанотрубки.
- Оптическое исследование молекулярных систем.

Задание 2. Вопросы для самостоятельного изучения тем:

1. Основные методы атомной лазерной спектроскопии: лазерная атомно-абсорбционная спектроскопия, лазерная атомно-флуоресцентная спектроскопия, лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия. Сходство и различие этих методов.
2. Применение лазеров: лазерный термояд, оптические линии передачи информации, лазеры в информатике.
3. Космические лучи. История открытия космических лучей. Элементный состав и методы детектирования космических лучей.
4. Нанoeлектроника. Современное состояние и будущее развитие нанoeлектроники. Квантовые компьютеры.
5. Рождение и жизнь массивных черных дыр.
6. Космический вакуум.
7. Фуллереновые нанотрубки. Структура, свойства и возможные применения углеродных наноструктур.
8. Высокотемпературная сверхпроводимость, позавчера, сегодня, завтра.

Задание 3. Выполнить постановку задачи и предложить план написания статьи, используя краткую аннотацию уже опубликованной статьи.

Учебно-методические материалы для СРС находятся в Системе электронного обучения УдГУ <http://e-learning.udsu.ru/course/view.php?id=526>

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

2 год обучения:

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется в виде собеседования со студентом.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме защиты проекта.

Зачет проходит в форме письменной контрольной работы. Перед зачетом каждому студенту конкретно определяется группа материалов/группа методов диагностики, которая будет использоваться в его индивидуальном задании.

Оценка проекта **зачет/не зачет**.

Для определения уровня сформированности компетенций предлагаются следующие критерии оценки:

зачет — за письменную работу получено от 81 до 100 баллов, не более 20% пропущенных занятий, аспирант решил поставленную перед ним практическую задачу, привел дополнительные оценки, при беседе с преподавателем демонстрирует хороший кругозор в методах диагностики;

зачет — за письменную работу получено от 60 до 80 баллов, не более 40% пропущенных занятий, аспирант представил неполное решение поставленной перед ним практической задачи, не привел дополнительных оценок, при беседе с преподавателем показывает знание базовых методов диагностики материалов;

незачет зачет — за письменную работу получено менее 60 баллов, пропущено более 50% занятий, аспирант не представил решение поставленной перед ним практической задачи, при беседе с преподавателем затрудняется в объяснении базовых методов диагностики материалов.

3 год обучения:

Основными технологиями оценки уровня сформированности компетенций является итоговая письменная работа.

Предусмотрена балльно-рейтинговая система оценки успеваемости. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины предполагает до 100 баллов. Комплект фонда оценочных средств представлен списком вопросов, приведенным в приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине, (итоговой) аттестацией, равна 100.

На основе набранных баллов, успеваемость студентов в семестре определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не зачтено».

- «Отлично» – от 81 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

- «Хорошо» – от 65 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

- «Удовлетворительно» – от 50 до 64 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

- «Неудовлетворительно» – 49 и менее баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.

Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

В эти баллы входят:

- посещаемость лекционных занятий (40 – 50 баллов);
- рубежный контроль (собеседование) (10 – 20 баллов);
- выступление с докладом на семинаре (5 – 10 баллов);

- аннотированный обзор литературы по определенному разделу дисциплины (5 – 10 баллов).

Для набора недостающих баллов предлагается:

- реферат по теме предложенной преподавателем (5 – 10 баллов);
- доклад в форме презентации по дополнительным разделам курса (5 – 10 баллов);
- обзор литературы по определенному разделу дисциплины (1 – 5 баллов)

