

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 07.10.2023 16:33:07  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования**

**«Московский политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета машиностроения



/Сафонов Е.В./

2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Физические основы технических измерений**

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

**Профиль: Роботизированные комплексы**

Квалификация (степень) выпускника: **бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Москва 2021 г.

Программа дисциплины «Физические основы технических измерений» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по профилю подготовки «Роботизированные комплексы»

Программу составил:



д.т.н., проф. М.Ю. Рачков

Программа дисциплины «Физические основы технических измерений» по направлению по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по профилю подготовки «Роботизированные комплексы» утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

доц., к.т.н.



/А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по профилю подготовки «Роботизированные комплексы».

\_\_\_\_\_  /В.В. Матросова/

«31» 08 2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета

Председатель комиссии



/ А.Н. Васильев /

06 09 2021 г. Протокол: N 9-21

Присвоен регистрационный номер:

15.03.04.01/01.2021. 025

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **1.1. Цели дисциплины**

Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с общими физическими принципами измерений.

### **1.2. Задачи дисциплины**

Изучение теории измерений

Изучение основных методов измерений

Изучение метрологического обеспечения датчиков

Моделирование схем датчиков

## **2. Требования к уровню освоения дисциплины**

### **2.1. Уровень освоения дисциплины**

**В результате изучения дисциплины студенты должны знать:**

- основные понятия теории измерений
- виды и методы измерений
- метрологическое обеспечение измерений

**В результате изучения дисциплины студенты должны уметь:**

- выбирать метод для проведения измерений
- составлять и моделировать схемы датчиков
- соотносить датчики с объектом измерения

**В результате изучения дисциплины студенты должны владеть:**

- навыками по выбору датчиковой аппаратуры
- навыками по составлению измерительных схем

### **2.2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина относится к базовой части блока Б1. Ее изучение обеспечивает изучение дисциплин:

*В базовой части:* электротехника и электроника, теория автоматического управления, теоретическая механика, информационные технологии.

*В вариативной части:* моделирование систем управления, системы автоматизированного проектирования, проектная деятельность.

*В дисциплинах по выбору студента:* мобильные роботизированные системы, основы робототехники, интеллектуальные системы управления, программное обеспечение систем управления, компьютерные системы обработки экспериментальных данных, основы теории систем и системного анализа.

### 2.3. Компетенции:

ПК-6	Способность проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	<p><b>знать:</b> основные понятия и принципы измерений</p> <p><b>уметь:</b> грамотно формулировать цель и задачи, решаемые в процессе проведения эксперимента</p> <p><b>владеть:</b> методами измерений</p>
------	---	---

### 3. Виды учебных занятий по дисциплине и их объёмы (в часах)

Вид учебных занятий	Всего Семестры	
	5	
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторная нагрузка	34	34
Лекции	18	18
Практические занятия (семинары)	18	18
Лабораторный практикум	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Курсовой проект (работа)	-	-
Вид аттестации		ЭКЗ

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Тематическое содержание дисциплины

##### Тема 1. Теория измерений

Аспекты измерения  
Информация и ее связь с измерением  
Виды технических измерений  
Измерение нефизических величин

## Тема 2. Основные принципы измерений

Объекты измерений  
Единицы измерений  
Эталоны  
Методы измерений  
Стратегии измерений

## Тема 3. Метрологическое обеспечение измерений

Основные понятия  
Погрешности измерений  
Согласование объекта измерения и измерительной системы  
Физические основы измерения времени

## Тема 4. Моделирование схем датчиков

Резистивные измерительные преобразователи – Емкостные измерительные преобразователи – Электромагнитные измерительные преобразователи – Пьезоэлектрические измерительные преобразователи – Термометрические измерительные преобразователи – Корректор нелинейности датчика

### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел дисциплины	Всего	Количество часов			
		Самостоя- тельная работа	Аудиторные занятия		
			Лекции (интеракт. часы)	Практи- ческие занятия (интеракт. часы)	Лабора- торный практикум (интеракт. часы)
Семестр 3					
Тема 1. Теория измерений	18	20	5(5)	5(5)	-
Тема 2. Основные принципы измерений	18	20	5(5)	5(5)	-
Тема 3. Метрологическое обеспечение измерений	18	20	5(5)	5(5)	-
Тема 4. Моделирование схем датчиков	18	12	3(3)	3(3)	36
Итого	144	72	18	18	36

### 4.3. Лабораторный практикум

- 1) Резистивные измерительные преобразователи
- 2) Емкостные измерительные преобразователи
- 3) Электромагнитные измерительные преобразователи
- 4) Пьезоэлектрические измерительные преобразователи
- 5) Термометрические измерительные преобразователи
- 6) Корректор нелинейности датчика

## 5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### 5.1.1. Контроль самостоятельной работы студентов

Проверка готовности студентов проводится на практических занятиях.

#### 5.1.2. Текущий контроль знаний студентов

Текущий контроль знаний (ТКЗ) студентов проводится в часы интерактивных лекций (устный опрос) и компьютерного тестирования.

