

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра физики неравновесных процессов метрологии и экологии
им. И.Л. Повха

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы	Техническая физика беспилотных систем
Специализация	
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Измерительные преобразования и преобразователи»** для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 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 2025 года.

Разработчик:

старший преподаватель кафедры физики
неравновесных процессов метрологии и
экологии им. И.Л. Повха

В.Н. Лебедев

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры физики неравновесных процессов метрологии и экологии им. И.Л. Повха
Протокол от 03.04.2025 г. № 16.

Заведующий кафедрой

П. В. Асланов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 16.04.2025 г. № 4.
Председатель

В.Н. Котенко

Руководитель основной образовательной
программы, доц., канд. физ.-мат. наук, ст.
научн. сотр.
03.04.2025 г.

П. В. Асланов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной дисциплины: Высшая математика, Информатика, Физика, Электротехника и электроника, Схемотехника измерительных устройств, Физические основы измерений, Общая теория измерений, Взаимозаменяемость и нормирование точности.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Методы и средства измерений и контроля, Основы проектирования продукции, Прикладная метрология, Автоматизация измерений, контроля и испытаний, а также должно быть использовано при прохождении учебных и научно-производственных практик, а также в ходе выполнения и защиты выпускной квалификационной работы бакалавриата.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.6.1 Измерительные преобразования и преобразователи
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	3	6	30	0	30	30	90	зачёт

3. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование знаний и приобретение навыков в области теоретических основ измерительных преобразований; физических принципов действия различных видов измерительных преобразователей; определения параметров и характеристик измерительных преобразователей; выбора и применения измерительных преобразователей в зависимости от решаемой измерительной задачи.

Для изучения дисциплины «Измерительные преобразования и преобразователи» студент должен знать основные физические законы и явления механики, электричества, электромагнетизма, термодинамики, оптики, а также физико-химические свойства материалов.

Задачи дисциплины: - получение обучающимися знаний о методах измерений,

принципах действия современных технических средств измерений и об их метрологических характеристиках;

- формирование навыков выбора методов и средств измерений в зависимости от поставленной измерительной задачи;

- умения представить результаты измерений в соответствии с принципами метрологии и действующими нормативными документами.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции:

<i>Профессиональные компетенции (ПК):</i>	
Производственно-технологическая деятельность	ПК-4. Способен определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля.

Достижение компетенций оценивается на основе индикаторов и соответствующих им результатов обучения.

Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения.
Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-4. Способен определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля.	ПК-4.1. Проводит изучение и анализ необходимой информации, технических данных и метрологических характеристик приборов.	Знать: метрологические и эксплуатационные характеристики средств измерений.
		Уметь: выбирать методы и средства измерения, необходимые для информационного и метрологического обеспечения систем контроля и автоматизации.
		Владеть: методами выбора средств измерений.
	ПК-4.2. Изучает номенклатуру современных измерительных преобразователей основанных на различных физических принципах действия	Знать: основанные физические принципы действия измерительных преобразователей
		Уметь: выбирать измерительные преобразователи в соответствии с заданными техническими требованиями
		Владеть: методами выбора измерительных преобразователей.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Темы	Вопросы темы
1. Теоретические основы работы измерительных	Основные термины и определения. Понятие измерения как совокупности измерительных