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Список литературы

1. Окунь Л.Б. Фундаментальные константы физики. УФН, т.161 (9).
2. Варшалович Д. и др. Проверка неизменности фундаментальных констант за космическое время. УФН. 1993. Т.163, вып.7. с.111.
3. В.Л.Гинзбург, Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас наиболее важными и интересными на пороге XXI века. УФН, 169 (1999) 419.
4. В.Л.Гинзбург, О некоторых успехах физики и астрономии за последние 3 года, УФН 172 (2002) 213.
5. А.В. Елецкий, Б.М. Смирнов, Фуллерены и структуры углерода, УФН, 165, 977, 1995.
6. А.Н. Скринский, Ускорительные и детекторные перспективы физики элементарных частиц, УФН (1982) 639.
7. К.Группен, Детекторы элементарных частиц, Сиб.хронограф, 1999.
8. Д. Перкинс, Введение в физику высоких энергий , 1991, (посл. изд. на англ. в 2000).
9. В.Рубаков, Физика частиц и космология: состояние и перспективы. УФН, 169 (1999) 1299.
10. И.М. Тернов, Синхротронное излучение, УФН, 1995, т.165, стр.429.
11. Зигбан Н, Электронная спектроскопия атомов, молекул и конденсированного вещества, УФН, 1982, т.138, вып.2, с.223.
12. Филд Дж.,Пикассо Э, Проверка фундаментальных физических теорий в опытах со свободными заряженными лептонами, УФН, 1979, т.127.
13. Шварц М.Т. Первый эксперимент с нейтрино высоких энергий. Нобелевская лекция по физике -1988. УФН, т.160 (10), с.128-135.
14. Г.В. Клапдор-Клайнгротхаус, К.Цюбер, Астрофизика элементарных

частиц, , Ред.УФН, 2000, 496 стр.

15. Вольфенштерн Л., Бейер Ю. Нейтринные осцилляции и солнечные нейтрино, УФН, 1990, т.160, вып.10, с.155.
16. В.Летохов, Лазерно-индуцированные процессы в атомах и молекулах. В Мире Науки, 1987, вып.1, стр.46.
17. Летохов В. Лазерный свет, атомы и ядра, УФН, 1987, т.153, вып.2. с.311.
18. М.Гoley и Н.Тодрис, Легководородные реакторы, В Мире Науки 1990, вып.6, стр.46.
19. В.Л.Гинзбург, Высокотемпературная сверхпроводимость, позавчера, сегодня, завтра. УФН 170 (2000) 619.
20. Об открытии квантового эффекта Холла. В Мире Науки 1986, вып.2, стр.34.
21. Халс Р. Открытие двойного пульсара, УФН, 1994, т.164, вып.7, с.743.

Дополнительная литература

1. Дж. Сквайрс Практическая физика. М. Мир, 1971.
2. П.В.Новицкий, И.А.Зогграф Оценка погрешностей результатов измерений. Л. Энергоатомиздат, 1985.
3. Mathcad 7, 8, 2000, 2001. User's Guide MathSoft
4. Ю.Н.Тюрин, А.А.Макаров Анализ данных на компьютере. М. Финансы и статистика, 1995.
5. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. Учебное пособие для вузов. М.: Логос, 2002. - 408 с.
6. Дьяконов В.П. Mathematica 4.1/4.2/5.0 в математических и научно-технических расчетах. М.: СОЛОН-Пресс, 2004. -696 с. (Серия "Библиотека профессионала").
7. Дьяконов В.П. Энциклопедия Mathcad 2001i/ 11. М.:СОЛОН-Пресс,2004.-832 с. (Серия "Библиотека профессионала").
8. Плис А.И., Сливина Н.А. MATHCAD математический практикум для инженеров и экономистов. М.: Финансы и статистика, 2003. -656 с.
9. Л. Фелдман, Д. Майер. Основы анализа поверхности и тонких пленок. М., Мир. 1989.

10.D.J. O'Connor, B.A. Sexton, R.S.C. Smart (Eds.) Surface Analysis Methods in Materials Science Series. Springer, 2nd ed., 2003.

