

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Елкин А.И.

« 30 » *августа* 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая теория измерений»

направление подготовки / специальность

27.03.01 Стандартизация и метрология

направленность (профиль) подготовки

Стандартизация и метрология

г. Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Общая теория измерений» является формирование у студентов понимания теоретических основ современных методов измерений и естественных пределов достижимой точности измерений.

Задачи:

- изучение теоретических понятий, представлений, закономерностей и явлений в контексте их использования при измерениях;
- решение вопросов метрологического обеспечения разработки, производства и эксплуатации промышленной продукции в условиях постоянной и закономерной смены поколений средств, методов и элементной базы при создании измерительной техники на основе новых физических принципов;
- подготовка студентов к изучению последующих общепрофессиональных и специальных дисциплин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Общая теория измерений» относится к обязательной части учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен выполнять метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений, состояния и применения средств измерений	ПК-2.1. Знает нормативно-техническую базу, типы средств измерений, используемых в профессиональной деятельности	Знает нормативную базу в области измерений Умеет выполнять метрологический контроль и надзор Владеет навыками контроля, поверки и калибровки СИ	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
	ПК-2.2. Умеет выполнять метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений		Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
	ПК-2.3. Владеет навыками контроля соответствия рабочих эталонов, средств поверки и калибровки требованиям, указанных в нормативно-технической документации, навыками анализа и определения потребности подразделения в рабочих эталонах, средства поверки и калибровки, навыками подбора и приобретения рабочих эталонов, средств поверки и калибровки		Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание

ПК-10. Способен проводить инспекционный контроль производства	ПК-10.1. Знает особенности проведения инспекционного контроля производства, нормативные документы, регламентирующие деятельность	Знает особенности проведения инспекционного контроля производства Умеет организовывать инспекционный контроль Владеет средствами компьютерной техники в области измерений	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
	ПК-10.2. Умеет проводить инспекционный контроль производства, организовывать непосредственную деятельность персонала по выполнению работ, связанных с инспекционным контролем производства		Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
	ПК-10.3. Владеет навыками проведения инспекционного контроля производства, поддержания системы менеджмента качества, подразделения метрологической службы, организации работы согласно требованиям действующей документации		Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет: для очной формы обучения - 5 зачетных единиц, 180 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение. Основные понятия и определения ФОИ	2	1-2	2	2		2	16	
2	Физический континуум	2	3-4	2	2		2	16	Рейтинг-контроль 1
3	Фундаментальные физические константы	2	5-6	2	2		2	16	
4	Высокостабильные квантовые эффекты	2	7-9	2	2		2	16	
5	Физические явления, используемые при высокоточных измерениях	2	10-11	4	4		4	16	Рейтинг-контроль 2
6	Физические законы, используемые в измерительной технике	2	12-15	4	4		4	16	

7	Эталоны и эталонная база	2	16-17	2	2		2	21	Рейтинг-контроль 3
Всего за 2 семестр:				18	18			117	экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18	18			117	экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Основные понятия и определения.

Тема 1. Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины.

Тема 2. Роль и место измерений и измерительной техники в системе естественных наук.

Тема 3. Взаимозависимость теоретической и прикладной метрологии с другими базовыми дисциплинами.

Тема 4. Физическое содержание процесса измерения. Структура дисциплины, её связь с другими специальными дисциплинами.

Раздел 2. Физический континуум.

Тема 1. Материя и движение. Элементы современной физической картины мира.

Тема 2. Физические величины и их единицы. Теория отражения.

Раздел 3. Фундаментальные физические константы.

Тема 1. Константы макромира.

Тема 2. Константы микромира.

Тема 3. Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира

Раздел 4. Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин.

Тема 1. Квантовые переходы.

Тема 2. Эффекты Холла и Джозефсона

Раздел 5. Физические явления, используемые при высокоточных измерениях.

Тема 1. Классификация явлений.

Тема 2. Электромагнитные явления.

Тема 3. Резонансные явления на квантовом уровне.

Раздел 6. Фундаментальные физические законы, используемые в измерительной технике.

Тема 1. Использование в измерительной технике законов механики.

Тема 2. Использование в измерительной технике законов электромагнетизма.

Тема 3. Использование в измерительной технике тепловых законов.

Раздел 7. Эталоны и эталонная база

Тема 1. Эволюция эталонов основных единиц СИ (SI), физические принципы, положенные в основу их функционирования. Воспроизведение единиц длины, массы, времени.

Тема 2. Эталоны на основе квантовых эффектов Холла и Джозефсона.

