



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
Ю.В. Сомова

03.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭТАЛОНЫ***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Стандартизация, менеджмент и контроль качества

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

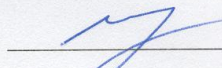
|                     |                                                |
|---------------------|------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт естествознания и стандартизации       |
| Кафедра             | Технологии, сертификации и сервиса автомобилей |
| Курс                | 1                                              |

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 901)

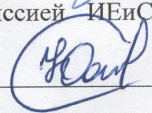
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей  
21.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой

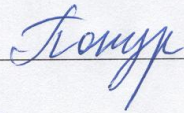
 И.Ю. Мезин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель

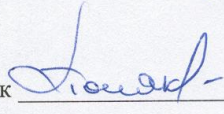
 Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ТСиСА, канд. техн. наук

 И.В.Понурко

Рецензент:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук

 М.А.Полякова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения курса «Физические основы измерений и эталоны» как общей естественнонаучной дисциплины является изучение основных физических явлений и эффектов, изучение устройства преобразователей использующих эти явления и эффекты, рассмотрение наиболее распространенных физических постоянных.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Физические основы измерений и эталоны входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Введение в отрасль

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Метрологическая экспертиза технической документации

Оборудование и технологическая точность производства металлоизделий

Основы взаимозаменяемости

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физические основы измерений и эталоны» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                             |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2          | Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин                               |
| ОПК-2.1        | Выполняет постановку задач в формализованном виде на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин в области профессиональной деятельности |
| ОПК-2.2        | Выбирает математический аппарат для решения формализованных задач в области профессиональной деятельности                                                                    |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 6,4 академических часов;
- аудиторная – 6 академических часов;
- внеаудиторная – 0,4 академических часов;
- самостоятельная работа – 133,7 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 академических часов

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины                                                                                                                      | Курс | Аудиторная контактная работа (в академических часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                                                      | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации             | Код компетенции  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                                                                                                              |      | Лек.                                                 | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 1.                                                                                                                                           |      |                                                      |           |             |                                 |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 1.1 Задачи курса. Его основные разделы. Задачи методов измерений. Размерности физических величин Методы теории подобия и размерностей.       | 1    | 2                                                    | 2         |             | 16,7                            | Разработка алгоритма выполнения решения измерительных задач                     | Конспект , решение задач                                                    | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                             |      | 2                                                    | 2         |             | 16,7                            |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 2.                                                                                                                                           |      |                                                      |           |             |                                 |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 2.1 Классические измерительные системы. Адиабатические инварианты                                                                            | 1    |                                                      | 2         |             | 16,7                            | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы                            | Конспект, собеседование                                                     | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                             |      |                                                      | 2         |             | 16,7                            |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 3.                                                                                                                                           |      |                                                      |           |             |                                 |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 3.1 Погрешности измерений и средств измерений. Стабильность – необходимое условие достижения достоверности и точности результатов измерений. | 1    |                                                      |           |             | 16,7                            | Разработка алгоритма выполнения решения задач. Выбор темы доклада - презентации | Конспект, решение задач, собеседование                                      | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                             |      |                                                      |           |             | 16,7                            |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 4.                                                                                                                                           |      |                                                      |           |             |                                 |                                                                                 |                                                                             |                  |
| 4.1 Элементы современной физической картины мира. Постоянные необратимые изменения Вселенной и стабильность фундаментальных                  | 1    |                                                      |           |             | 16,7                            | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка доклада -      | Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |  |  |      |                                                                                         |                                                                             |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| физических постоянных. Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.                                                                                                                                             |   |   |  |  |      | презентации                                                                             |                                                                             |                  |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |  |  | 16,7 |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 5.                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |  |  |      |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 5.1 Фундаментальный источник погрешностей измерений – самодвижение материи и его конкретные проявления – необратимость, инерция, тепловые и квантовые флуктуации, шумы нетеплового происхождения. Соотношения неопределенностей.                           | 1 |   |  |  | 16,7 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка доклада - презентации | Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |  |  | 16,7 |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 6.                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |  |  |      |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 6.1 Принцип дополнительности. Фундаментальные пределы точности измерений. Уровень стабильности параметров объектов микро-, макро-, мегамира. Несоответствие уровня стабильности параметров, объектов макро- и мегамира требованиям современной метрологии. | 1 |   |  |  | 16,7 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка доклада - презентации | Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |  |  | 16,7 |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 7.                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |  |  |      |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 7.1 Потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микро-мира.                                                                                                                                                                          | 1 |   |  |  | 16,7 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка доклада - презентации | Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |  |  | 16,7 |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 8.                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |  |  |      |                                                                                         |                                                                             |                  |
| 8.1 Физико-техническое обеспечение инженерных решений проблемы передачи стабильности объектов микромира микроскопическим объектам измерительных приборов и систем.                                                                                         | 1 |   |  |  | 16,8 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка доклада - презентации | Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат | ОПК-2.1, ОПК-2.2 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |  |  | 16,8 |                                                                                         |                                                                             |                  |
| Итого за семестр                                                                                                                                                                                                                                           | 2 | 4 |  |  | 133, |                                                                                         | зачёт                                                                       |                  |