#### 5.1.3. График текущего контроля успеваемости студентов

Семестр 3								
Недели	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16
ПГ	+	+	+	+	+	+	+	+
ПрКТ				+	+	+	+	
ЗЛР								+
КТ								+

Виды текущего контроля
ЗЛР - Защита лабораторной работы; КТ - Компьютерное тестирование; ПГ - Проверка уровня готовности студента; ПрКТ - Промежуточное компьютерное тестирование

### 5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация студентов в семестре проводится на основе опроса для проверки уровня готовности студента и промежуточного компьютерного тестирования.

#### 5.2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ПК-6	Способность проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### **5.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-6: Способность проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> основные понятия и принципы измерений	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: историю развития науки и техники	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: историю развития науки и техники в	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: историю развития науки и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: историю развития науки и

	науки и техники в области управления, методологию науки и техники в области управления.	области управления, методологию науки и техники в области управления. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	техники в области управления, методологию науки и техники в области управления, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	техники в области управления, методологию науки и техники в области управления.
<b>уметь:</b> грамотно формулировать цель и задачи, решаемые в процессе проведения эксперимента	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: использовать основы философских знаний, анализировать главные этапы и закономерности исторического развития техники.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать основы философских знаний, анализировать главные этапы и закономерности исторического развития техники.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать основы философских знаний, анализировать главные этапы и закономерности исторического развития техники. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать основы философских знаний, анализировать главные этапы и закономерности исторического развития техники.  Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.



<b>владеть:</b> методами измерений	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами измерений.	Обучающийся владеет основами методов измерений. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях, владеет способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.	Обучающийся частично владеет методами измерений, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации, владеет способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.	Обучающийся в полном объеме владеет методами измерений, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности, владеет способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.

**Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература**

1. М.Ю. Рачков, Физические основы технических измерений, М., МГИУ, 2014, Гриф УМО.
2. М.Ю. Рачков, Измерительные устройства автомобильных систем: учеб. пособие для вузов. - М.: МГИУ, 2007. Гриф УМО.

### **6.2. Периодические издания**

Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».

Приложение 1  
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

**Форма обучения: очная**

**Вид профессиональной деятельности:**  
**производственно-технологическая, организационно-управленческая**

**Кафедра «Автоматики и управления»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Физические основы технических измерений**

Направление подготовки

## **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

### **Профиль: Роботизированные комплексы**

по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по профилю подготовки «Роботизированные комплексы»

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:  
вариант билета  
перечень вопросов для аттестации

## 1. Паспорт фонда оценочных средств

### ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирован ия компетенци й</b>	<b>Форма оценочного средства</b>
<b>ИН- ДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВКА</b>			

ПК-6	Способность проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	<p>знать:</p> <p>основные понятия и принципы измерений</p> <p>уметь:</p> <p>грамотно формулировать цель и задачи, решаемые в процессе проведения эксперимента</p> <p>владеть:</p> <p>методами измерений.</p>	лекция, самостоятельная работа, практические работы	УО, КТ
------	---	--	---	--------

## Вариант билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

---

Факультет машиностроения, кафедра «Автоматика и управление»

Дисциплина «Физические основы технических измерений»

### БИЛЕТ № 3

1. Наука, ее цель и виды.
2. Планирование измерительного эксперимента

Утверждено на заседании кафедры « » \_\_\_\_\_ 201 г., протокол № .

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Список вопросов к промежуточной аттестации по дисциплине	Код компетенции
--	-----------------

1. История развития измерений
2. Аспекты измерения
3. Роль измерений в теоретических и прикладных науках
4. Информация и ее связь с измерением
5. Виды технических измерений
6. Блок-схема алгоритма измерения
7. Измерение нефизических величин
8. Объекты измерений
9. Единицы измерений
10. Основные, дополнительные и производные единицы системы СИ
11. Приставки к единицам, размерность величин
12. Эталоны
13. Методы измерений
14. Метод аналогий, V-величины, I-величины
15. Стратегии измерений
16. Стратегия когерентных выборок
17. Стратегия случайных выборок
18. Временное мультиплексирование
19. Частотное мультиплексирование
20. Метрологическое обеспечение измерений
21. Вариация показаний прибора, чувствительность измерений
22. Цена деления шкалы, временем успокоения, временем установления
23. Разрешающая способность, порог чувствительности
24. Ошибка усечения, ошибка квантования, ошибка округления
25. Степень нелинейности
26. Динамический диапазон измерительной системы, децибел
27. Погрешности измерений
28. Зависимость абсолютной погрешности прибора от измеряемой величины
29. Класс точности прибора
30. Методы компенсации погрешности
31. Согласование объекта измерения и измерительной системы
32. Анэнергетическое согласование
33. Энергетическое согласование
34. Градуировка, юстировка и регулировка
35. Стандартизация и сертификация
36. Государственная система приборов и средств автоматизации
37. Организация измерительного эксперимента
38. Элементы математической статистики
39. Регрессионный анализ
40. Многофакторный измерительный эксперимент
41. Оптимальное планирование измерительного эксперимента
42. Отсеивающий измерительный эксперимент
43. Дисперсионный анализ измерительного эксперимента