11.К. Оура, В.Г. Лифшиц, А.А. Саранин, А.В. Зотов, М. Катаяма. Введение в физику поверхности. М., Наука, 2006.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», которые могут быть использованы в учебном процессе (*по выбору преподавателя и студента*, исходя из целей занятия):

1. <http://e-learning.udsu.ru/> Система электронного обучения УдГУ
2. <http://www.i-exam.ru/> Единый портал Интернет-тестирования в системе образования
3. <http://window.edu.ru/> Федеральная информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
4. <http://elibrary.ru/> Единый информационный портал (научная электронная библиотека)

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), которые могут быть использованы в учебном процессе (*по выбору преподавателя и студента*, исходя из целей занятия):

1. <https://biblio-online.ru/> Электронная библиотека «Юрайт»
2. <http://www.iprbookshop.ru/> Электронно-библиотечная система «IPRbooks»
3. <http://e.lanbook.com/> Издательство Лань
4. <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/> Удмуртская научно-образовательная электронная библиотека
5. <https://www.prilib.ru/> Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина
6. <https://dvs.rsl.ru/> Российская государственная библиотека
7. <http://lib.udsu.ru/index.php?mdl=ppi> Коллекция журналов и периодических изданий с полнотекстовым доступом Учебно-научной библиотеки им. В.А. Журавлева

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания преподавателю:

1. Изучив глубоко содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.

2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень.

3. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Задания для самостоятельной работы желательно составлять из обязательной и факультативной частей.

4. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

5. Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

6. Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

7. При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

8. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Методические рекомендации студентам:

При изучении курса студенту требуется:

- систематически прорабатывать лекционный материал;

- при подготовке к лабораторным/семинарским занятиям требуется предварительное ознакомление с теоретической частью предстоящей работы, особенностями работы и алгоритмом ее выполнения;

- при подготовке к защите лабораторной работы/проекта/доклада внимательно ознакомиться с рекомендуемым списком литературы и электронными изданиями, указанными в методических рекомендациях к работе;

- при выполнении практической части лабораторной работы пользоваться справочниками прикладных пакетов;

- некоторые лабораторные работы требуют самостоятельной подготовки рабочего материала (составление тестовых заданий, подготовка текста для электронного издания, выбор программы для экспертизы и т.д.);

- рабочий материал выбирается студентами по желанию и в соответствии с их интересами, если студент затрудняется с выбором, в этом случае тема предлагается преподавателем;

- порядок и время сдачи практических работ указывается в методическом пособии.

Самостоятельная работа студентов может осуществляться в следующих направлениях:

- изучение теоретического материала по конспекту лекций и рекомендованным учебникам, пособиям и электронным изданиям,

- изучение теоретической части лабораторных работ,

- ответы на вопросы самопроверки (*если это предусмотрено*),

- работа с базой тестовых заданий к курсу (*если это предусмотрено*).

Кроме рекомендуемых учебников и пособий можно использовать для самоподготовки и другую дополнительную литературу: справочники, словари, научные журналы, Интернет-ресурсы.

При всех формах самостоятельной работы студент может получить конкретную помощь при изучении тех или иных вопросов у преподавателя на консультации. При этом помощь, полученная на консультации, будет тем значительнее, чем лучше студент определил для себя объем необходимой конкретной помощи.

Таким образом, самостоятельная работа студента наряду с лекционным материалом и лабораторными занятиями позволяет более глубоко усвоить и закрепить изучаемый материал.

11. Образовательные технологии.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: технология проблемного обучения, технология проведения учебной дискуссии, информационно-компьютерные (Интернет) технологии, технология коллективного способа обучения, технология индивидуализированного обучения, технология объяснительно-иллюстративного обучения, кейс-технология

Использование традиционных технологий обеспечивает качественное усвоение учебного материала в условиях дефицита аудиторного времени.

– **Интерактивные технологии обучения**, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

Количество часов по дисциплине, проводимых в интерактивной форме, согласно учебному плану 8 часов.

- **Информационные технологии**, предполагающие использование технологических возможностей современных компьютеров и средств связи для поиска и получение информации, развития познавательных и коммуникативных способностей:

– Система электронного обучения УдГУ.

Перечень программного обеспечения:

Стандартное системное и пользовательское лицензионное программное обеспечение.

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

Аудитории для проведения занятий, должны соответствовать всем необходимым нормам организации труда и учебной деятельности, закрепленным законодательными актами РФ, куда входят: освещенность, баланс температурного режима, баланс шума, меблировка, гигиеничность.