Тема 3. Эталон единицы силы постоянного электрического тока.

Тема 4. Эталон единицы силы света – кандела. Моль – единица количества вещества.

Тема 5. Эталоны производных физических величин.

Тема 6. Практическое использование эталонной базы в интересах метрологического обеспечения разработки, производства и эксплуатации промышленной продукции.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Основные понятия и определения ФОИ.

Тема 2. Роль и место измерений и измерительной техники в системе естественных наук.

Определение объема тела неправильной формы

Определение массы тела на равноплечных весах

Тема 4. Физическое содержание процесса измерения. Структура дисциплины, её связь с другими специальными дисциплинами.

Физические величины и их единицы

Применение методов теории размерностей для определения зависимости между физическими величинами

Раздел 2. Физический континуум.

Тема 2. Физические величины и их единицы. Теория отражения.

Возмущающие факторы и способы учета или исключения их влияния на результаты измерений

Расчет и оценка величины систематической погрешности измерений

Раздел 3. Фундаментальные физические константы.

Тема 1. Константы макромира.

Точечные оценки результатов измерений

Тема 2. Константы микромира.

Методы и методики измерений. Расчет надежности приборов.

Раздел 7. Эталоны и эталонная база

Тема 6. Практическое использование эталонной базы в интересах метрологического обеспечения разработки, производства и эксплуатации промышленной продукции.

Классы точности средств измерений.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3)

Рейтинг-контроль 1

Какова роль измерений в системе естественных наук?

а) измерения являются одним из основных способов познания природы, ее явлений и законов;

б) измерения служат как получению научных знаний, так и получению информации в общем смысле;

в) измерения не являются обязательными при получении информации о природных явлениях.

2. Обязательно ли использовать физические законы для процесса измерения?

а) да, измерение как процесс нахождения значения физической величины всегда опирается на законы физики;

б) нет, в процессе измерения не обязательно знание физических законов.

3. Какое количество форм существования материи открыто на сегодня?

а) бесчисленное множество конкретных форм, различных объектов и систем;

б) только три основных (системы неживой природы, биологические системы, социально организованные системы).

4. Какие из 4-х физических понятий(время и пространство; движение; взаимодействие; единство и многообразие мира) являются фундаментальными?

а) только первые три;

б) только последние три;

в) все четыре понятия.

5. Какими типовыми свойствами характеризуется макромир?

а) тепловыми;

б) электромагнитными;

в) всеми свойствами материального мира.

6. Что такое корпускулярно-волновой дуализм (КВД)?

а) специфическое качество микрообъектов, описываемых квантовой механикой и выражающееся в наличии у этих объектов противоположных корпускулярных и волновых свойств;

б) это связь макро- и микромира, отображающая особенности их единства;

в) точной интерпретации КВД не существует.

7. Какая из систем измерений принята международной организацией по стандартизации (ИСО)?

а) МКГСС;

б) СГС;

в) СИ.

Рейтинг-контроль 2

Какие из следующих констант макромира (длина земного меридиана на уровне моря, период обращения Земли вокруг оси, период обращения Земли вокруг Солнца, ускорение при свободном падении, скорость света в вакууме) являются фундаментальными?

а) длина земного меридиана на уровне моря, период обращения Земли вокруг оси, период обращения Земли вокруг Солнца;

б) период обращения Земли вокруг оси, период обращения Земли вокруг Солнца, ускорение при свободном падении, скорость света в вакууме;

в) все пять констант.

2. Какие из перечисленных принципов (принцип неопределенности Гейзенберга, принцип неопределенности Найквиста, принцип взаимодействия прибора и объекта измерения, принцип несовершенства полезных сигналов, принцип технологического несовершенства приборов, принцип воздействия внешних возмущений на прибор, принцип несовершенства технологии измерения) показывают невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений?

а) первые пять;

б) последние пять;

в) все 7 принципов.

3. Какие из следующих констант микромира (масса электрона, гиромагнитное отношение электрона, гиромагнитное отношение протона, квант магнитного потока, постоянная фон-Клицинга, постоянная тонкой структуры, гравитационная постоянная) являются фундаментальными?

а) масса электрона, гиромагнитное отношение электрона, гиромагнитное отношение протона, квант магнитного потока;

б) масса электрона, гиромагнитное отношение электрона, квант магнитного потока, постоянная тонкой структуры, гравитационная постоянная) являются фундаментальными;

в) все восемь констант.

4. Какие константы используются при переходе от свойств микромира к свойствам макромира?