|                     |   |   |  |           |  |       |  |
|---------------------|---|---|--|-----------|--|-------|--|
|                     |   |   |  | 7000<br>1 |  |       |  |
| Итого по дисциплине | 2 | 4 |  | 133,7     |  | зачет |  |

## **5 Образовательные технологии**

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых ре-зультатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологич-ность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеауди-торной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков 1. Тра-диционные образовательные технологии ориентируются на организацию образова-тельного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обуче-ния). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродук-тивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинар-ной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог пре-подавателя).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направ-ленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студен-та применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Лекционный материал, прочитанный по дисциплине «Физические основы изме-рений и эталоны» закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к коллоквиумам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся** Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации** Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### а) Основная литература:

1. Афанасьев, А. А. Физические основы измерений и эталоны : учебное пособие / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 246 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook\_598da02128e609.60046688. - ISBN 978-5-16-018624-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894488> (дата обращения: 26.09.2025). — Режим доступа: по подписке.
2. Попов, Г. В. Физические основы измерений в технологиях пищевой и химической промышленности : учебное пособие / Г. В. Попов, Ю. П. Земсков, Б. Н. Квашнин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1730-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211907> (дата обращения: 26.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### б) Дополнительная литература:

1. Кириллов, В. И. Метрологическое обеспечение технических систем : учеб. пособие / В.И. Кириллов. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. — 424 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://www.znanium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006770-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/538107> (дата обращения: 26.09.2025). — Режим доступа: по подписке.
2. Грибанов, Д. Д. Общая теория измерений : монография / Д.Д.Грибанов. — М. : ИНФРА-М, 2018. - 116 с. — (Научная мысль). — [www.dx.doi.org/10.12737/11915](http://www.dx.doi.org/10.12737/11915). - ISBN 978-5-16-010766-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/947760> (дата обращения: 26.09.2025). — Режим доступа: по подписке.
3. Ошибки измерений физических величин : учебное пособие / А. Н.Зайдель. - 3-е изд., стер. - СПб. и др. : Лань, 2009. - 108 с.
4. Метрология : учебник / [А. А. Брюховец, О. Ф. Вячеславова, Д. Д.Грибанов и др. ; под общ. ред. С. А. Зайцева. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Форум, 2011. - 463 с.

#### в) Методические указания:

1. Понурко, И. В. Стандартизация и подтверждение соответствия : учебное пособие / И. В. Понурко, С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20797> (дата обращения: 26.09.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

| Наименование ПО             | № договора          | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно              |



|             |                              |           |
|-------------|------------------------------|-----------|
| 7Zip        | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса                                                                                       | Ссылка                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                    | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                 |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)     | URL:<br><a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>     |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»   | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>                                        |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                                                      | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                                  | <a href="https://host.megaprolib.net/M P0109/Web">https://host.megaprolib.net/M P0109/Web</a>       |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature» | <a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>                     |

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; учебная аудитория для проведения практических занятий

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.

Специализированная мебель.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля промежуточной аттестации

Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно – образовательную среду университета. Специализированная мебель.

Помещение для самостоятельной работы

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Средства измерений: штангенциркуль, микрометр, термометр жидкостный, ареометр.

Лабораторное оборудование.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**Рефераты (доклады – презентации) по дисциплине:**

"Физические основы измерений и эталоны"

Объем и оформление реферата.

Полный объем реферата - не менее 20-25 страниц формата А4.

Составленный реферат представляется в распечатанном виде, с приложением соответствующего файла в электронном виде (презентация, 15 – 20 слайдов).

В отдельных случаях, в порядке исключения и по предварительной договоренности с преподавателем, допускается представление реферата только в электронном виде (презентация).

Тематика рефератов.

Рефераты должны быть посвящены рассмотрению назначения, физических основ, принципов работы, особенностей конструкции, области применения целесообразности использования, возможностью замены на другие аналоги **для конкретных измерительных приборов, реально используемых в отраслях промышленности, науке, быту.**

Требования к структуре и содержанию реферата.