Для проведения занятий различных типов, в зависимости от специфики дисциплины, как правило, требуется (*по выбору преподавателя*, исходя из целей занятия и указанного в учебном плане вида контактной работы):

1. Для проведения занятий *лекционного* типа – парты и стулья, доска меловая/магнитно-маркерная, мел/маркеры, проектор, ноутбук/компьютер, наличие необходимого программного обеспечения (Windows, MS Office – Word, Excel, Power Point, пакеты для обработки статистических данных Statistica, SPSS).

2. Для проведения практических занятий *семинарского* типа – парты и стулья, доска меловая/магнитно-маркерная, мел/маркеры, проектор, ноутбук/компьютер, наличие необходимого программного обеспечения (Windows, MS Office – Word, Excel, Power Point, пакеты для обработки статистических данных Statistica, SPSS).

3. Для проведения практических занятий *тренингового* типа – стулья/кресла-мешки, свободное пространство, доска меловая/магнитно-маркерная, мел/маркеры, расходные материалы: бумага/фломастеры/карандаши.

4. Для проведения практических занятий *лабораторного* типа – не менее 15 стационарных компьютеров, парты и стулья, доска меловая/магнитно-маркерная, мел/маркеры, проектор, ноутбук/компьютер, наличие необходимого программного обеспечения (Windows, MS Office – Word, Excel, Power Point, пакеты для обработки статистических данных Statistica, SPSS).

Требования к расходным материалам (*по выбору преподавателя*, исходя из целей занятия и указанного в учебном плане вида контактной работы):

- мел/маркер;
- тряпка/губка;
- бумага формата А4 принтерная;
- фломастеры/карандаши.

13. Особенности организации образовательного процесса по для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий, преподавателю следует стремиться к созданию гибкой и вариативной организационно-методической системы обучения, адекватной образовательным потребностям данной категории студентов, которая позволит не только обеспечить преемственность систем общего (инклюзивного) и высшего профессионального образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины необходимо способствовать созданию на каждом занятии толерантной

социокультурной среды, необходимой для формирования у всех студентов гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для студентов с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы необходимо способствовать формированию у всех студентов активной жизненной позиции и развитию способности жить в мире разных людей и идей, а также обеспечить соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в т.ч. и студентов с ОВЗ на такие же права.

В процессе обучения студентов с ОВЗ в обязательном порядке необходимо учитывать рекомендации службы медико-социальной экспертизы или психолого-медико-педагогической комиссии, обусловленные различными стартовыми возможностями данной категории обучающихся (структурой, тяжестью, сложностью дефектов развития).

В процессе овладения студентами с ОВЗ компетенциями, предусмотренными рабочей программой дисциплины (РПД) преподавателю следует неукоснительно руководствоваться следующими принципами построения инклюзивного образовательного пространства:

Принцип индивидуального подхода, предполагающий выбор форм, технологий, методов и средств обучения и воспитания с учетом индивидуальных образовательных потребностей каждого из студентов с ОВЗ, учитывающими различные стартовые возможностями данной категории обучающихся (структуру, тяжесть, сложность дефектов развития).

Принцип вариативной развивающей среды, который предполагает наличие в процессе проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов необходимых развивающих и дидактических пособий, средств обучения, а также организацию безбарьерной среды, с учетом структуры нарушения в развитии (нарушения опорно-двигательного аппарата, зрения, слуха и др.).

Принцип вариативной методической базы, предполагающий возможность и способность использования преподавателем в процессе овладения студентами с ОВЗ данной учебной дисциплиной, технологий, методов и средств работы из смежных областей, применение методик и приемов тифло-, сурдо-, олигофренопедагогики, логопедии.

Принцип модульной организации основной образовательной программы, подразумевающий включение в основную образовательную программу модулей из специальных коррекционных программ, способствующих коррекции и реабилитации студентов с ОВЗ, а также необходимости учета преподавателем конкретной учебной дисциплины их роли в повышении качества профессиональной подготовки данной категории студентов.

Принцип самостоятельной активности студентов с ОВЗ, предполагающий обеспечение самостоятельной познавательной активности данной категории студентов, посредством дополнения раздела РПД «Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по

дисциплине», заданиями, учитывающими различные стартовые возможностями данной категории обучающихся (структуру, тяжесть, сложность дефектов развития).

