

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Техника физического эксперимента и автоматизация измерений» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:
профессор кафедры теоретической
физики и нанотехнологий,
канд.физ.-мат.наук



Н. П. Иваницын

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



А. Г. Петренко


СОГЛАСОВАНО:

Декан физико-технического
факультета
28.03.2024 г.



С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель



В. Н. Котенко

Руководители основной профессиональной
образовательной программы:
кандидат физико-математических наук



А. В. Безус

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп, Общая и экспериментальная физика (Механика), Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика).

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Кристаллофизика, теория и методы структурного анализа, Электронная микроскопия и рентгенография материалов, Учебная: ознакомительная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.1.2 Техника физического эксперимента и автоматизация измерений
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	4 / 144

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	3	5	34	51			144	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Овладение основами методики физического эксперимента, выработка у студентов навыков самостоятельной учебной деятельности в проведении физического эксперимента.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-3 Способен проводить и управлять результатами научных исследований и	ПК-3.5. Применяет основные методы измерения физических величин	ПК-3.5.1 Знает основные численные метод решения физических задач и обработки результатов измерений. ПК-3.5.2 Умеет применять для

опытно-конструкторских работ в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	при решении физических задач	описания физических явлений известные физические модели. ПК-3.5.3 Владеет методами измерения основных физических величин; определения погрешностей измерений
	ПК-3.6. Проводит научные исследования в избранной области экспериментальных физических исследований с помощью физического оборудования	ПК-3.6.1 Знает методы физических исследований и измерений ПК-3.6.2 Умеет описывать физические явления и процессы, используя физическую научную терминологию ПК-3.6.3. Владеет навыками работы с физическим оборудованием

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Техника физического эксперимента и автоматизация измерений	
Лабораторные материалы, приемы их получения и обработки	Применение некоторых материалов, получение их в чистом виде: а) металлы, сплавы б) неметаллические элементы в) искусственные материалы (пластмассы) г) стекло и керамические массы д) замазки и клеи
Принципы проведения физического эксперимента	Роль эксперимента в физических исследованиях. Планирование эксперимента. Аппаратура для физического эксперимента: а) световая микроскопия б) электронная микроскопия в) аппаратура для проведения РСА г) вакуумная техника д) вакуумные посты
Техника физического эксперимента	Способы соединения деталей эксперимента. Способы обращения и хранения сжиженных газов. Изготовление печей для выращивания монокристаллов. Выбор методики измерения и вид экспериментальной установки. Погрешности измерений. Автоматизация измерений.
Методы обработки и представление результатов эксперимента	Обработка результатов физического эксперимента. Интерполирование. Экстраполирование.
Система учебного физического эксперимента	Психолого-педагогические требования к учебному физическому эксперименту. Учебный физический эксперимент и его

	задачи. Учебный физический эксперимент и его структура.
--	---

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Техника физического эксперимента и автоматизация измерений	34	51		59	144
Лабораторные материалы, приемы их получения и обработки	7	10		12	29
Принципы проведения физического эксперимента	7	10		12	29
Техника физического эксперимента	7	10		12	29
Методы обработки и представление результатов эксперимента	7	10		12	29
Система учебного физического эксперимента	6	11		11	28
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	51		59	144

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Физический эксперимент. Планирование и создание установки для проведения физического эксперимента. Необходимость автоматизации экспериментальных измерений.
2. Характер погрешностей экспериментальных измерений.
3. Особенности применения измерительных и регистрирующих устройств.
4. Типы измерительных приборов. Класс точности измерительных приборов.
5. Лабораторные материалы, приемы их получения и обработки. Металлы, сплавы, карбиды. Неметаллы. Пластмассы. Стекло и керамика. Замазки и клеи.
6. Некоторые лабораторные технологии. Пайка и сварка. Обработка поверхностей. Обработка стекла. Металлические покрытия. Тонкие пленки, проволоки и нити.
7. Выращивание монокристаллов из расплава металлов: метод Бриджмена, метод Чохральского.
8. Температура. Температурные шкалы. Методы измерения температуры.
9. Устройство и принцип действия газового термометра.
10. Устройство и принцип действия жидкостного термометра.
11. Устройство и принцип действия металлического термометра.
12. Устройство и принцип действия терморезисторного термометра.
13. Устройство и принцип действия термоэлектрического термометра.
14. Устройство и принцип действия термодинамического термометра.
15. Беззондовые методы: радиационный метод измерения температуры.
16. Беззондовые методы: спектральный метод измерения температуры.
17. Беззондовые методы: акустический метод измерения температуры.