Название.

Название реферата должно совпадать с принятым наименованием рассматриваемого измерительного прибора (или типа приборов)

**Введение.** (2-2,5 стр.)

Этот раздел должен содержать краткие сведения об измеряемых прибором технологических параметрах, об области применения прибора в нефтегазовой промышленности.

**Физические основы измерений (не менее 7-9 стр.)**

Необходимо подробно рассмотреть, каким образом (с помощью каких физических эффектов) измеряемый технологический параметр преобразуется в сигнал регистрирующего устройства прибора (например, в величину напряжения, тока, перемещения показателя и т.п.). Для повышения оценки за реферат желательно использовать и более специальную научно-техническую литературу.

**Конструктивные особенности прибора (не менее 5-6 стр.)**

Должна быть приведена не только схема прибора, но и описано назначение всех его основных деталей/блоков, пределы измерения, чувствительность, погрешность и т.д.

**Альтернативные способы измерения технологического параметра. (4- 5 стр.)**

Необходимо дать краткое описание еще одного - двух приборов, предназначенных для измерения того же самого технологического параметра (вязкости, расхода и т.п.), но с использованием других физических эффектов.

Список использованных источников (не менее 10-ти)

В тексте реферата должны быть ссылки на эти источники в порядке их упоминания.

**Тематика рефератов (докладов – презентаций)**

Кварцевые часы и секундомеры. Механические часы и секундомеры. Электронные измерители частоты Волновые (лазерные) измерители расстояний Ультразвуковые толщинометры Вихретоковые толщинометры. Магнитные толщинометры. Оптические микроскопы Электронные микроскопы Силовые, атомно-силовые микроскопы Механические измерители массы Электромеханические измерители массы Радиоационные измерители количества вещества Оптические спектрометры Рентгеновские спектрометры Спектрометры на базе ядерно-магнитного резонанса Хроматографы Фотоколориметры Рефрактометры Термометры расширения Электрические измерители температур Пирометры Измерители влажности Измерители давления Измерители плотности Измерители вязкости Измерители шума Измерители освещенности Измерители силы тока Дозиметрические приборы.

### **Пример решения задач (метод размерности)**

#### **Определить период собственных колебаний математического маятника**

Основные параметры маятника – длина  $l$  и масса  $m$ ; маятник колеблется в поле тяготения Земли, которое характеризуется ускорением свободного падения  $g$ . Имеется четыре физических величины, которые выражаем через три основные единицы в виде уравнения (1)

$$\tau = l^X m^Y g^Z \quad (1)$$

*Составим уравнения для показателей степеней размерностей:*

- для времени –  $T$ :  $1 = -2Z$ ; для длины –  $L$ :  $0 = X + Z$ ;

- для массы  $M$ :  $0 = Y$

*Получим:  $Z = -1/2$ ;  $X = 1/2$ ;  $Y = 0$ ; После подстановки в уравнение (1) имеем:*

$$\tau = l^{\frac{1}{2}} m^0 g^{-\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3)$$

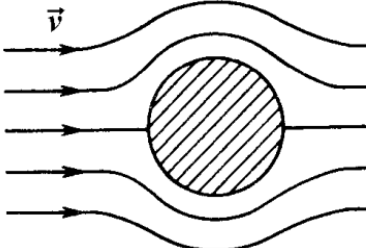
*Выражение (3) с точностью до постоянной  $2\pi$  совпадает с формулой периода колебаний математического маятника.*