а) постоянна Планка, постоянная Авогадро;

б) постоянная Авогадро, постоянная Больцмана, гравитационная постоянная;

в) постоянна Планка, постоянная Авогадро, постоянная Больцмана;

г) все постоянные.

5. На основании каких эффектов основан эталон единицы напряжения?

а) эффект Холла;

б) эффект Джозефсона;

в) эффекты Холла и Джозефсона.

6. К каким физическим явлениям относится эффект Джозефсона?

а) магнитным;

- б) резонансным явлениям на квантовом уровне;
- г) электромагнитным.

7. Каким символом в уравнении Найквиста

$$(U_{ш})^2 = 4KTRf,$$

обозначают постоянную Больцмана?

- а) T;
- б) K;
- в) R;
- г) U;
- д) f.

Рейтинг-контроль 3

Для каких измерений применяется интерференция электромагнитных волн?

- а) длины электромагнитных волн;
- б) параметров электрического тока;
- в) измерений угловых и линейных размеров.

2. Какую физическую величину можно определить прибором, принцип измерения которого основан на эффекте Фарадея?

- а) угол поворота плоскости поляризации света;
- б) индукция магнитного поля и сила тока;
- в) длину пути света в веществе.

3. Что измеряется с помощью приборов, в которых используется прямой пьезоэффект?

- а) механические напряжения;
- б) ЭДС;
- в) сила и давление.

4. Какие приборы основаны на применении закона Архимеда?

- а) жидкостные манометры, барометры;
- б) ареометры, уровнемеры, измерители удельного веса.

5. На основании какой системы выполнены приборы: амперметры, вольтметры, омметры?

- а) магнитоэлектрической;
- б) электромагнитной;
- в) индукционной.

6. К какому типу СИ относятся газовые, жидкостные и парожидкостные термометры?

- а) манометрические;
- б) термоэлектрические;
- в) радиационные.

6. Какие средства измерений (СИ) называются рабочими эталонами?

- а) обычные средства измерений, но обладающие стабильными характеристиками;
- б) специально изготовленные СИ;
- в) СИ, прошедшие государственные испытания типа.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет)

Вопросы к зачету

1. Роль и место измерений и измерительной техники в системе естественных наук.
2. Физическое содержание процесса измерения.
3. Материя. Основные формы существования материи.
4. Макро- и микромир. Корпускулярно-волновой дуализм.
5. Физические величины и их единицы.
6. Теория отражения. Принципиальные ограничения достижения точности измерений.
7. Фундаментальные константы макромира.

8. Фундаментальные константы микромира.
9. Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира. Постоянная Планка. Постоянная Авогадро. Постоянная Больцмана.
10. Эффекты Холла и Джозефсона.
11. Классификация явлений, используемых при высокоточных измерениях.
12. Электромагнитные явления.
13. Термошумовой метод измерения температуры.
14. Интерференция магнитных волн.
15. Голографический способ, используемый при измерении различных величин.
16. Эффект Фарадея.
17. Эффекты Керра и Поккельса.
18. Прямой пьезоэффект.
19. Эффект Доплера.
20. Магнитный резонанс.
21. Метод свободной ядерной прецессии.
22. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).
23. Ядерный гамма-резонанс.
24. Типовые физические законы, используемые в измерительной технике.
25. Приборы инерционного действия.
26. Маятниковые средства измерений.
27. Применение закона Архимеда при создании СИ.
28. Термоанемометрический метод измерения скорости тепловых потоков.
29. Использование в измерительной технике законов электромагнетизма.
30. Приборы электромагнитной, электродинамической, ферродинамической и
31. электростатической систем.
32. Использование в измерительной технике тепловых законов.
33. Закон Планка. Закон Вина. Закон Стефана – Больцмана.
34. Эволюция эталонов основных единиц СИ (SI), физические принципы, положенные в основу их функционирования.
35. Эталоны производных физических величин.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Примерные темы для самостоятельной работы:

1. Перечислите высокостабильные квантовые эффекты и приведите примеры их использования для воспроизведения единиц физических величин.
2. Поясните структуру ГПЭ единиц времени и частоты.
3. Дайте современное определение секунды.
4. Поясните сущность эффектов Холла и Джозефсона.
5. Приведите примеры использования эффектов Джозефсона и Холла в метрологии.
6. Приведите примеры фундаментальных физических констант.
7. Приведите классификацию типовых физических явлений, используемых при высокоточных измерениях.
8. Приведите примеры использования методов квантовой метрологии для повышения точности измерений.
9. Поясните сущность термошумового метода измерений температуры.
10. Поясните сущность использования эффекта Джозефсона для измерения температуры.
11. Поясните применение лазерных интерферометров для измерения типовых механических величин с большой точностью.
12. Приведите примеры использования явления электромагнитной индукции для измерений типовых электрических величин.