18. Общие принципы построения вакуумных систем. Элементы вакуумной аппаратуры.
19. Механические вакуумные насосы с масляным уплотнением.
20. Эжекторные и струйные паромасляные вакуумные насосы.
21. Измерение и контроль вакуума. Термопарные и ионизационные вакуумметры.
22. Основные сведения о давлениях, используемых в современных методах исследований вещества. Соотношение единиц размерности давления.
23. Методы измерения давлений: жидкостные манометры; дифференциальные микроманометры. Системы регистрации уровня жидкости.
24. Поршневые манометры с не уплотняемым поршнем – грузопоршневой манометр.
25. Деформационные манометры с емкостным, струнным и индуктивным преобразователями.
26. Прямые физические методы измерения давления – пьезоэлектрические и пьезомагнитные преобразователи; резисторные, диэлектрические и полупроводниковые.
27. Косвенные методы измерения давления – основанные: на уравнении состояния идеального газа, на фазовых переходах, на изменении физических свойств измеряемой среды.
28. Системы создания высокого давления - гидропрессы, мультипликаторы, рабочие жидкости и газы.
29. Автоклавы, трубопроводы, вентили, соединения, уплотнения, запоры, изолированные вводы, окна.
30. Системы измерения высокого давления и температуры в автоклаве – деформационные и манганиновые манометры, термометры сопротивления.
31. Радиотехнические измерения. Методы и приборы для измерения электрических величин постоянного тока: амперметры, вольтметры, омметры, С и L – метры, частотомеры.
32. Методы и приборы для измерения электрических величин переменного тока: активное и реактивное сопротивление, полное сопротивление цепи, С и L – метры, частотомеры.
33. Преобразующие устройства – усилители напряжения (УПТ, УВЧ), модуляторы, амплитудные дискриминаторы, интеграторы.
34. Устройство и принцип действия электронного осциллографа.
35. Применение электронного осциллографа для наблюдения сложения продольных и поперечных электрических колебаний высокой частоты.
36. Акустические методы измерений. Излучатели и приемники ультразвуковых волн. Акустические камеры.
37. Интерферометрический и импульсный методы измерения скорости распространения ультразвуковых волн в жидкостях и твердых телах.
38. Измерение поглощения ультразвуковых волн.
39. Методы представления экспериментальных результатов: графический, табличный.
40. Методы обработки экспериментальных данных: метод наименьших квадратов, интерполяция, экстраполяция

7.2. Темы лабораторных работ:

- Знакомство с научными лабораториями кафедры. Введение. Техника безопасности.
- Методика приготовления металлографических шлифов для световой микроскопии, травление, оценка микроструктуры стальных образцов и сплавов.
- Освоение методики термического напыления металлических фольг (ВУП).
- Освоение методики приготовления образцов для рентгеноструктурного анализа.

- Изучение аппаратуры для методов выращивания монокристаллов и проведение эксперимента по выращиванию монокристаллов Cu и Sb.
- Освоение методики измерения величины микротвердости (ПМТ – 3).

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Лабораторная работа	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Зачет		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.

2) для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;

- в форме электронного документа;

2) для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий (ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Сенченков, А. П. Техника физического эксперимента : Измерение электрических величин. Работа с высоким напряжением и ядерными излучениями. Вакуумная техника. - М. : Энергоатомиздат, 1983.
2. Лавренчик, В. Н. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов : [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов] / В. Н. Лавренчик. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 270 с.
3. Методы и аппаратура для физических исследований : сб. науч. тр. / Латв. гос. ун-т им. П. Стучки, НИИ физики твердого тела ; [редкол.: Я. Янсонс (отв. ред.) и др.]. - Рига : ЛГУ, 1989. - 206 с.
4. Соболев, Д. А. Практикум по технике физического эксперимента / Д. А. Соболев, С. Н. Сергеев ; МГУ им. М. В. Ломоносова, Физ. фак., НИОСО СУНЦ МГУ. - М. : Изд-во МГУ, 1992. - 188,[3] с.

11.2. Дополнительная литература

1. Ляликов, Ю. С. Физико-химические методы анализа : [Учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов] / Ю. С. Ляликов. - 5-е изд. - М. : Химия, 1974. - 536 с.
2. Васильев, В. П. Теоретические основы физико-химических методов анализа : [Учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов] / В. П. Васильев. - М. : Высш. шк., 1979. - 184 с.
3. Физико-химические методы анализа : Практ. руководство / В. Б. Алесковский, В. В. Бардин, Е. С. Бойчинова и др. ; Под ред. В. Б. Алесковского. - Л. : Химия. Ленингр. отделение, 1988. - 376 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).