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий преподавателю необходимо осуществлять учет наиболее типичных проявлений психоэмоционального развития, поведенческих и характерологических особенностей, свойственных студентам с ОВЗ: повышенной утомляемости, лабильности или инертности эмоциональных реакций, нарушений психомоторной сферы, недостаточное развитие вербальных и невербальных форм коммуникации. В отдельных случаях следует учитывать их склонность к перепадам настроения, аффективность поведения, повышенный уровень тревожности, склонность к проявлениям агрессии, негативизма и т.д.

С целью коррекции и компенсации вышеперечисленных типичных проявлений психоэмоционального развития, поведенческих и характерологических особенностей, свойственных студентам с ОВЗ, преподавателю в ходе проведения учебных занятий следует использовать здоровьесберегающие технологии по отношению к данной категории студентов, в соответствии с рекомендациями службы медико-социальной экспертизы или психолого-медико-педагогической комиссии.

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ различной нозологии, при проведении учебных занятий преподавателю следует обратить особое внимание:

- при обучении студентов с дефектами слуха на создание безбарьерной среды общения, которая определяется наличием у студентов данной категории индивидуальных слуховых аппаратов (или кохлеарных имплантов), наличия технических средств, обеспечивающих передачу информации на зрительной основе (средств статической и динамической проекции, видеотехника, лазерных дисков, адаптированных компьютеров и т.д.); присутствия на занятиях тьютора (при наличии в штате), владеющего основами разговорной, дактильной и калькирующей жестовой речи;

- при обучении студентов с дефектами зрения наличия повышенной освещенности (не менее 1000 люкс) или локального освещения не менее 400-500 люкс, а также наличия оптических средств (лупы, специальные устройства для использования компьютера, телевизионные увеличители, аудио оборудование для прослушивания «говорящих книг»), звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- при обучении студентов с нарушениями опорно-двигательной функции (с сохранным интеллектом) предусматривается применение специальной компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением, в том числе, специальные возможности операционных систем, таких, как экранная клавиатура, и альтернативные устройства ввода информации, а также обеспечение безбарьерной архитектурной среды обеспечивающей доступность маломобильным группам студентов с ОВЗ;

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, с целью реализации индивидуального подхода, а также принципа индивидуализации и дифференциации, преподавателю следует использовать технологию нелинейной конструкции учебных занятий, предусматривающую одновременное сочетание фронтальных, групповых и индивидуальных форм работы с различными категориями студентов, в т.ч. и имеющими ОВЗ.

В процессе учебных занятий в группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, преподавателю желательно использовать технологии направленные на решение дидактических, коммуникативных и компенсаторных задач, посредством использования информационно-коммуникативных технологий дистанционного и on-line обучения:

- стандартные технологии — например, компьютеры, имеющие встроенные функции настройки для лиц с ограниченными возможностями здоровья;

- доступные форматы данных, известные также как альтернативные форматы — например, доступный HTML и др.

- вспомогательные технологии (ВТ) — это «устройства, продукты, оборудование, программное обеспечение или услуги, направленные на усиление, поддержку или улучшение функциональных возможностей студентов с ОВЗ, к ним относятся аппараты, устройства для чтения с экрана, клавиатуры со специальными возможностями и т.д.

- дистанционные образовательные технологии обучения студентов с ОВЗ предоставляют возможность индивидуализации траектории обучения данной категории студентов, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента с ОВЗ при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в деятельность обучающегося и преподавателя; данные технологии позволяют эффективно обеспечивать коммуникации студента с ОВЗ не только с преподавателем, но и с другими обучающимися в процессе познавательной деятельности.

- наиболее эффективными формами и методами дистанционного обучения являются персональные сайты преподавателей, обеспечивающих онлайн поддержку профессионального образования студентов с ОВЗ, электронные УМК и РПД, учебники на электронных носителях, видеолекции и т.д.