13. Поясните сущность эффектов Фарадея, Керра и Поггеля и их использование в метрологии.

14. Поясните сущность пьезоэффекта и его использование в метрологии.

15. Поясните сущность эффекта Доплера и его использование в метрологии.

16. Поясните сущность магниторезонансных методов с оптической накачкой атомов и их использование в метрологии.

17. Приведите примеры использования законов механики в метрологии.

18. Поясните сущность закона Паскаля и его использование для измерения давления.

19. Поясните сущность законов Архимеда и его использование для измерения типовых физических величин.

20. Поясните сущность законов электромагнетизма и их использование для измерения типовых физических величин.

21. Приведите примеры использования в измерительной технике тепловых законов.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Латышенко, К. П. Общая теория измерений : учебное пособие / К. П. Латышенко. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 300 с. — ISBN 978-5-4487-0408-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/79654.html	2019	https://www.iprbookshop.ru/79654.html
2. Общая теория измерений. Практикум : учебное пособие / О. П. Дворянинова, Н. Л. Клейменова, О. А. Орловцева, А. Н. Пегина ; под редакцией О. П. Дворянинова. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 112 с. — ISBN 978-5-00032-300-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/74013.html	2017	https://www.iprbookshop.ru/74013.html
3. Ярьско, С. И. Физические основы измерений. Метод анализа размерностей : учебно-методическое пособие / С. И. Ярьско. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 144 с. — ISBN 978-5-7964-2025-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91136.html	2017	https://www.iprbookshop.ru/91136.html
Дополнительная литература		
1. Сборник задач и вопросов по курсу «Физические основы измерений и эталоны» / составители А. Ф. Дресвянников, И. Д. Сорокина. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 179 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/62664.html	2014	https://www.iprbookshop.ru/62664.html
2. Измерения, испытания, контроль. Физические основы, методы и средства : практикум / А. Ф. Дресвянников, Т. С. Горбунова, М. Е. Колпаков, Е. А. Ермолаева. — 2-е изд. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 115 с. — ISBN 978-5-7882-2000-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/79288.html	2016	https://www.iprbookshop.ru/79288.html
3. Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники : учебное пособие для вузов / Г. И. Зебрев. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 241 с. — ISBN 978-5-00101-830-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/4585.html	2020	https://www.iprbookshop.ru/4585.html

6.2. Периодические издания

1. Журнал «Стандарты и качество» - международное периодическое издание в области стандартизации и управления качеством. ISSN печатной версии 0038-9692
2. Журнал «Измерительная техника».
3. Журнал «Вестник федерального агентства по техническому регулированию и метрологии».

6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.gost.ru/wps/portal/> Официальный сайт Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии.
2. <http://www.stq.ru/> Редакционно-информационное агентство «Стандарты и качество». Средство массовой информации, посвященное проблемам в области стандартизации и качества в разных отраслях промышленности.
3. Электронная библиотечная система ВлГУ. – URL: <http://library.vlsu.ru/>
4. Библиографическая и реферативная база данных научных публикаций Scopus. – URL: <http://www.scopus.com/>
5. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science. – URL: [webofscience.com](http://www.webofscience.com)
6. Электронная библиотечная система ВлГУ vlsu.bibliotech.ru
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru
8. Электронно-библиотечная система «Консультант Студента» www.studentlibrary.ru
9. Электронно-библиотечная система Znanium.com znanium.com
10. Электронно-библиотечная система IPRbooks iprbookshop.ru
11. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» e.lanbook.com
12. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки diss.rsl.ru

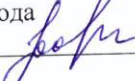
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

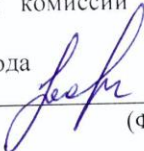
Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы: аудитории, оснащенные мультимедиа оборудованием, компьютерные классы с доступом в интернет, аудитории без специального оборудования.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows, Microsoft Office, Google Chrome, Borland Developer Studio, Notepad++

Рабочую программу составил  к.т.н., доцент кафедры УКТР Орлов Д.Ю.
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) Зам. директоре АНО "ИИИЧ" Д.В.Ф. Купидин
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТР
Протокол № 1 от 30.08.2021 года
Заведующий кафедрой  к.т.н., доцент кафедры УКТР Орлов Ю.А.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 27.03.01 Стандартизация и метрология
Протокол № 1 от 30.08.2021 года
Председатель комиссии  Орлов Ю.А.
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____