Темы	Вопросы темы
преобразователей.	преобразований. Понятия измерительного преобразования и измерительного преобразователя.
2. Входная и выходная физическая величина. Классификация измерительных преобразователей.	Понятия входной и выходной физических величин. Первичные, вторичные, промежуточные и выходные измерительные преобразователи. Датчики.
3. Режимы работы измерительных преобразователей.	Статический режим работы измерительных преобразователей. Динамический режим работы измерительных преобразователей
4. Статические характеристики измерительных преобразователей	Основные статические характеристики измерительных преобразователей. Понятие функции преобразования. Чувствительность.
5. Динамические характеристики измерительных преобразователей	Основные динамические характеристики измерительных преобразователей. Дифференциальное уравнение. Передаточная функция. Переходная и импульсная характеристики. Амплитудночастотная и фазочастотная характеристики.
6. Основные виды погрешностей измерительных преобразователей.	Погрешности статического и динамического режимов работы. Абсолютная, относительная, приведенная, аддитивная, мультипликативная погрешности.
7. Основные структурные схемы соединения измерительных преобразователей в измерительных устройствах.	Последовательное соединение. Параллельное соединение. Дифференциальная схема. Логометрическая схема. Компенсационная схема. Влияние схемы соединения измерительных преобразователей на погрешности измерительных устройств.
8. Принципы классификации и разновидности основных типов измерительных преобразователей.	Классификация основных видов измерительных преобразователей. Аналоговые и аналого-цифровые измерительные преобразователи. Время-импульсное преобразование. Частотно-импульсное преобразование. Поразрядное уравнивание. Цифро-аналоговые измерительные преобразователи.
9. Генераторные измерительные преобразователи.	Понятие о генераторных измерительных преобразователях. Основные сведения о генераторных измерительных преобразователях. Термoeлектрические измерительные преобразователи. Пьезoeлектрические измерительные преобразователи.
10. Параметрические измерительные преобразователи.	Характеристики и разновидности параметрических измерительных преобразователей. Терморезисторные измерительные преобразователи. Емкостные измерительные преобразователи. Индуктивные измерительные преобразователи. Пневматические измерительные преобразователи.

6. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов	
	Очная форма обучения	

	Всего	В т.ч.			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самост. работа
1. Теоретические основы работы измерительных преобразователей.	4	2			2
2. Входная и выходная физическая величина. Классификация измерительных преобразователей.	6	2			4
3. Режимы работы измерительных преобразователей.	10	2		4	4
4. Статические характеристики измерительных преобразователей.	10	2		4	4
5. Динамические характеристики измерительных преобразователей.	10	2		4	4
6. Основные виды погрешностей измерительных преобразователей.	10	4		4	2
7. Основные структурные схемы измерительных преобразователей в измерительных устройствах.	11	4		4	3
8. Принципы классификации и разновидности основных типов измерительных преобразователей.	7	4			3
9. Генераторные измерительные преобразователи.	11	4		6	1
10. Параметрические измерительные преобразователи.	11	4		4	3
Всего часов	90	30		30	30

7. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа имеет особенное значение для творческого усвоения основных понятий и категорий основы научной работы обучающихся. Самостоятельная работа обучающегося является важной

формой учебного процесса, которая позволяет приобрести, а также закрепить новые знания, навыки и умения, сформировать личные убеждения, использовать полученные знания и умения в практической деятельности. Она осуществляется на протяжении всего процесса обучения и имеет следующие стадии:

1. Первичное ознакомление с теоретическим материалом и составление конспекта;
2. Изучение и усвоение теоретического материала;
3. Самостоятельная проработка литературных источников и обобщение изученного материала;
4. Подготовка к практическим (лабораторным) занятиям;
5. Выполнение практических заданий;
6. Индивидуальная работа по заданию преподавателя.

Контрольными формами самостоятельной работы по дисциплине могут быть следующие: работа с литературными первоисточниками по темам дисциплины; выполнение практических заданий, подготовка докладов, тезисов, научных статей.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Понятие измерительного преобразования. Измерительный преобразователь как разновидность средств измерений. Датчики.
2. Статические характеристики ИП.
3. Классификация динамических характеристик ИП. Передаточная функция.
4. Переходная и импульсная характеристики ИП.
5. Частотные динамические характеристики ИП.
6. Основные виды динамических звеньев.
7. Погрешности ИП.
8. Последовательная и параллельная схемы соединения ИП в измерительных устройствах.
9. Логометрическая и дифференциальная схемы соединения ИП в измерительных устройствах.
10. Компенсационные схемы соединения ИП в измерительных устройствах.
11. Аналого-цифровое преобразование. Дискретизация, квантование, кодирование
12. Аналого-цифровые ИП с время-импульсным преобразованием.
13. Аналого-цифровые ИП с частотно-импульсным преобразованием
14. Аналого-цифровые ИП поразрядного уравнивания.
15. Цифро-аналоговые ИП.
16. Генераторные и параметрические ИП и их измерительные цепи.
17. Пневматические ИП манометрического типа.
18. Пневматические ИП ротаметрического типа.
19. ИП с упругими элементами.
20. Реостатные ИП
21. Тензорезисторные ИП
22. Термоэлектрические ИП
23. Терморезисторные ИП
24. Термисторы и их применение.
25. Емкостные ИП
26. Индуктивные ИП

27. Фотоэлектрические ИП с внешним и внутренним фотоэффектом.
28. Фотоэлектрические ИП фотогальванического типа.
29. Пьезоэлектрические ИП.
30. Основные виды пьезоэлектриков.
31. Электролитические ИП.
32. Гальванические ИП.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства детализируются по видам работ в оценочных материалах по дисциплине, которые утверждаются на заседании кафедры.