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, преподавателю желательно использовать в процессе учебных занятий технологии направленные на активизацию учебной деятельности, такие как:

- система опережающих заданий, способствующих актуализации знаний и более эффективному восприятию студентами с ОВЗ данной учебной дисциплины;

- работа в диадах (парах) сменного состава, включающих студента с ОВЗ и его однокурсников, не имеющих отклонений в психосоматическом развитии;

– опорные конспекты и схемы, позволяющие систематизировать и адаптировать изучаемый материал в соответствии с особенностями развития студентов с ОВЗ различной нозологии;

– бланковые методики, с использованием карточек, включающих индивидуальные многоуровневые задания, адаптированные с учетом особенностей развития и образовательных потребностей студентов с ОВЗ и их возможностей;

– методика ситуационного обучения (кейс-метода)

– методика совместного оставления проектов, как способа достижения дидактической цели через детальную разработку актуальной проблемы, которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом временной инициативной группой разработчиков, из числа студентов с ОВЗ и их однокурсников, не имеющих отклонений в психосоматическом развитии;

– методики совместного обучения, реализуемые в составе временных инициативных групп, которые создаются в процессе учебных занятий из числа студентов с ОВЗ и их однокурсников, не имеющих отклонений в психосоматическом развитии, с целью совместного написания докладов, рефератов, эссе, а также подготовки библиографических обзоров научной и методической литературы, проведения экспериментальных исследований, подготовки презентаций, оформления картотеки нормативно-правовых документов, регламентирующих профессиональную деятельность и т.п.

В процессе учебных занятий, в группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, преподавателю желательно использовать в процессе учебных занятий технологии, направленные на позитивное стимулирование их учебной деятельности:

– предоставлять реальную возможность для получения в процессе занятий индивидуальной консультативно-методической помощи,

– давать возможность для выбора привлекательного задания, после выполнения обязательного,

– предупреждать возникновение неконструктивных конфликтов между студентами с ОВЗ и их однокурсниками, исключая, таким образом, возможность возникновения у участников образовательного процесса, стрессовых ситуаций и негативных реакций.

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе учебных занятий преподавателю желательно использовать технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления студентов с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВПО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специально адаптированный фонд оценочных средств и форм проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя студентам с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьюторов (при наличии в штате).

По результатам текущего мониторинга степени успешности формирования у студентов с ОВЗ компетенций, предусмотренных ФГОС ВПО в рамках изучения данной учебной дисциплины, при возникновении объективной необходимости, обусловленной оптимизацией темпов профессионального становления конкретного студента с ОВЗ, преподавателю, совместно с тьютором (при наличии в штате) и службой психологической поддержки, следует разработать адаптированный индивидуальный маршрут овладения данной учебной дисциплиной, адекватный его образовательным потребностям и возможностям.

**Фонд оценочных средств. Список вопросов для проведения
оценки знаний аспиранта**

1. Физические приборы
2. Измерительные приборы
3. Датчики и преобразователи
4. Методы измерения линейных величин
5. Методы измерения угловых величин
6. Методы определения поверхности, расхода
7. Экспериментальные методы измерения угловых скоростей
8. Методы измерения колебаний, сил и моментов инерции
9. Методы создания и определения давления
10. Методы определения влажности и вязкости
11. Методы создания постоянного и переменного тока
12. Исследование поверхности наноразмерных
13. Сканирующая зондовая
14. Атомно-силовая микроскопия
15. Методы неконтактной зондовой микроскопии и зондовой лито-
16. графии
17. Фотоэлектронная спектроскопия
18. Оже-электронная спектроскопия и микроскопия
19. Определение температуры
20. Термометрия
21. Термометры
22. Термоэлектрическая и оптическая термометрия
23. Теплємкость

- 24. Адиабатическая калориметрия
- 25. Сканирующая калориметрия
- 26. Расширение твердых тел
- 27. Методы исследования теплового расширения
- 28. Радиотехнические и акустические методы
- 29. Теплопроводность
- 30. Классификация ошибок
- 31. Анализ и обработка экспериментальных данных
- 32. Анализ результатов измерений
- 33. Косвенные измерения
- 34. Анализ результатов совместных измерений
- 35. Эксперимент