## Приложение 2

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора                                                                                                                                        | Индикатор достижения компетенций                                                                                                                                             | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2: Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ОПК-2.1                                                                                                                                               | Выполняет постановку задач в формализованном виде на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин в области профессиональной деятельности | <p>Научные методы познания делятся на группы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. эмпирические и теоретические</li> <li>2. эмпирические, теоретические, интуитивные</li> <li>3. эмпирические, теоретические, интуитивные и эмоциональные</li> <li>4. Рациональные, интуитивные, концептуальные и априорные</li> </ol> <p>Среднеквадратическое отклонение среднего из <math>N</math> отсчетов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. в корень квадратный из <math>N</math> раз меньше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> <li>2. в <math>N</math> раз меньше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> <li>3. в <math>N</math> раз больше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> <li>4. в корень квадратный из <math>N</math> раз больше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> </ol> <p><b>ФЛУКТУАЦИИ</b> –</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. случайные отклонения физических величин от их минимальных значений.</li> <li>2. случайные отклонения физических величин от их максимальных значений.</li> <li>3. систематические отклонения физических величин от их средних значений.</li> <li>4. случайные отклонения физических величин от их средних значений.</li> </ol> <p>Доверительным интервалом называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. интервал, который с заданной степенью достоверности включает в себя среднее значение измеряемой величины</li> <li>2. интервал, который с заданной степенью достоверности не включает в себя истинное значение измеряемой величины</li> <li>3. интервал, который с заданной</li> </ol> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенций                                                                          | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                                                                                           | <p>степенью достоверности включает в себя истинное значение измеряемой величины</p> <p>4. интервал, который с заданной степенью достоверности не включает в себя среднее значение измеряемой величины</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ОПК-2.2        | Выбирает математический аппарат для решения формализованных задач в области профессиональной деятельности | <p>Методы сбора, анализа и обработки данных. Законы термодинамики, кинетики. Основные положения современной теории строения атома; методы статистической обработки результатов измерений.</p> <p>Определить, исходя из термодинамических данных, в каком случае в изобарно-изотермических условиях возможно самопроизвольного получения дисперсных систем:</p> $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta H &lt; 0, \Delta S &gt; 0</math></li> <li>2. <math>\Delta H &gt; 0, \Delta S &lt; 0</math></li> <li>3. <math>\Delta H &gt; 0, \Delta S \approx 0</math></li> <li>4. <math>\Delta H \approx 0, \Delta S &lt; 0</math></li> </ol> <p>Используя правило размерностей, найти силу, с которой поток идеальной несжимаемой жидкости плотностью (<math>\rho</math>), движущийся со скоростью <math>V</math>, действует на шар радиусом <math>R</math> (рисунок).</p>  <p>Критерий подобия –</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. это математическое выражение в виде размерной комбинации (система СИ) определяющих (важнейших) параметров процесса.</li> <li>2. это математическое выражение в виде размерной комбинации определяющих (важнейших) параметров процесса.</li> <li>3. это математическое выражение в виде безразмерной комбинации определяющих (важнейших) параметров процесса.</li> <li>4. это логическое выражение в виде безразмерной комбинации определяющих (важнейших) параметров процесса</li> </ol> <p>Косвенными называют такие измерения, при</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенций | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                |                                  | <p>которых числовое значение измеряемой величины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. определяется непосредственным сравнением с эталоном</li> <li>2. непосредственно сравнивается с единицей измерения</li> <li>3. определяется непосредственным сравнением с другой измеряемой величиной</li> <li>4. определяется по известной функциональной зависимости через другие величины, которые можно прямо измерить</li> </ol> <p>Инструментальная погрешность определяется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По классу точности указанному в паспорте прибора на шкале, если предел шкалы соответствует целому значению</li> <li>2. Принимается равной половине цены деления шкалы, если начало отсчета показаний располагается в середине шкалы</li> <li>3. Принимается равной цене деления шкалы, если класс точности не указан в паспорте прибора на шкале</li> <li>4. По классу точности указанному в паспорте прибора на шкале, а если класс точности не указан, то принимается равной половине цены деления шкалы</li> </ol> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине "Физические основы измерений и эталоны" включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета. Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по перечню вопросов к зачету.

**Вопросы к зачету**

1. Задачи курса. Его основные разделы.
2. Задачи методов измерений. Размерности физических величин
3. Методы теории подобия и размерностей.
4. Классические измерительные системы.
5. Адиабатические инварианты
6. Погрешности измерений и средств измерений.
7. Стабильность – необходимое условие достижения достоверности и точности результатов измерений.
8. Элементы современной физической картины мира.
9. Постоянные необратимые изменения Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных.
10. Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.
11. Фундаментальный источник погрешностей измерений – самодвижение материи и его конкретные проявления
12. Квантовые флуктуации, шумы нетеплового происхождения. Соотношения неопределенностей.

13. Принцип дополнительности. Фундаментальные пределы точности измерений.
14. Уровень стабильности параметров объектов микро-, макро-, мегамира.
15. Несоответствие уровня стабильности параметров, объектов макро- и мегамира требованиям современной метрологии.
16. Потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микромира.
17. Физико-техническое обеспечение инженерных решений проблемы передачи стабильности объектов микромира микроскопическим объектам измерительных приборов и систем.

**Показатели и критерии оценивания:**

| <b>Оценка</b>     | <b>Критерии</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Зачтено</b>    | Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины, использование терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок, умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку, работа на лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий. |
| <b>Не зачтено</b> | Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта, знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины, неумение использовать терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок, пассивность на лабораторных занятиях                                                                                                                                                                              |