Система оценивания по дисциплине по очной форме обучения

Форма контроля	Максимальное количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
промежуточный контроль	4	4
лабораторная работа (9 лаб. работ)	4	36
Промежуточная аттестация	экзамен	60
Итого за семестр	100	

10. 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.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа обучающегося в	10
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	20

	Итого	40
Экзамен		60
Общий итог		100

Порядок оценивания учебных достижений обучающихся

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по пятибалльной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	зачет
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции по дисциплине «Измерительные преобразования и преобразователи» проводятся в аудиториях учебного корпуса № 4, расположенного по адресу г. Донецк, пр. Театральный, 13. Аудитории оборудованы меловой или маркерной доской, мультимедийным проектором и экраном, ноутбуком, комплектом учебной мебели для студентов, рабочим местом преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для проведения практических и лабораторных занятий используется учебная лаборатория «Аэродинамических измерений, расположенная по адресу: г.Донецк, пр. Театральный, д. 13, ауд. 0010, 74,3 м².

В лаборатории установлено следующее оборудование:

- аэродинамическая труба замкнутого типа с открытой рабочей частью малых скоростей;
- 2 ПЭВМ для снятия и обработки данных с выходом в сеть;
- горизонтальная аэродинамическая труба;
- бокс для исследования конвективных течений;
- термоанемометр постоянной температуры 094T11;
- измеритель диф. давления МКВ-2500;
- наклонный микроанометр ММН-240 – 2 шт.;
- установка для исследования неизотермических струйных течений;
- различные координатные устройства – 3 шт.

Самостоятельная работа студентов проходит в следующих помещениях:

– читальный зал № 3 авторефератов и диссертаций, укомплектован комплектом учебной мебели на 50 посадочных мест, оснащен компьютером в комплекте (2 шт.), расположен по адресу: г. Донецк, пр. Театральный, 13, каб. 106;

– читальный зал № 4 периодической литературы, укомплектован учебной мебелью на 31 посадочное место, оснащен компьютером в комплекте (1 шт.), расположен по адресу: г. Донецк, ул. Университетская, 24, каб. 19.

Самостоятельная работа студентов обеспечивается в компьютерном классе кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И. Л. Повха, расположенном по адресу: г.Донецк, пр. Театральный, 13, ауд. 231-232.

Класс оборудован компьютерами с лицензионным программным обеспечением и доступом к сети Интернет, принтером; укомплектован мебелью на 20 посадочных мест и доской.

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.

12. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Полищук Е. С. Измерительные преобразователи. Киев Вища школа, 1981. 296 с.
 2. Раннев Г. Г. Методы и средства измерений / Г. Г. Раннев, П. Тарасенко. М. : Издательский центр «Академия», 2004
 3. Фрайден Дж. Современные датчики: справочник. –М.: ЗАО Техносфера, 2005. 592 с.
 4. В.Ю.Шишмарев. Технические измерения и приборы. ACADEMIA.2010.
- Датчики: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М.Шарапова, Е.С.Полищука.
- М.: Техносфера, 2012. 624 с.

Дополнительная литература

1. Бриндли К. Измерительные преобразователи. – М. : Энергоатомиздат, 1991. 134 с.
2. Харт Х. Введение в измерительную технику.- М.: Мир, 1999

13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

- | | | |
|----|--|--|
| 1. | Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| 2. | Российская национальная библиотека | www.nlr.ru |
| 3. | Библиотека академии наук | www.benran.ru |
| 4. | Библиотека по естественным наукам РАН | www.viniti.ru |
| 5. | Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) | www.gpntb.ru |
| 6. | Государственная публичная научно- | |

14. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Операционные системы Windows.
2. Стандартные офисные программы.
3. Пакет MicrosoftVisio – для выполнения схем и рисунков.
4. Пакет MicrosoftPowerPoint – для подготовки и демонстрации презентаций.