



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭТАЛОНЫ*

Направление подготовки  
27.03.01 *Стандартизация и метрология*

Направленность (профиль) программы  
*Стандартизация и сертификация в производстве металлопродукции*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
**Заочная**

Факультет	<i>Стандартизации, химии и биотехнологии</i>
Кафедра	<i>Физической химии и химической технологии</i>
Курс	2
Семестр	

Магнитогорск  
**2016**


Рабочая программа составлена на основе требований ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденного приказом МОиН РФ от 06.03.2015 № 168.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии и химической технологии «23» сентября 2016 г., протокол № 2.


Зав. кафедрой  / А.Н. Смирнов /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации, «26» сентября 2016 г., протокол № 2.

Председатель


 /И.Ю.Мезин/

Согласовано:  
Зав. кафедрой Технологии,  
сертификации и сервиса автомобилей

 /И.Ю.Мезин/

Рабочая программа составлена:

д.ф.-м.н.,

 /А.Н.Смирнов/

Рецензент:  
к.т.н., заведующий кафедрой промышленной  
экологии и безопасности жизнедеятельности

 /А.Ю.Перятинский/



## 1 Цели освоения дисциплины

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 в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Физические основы измерений и эталоны» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы .

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения таких дисциплин как:

Б1.Б.10. «Физика»,

Б1.Б.12. «Химия»,

Б1.Б.09. «Математика».

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения последующих дисциплин: УИРС, безопасность жизнедеятельности, основы технологии химического производства, химмотология, химическая технология топлива и углеродных материалов, метрология, управление качеством и написании ВКР.

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

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

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
<b>ОПК – 2 - способностью и готовностью участвовать в организации работы по повышению научно-технических знаний, в развитии творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, во внедрении достижений отечественной и зарубежной науки, техники, в использовании передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия</b>	
Знать	Теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа методы и средства получения информации о вещественном составе; устройство и принципы работы используемых в анализах аппаратуры и оборудования методы статистической обработки результатов измерений
Уметь:	Проводить исследования по заданной методике составлять описание проводимых экспериментов; готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; обосновать выбор метода анализа для исследуемых образцов; анализировать результаты экспериментов; определять метрологические характеристики методов и методик
Владеть:	Навыками расчетов результатов анализа; навыками проведения химического и физико-химического анализа; профессиональным языком предметной области знания; Методами самостоятельного планирования и проведения химических экспериментов, методами математической обработки результатов анализа теоретического и экспериментального исследования

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций
<b>ПК- 4 - способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений</b>	
Знать	основные теоретические положения физических явлений, основные положения измерительных процессов, принципы формирования цепочки преобразований в измерительных процессах
Уметь:	Проводить исследования по заданной методике составлять описание проводимых экспериментов; давать объяснение основным метрологическим методам; анализировать результаты экспериментов; рассчитывать погрешность измерений; определять метрологические характеристики методов и методик
Владеть:	навыками расчетов результатов эксперимента; приемами работы с основными преобразователями профессиональным языком предметной области знания; методами математической обработки результатов эксперимента, теоретического и экспериментального исследования.

#### 4 Структура и содержание дисциплины

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

- контактная работа – 86,8 акад. часов:
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов
- самостоятельная работа – 57,2 акад. часов.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1.1 Задачи курса. Его основные разделы. Задачи методов измерений. Размерности физических величин Методы теории подобия и размерностей.	2	4		6/2И	8	Разработка алгоритма выполнения решения задач	Конспект , решение задач	ОПК-2 зув ПК-4 зув
1.2 Классические измерительные системы. Адиабатические инварианты	2	4		2/2И	4	Самостоятельное изучение учебной и научно литера-	Конспект, собеседование	ОПК-2 зув ПК-4 зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						туры		
1.3 Погрешности измерений и средств измерений. Стабильность – необходимое условие достижения достоверности и точности результатов измерений.	2	4		8/3И	8	Разработка алгоритма выполнения решения задач. Выбор темы доклада - презентации	Конспект, решение задач, собеседование	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб
1.4 Элементы современной физической картины мира. Постоянные необратимые изменения Вселенной и стабильность фундаментальных физических постоянных. Принципиальная невозможность полного устранения неопределенности результатов измерений.	2	5		10/5И	10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературной. Подготовка доклада - презентации	Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб
1.5 Фундаментальный источник погрешностей измерений – самодвижение материи и его конкретные проявления – необратимость, инерция, тепловые и квантовые флуктуации, шумы нетеплового происхождения. Соотношения неопределенностей.	2	4		8/5И	8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературной. Подготовка доклада - презентации	Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб
1.6 Принцип дополнителности. Фундаментальные пределы точности измерений. Уровень стабильности параметров объектов микро-, макро-, мегамира. Несоответ-	2	4		10/7И	9	Самостоятельное изучение учебной и научно литературной. Подготовка доклада - презентации	Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат	ОПК-2 зуб ПК-4 зуб

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
ствие уровня стабильности параметров, объектов макро- и мегамира требованиям современной метрологии.								
1.7 Потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микромира.	2	4		2/2И	5	Самостоятельное изучение учебной и научно литератур. Подготовка доклада - презентации	Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат	ОПК-2 зуд ПК-4 зуд
1.8 Физико-техническое обеспечение инженерных решений проблемы передачи стабильности объектов микромира микроскопическим объектам измерительных приборов и систем.	2	5		5/5И	5,2	Самостоятельное изучение учебной и научно литератур. Подготовка доклада - презентации	Конспект, решение задач, собеседование. Доклад в форме презентации. Реферат	ОПК-2 зуд ПК-4 зуд
<b>Итого по курсу</b>		<b>34</b>		<b>51/31 И</b>			<b>зачет</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>34</b>		<b>51/31 И</b>	<b>57,2</b>		<b>зачет</b>	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## 5 Образовательные и информационные 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 результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность 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 внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков 1. **Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

#### **Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:**

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

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

Лекционный материал, прочитанный по дисциплине «Физические основы измерений 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.

Интерактивное обучение включает следующие методы:

- работа в команде
- проблемное обучение
- контекстное обучение
- обучение на основе опыта
- междисциплинарное
- эвристическая беседа
- учебная дискуссия .

## **6 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 толщиномеры Вихретоковые толщиномеры. Магнитные толщиномеры. Оптические микроскопы Электронные микроскопы Силовые, атомно-силовые микроскопы Механические измерители массы Электромеханические измерители массы Радиационные 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:*

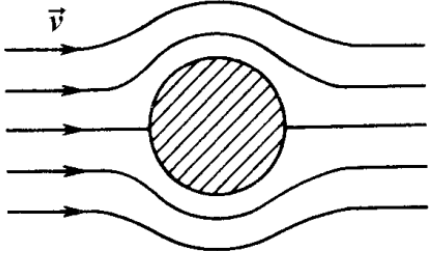
$$\tau = l^2 m^0 g^{-\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3)$$

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

### 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p><b>ОПК – 2 - способностью и готовностью участвовать в организации работы по повышению научно-технических знаний, в развитии творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, во внедрении достижений отечественной и зарубежной науки, техники, в использовании передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия</b></p>		
Знать	<p>Теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа методы и средства получения информации о вещественном составе; устройство и принципы работы используемых в анализах аппаратуры и оборудования</p> <p>методы статистической обработки результатов измерений</p>	<p>Методы сбора, анализа и обработки данных. Законы термодинамики, кинетики. Основные положения современной теории строения атома; методы статистической обработки результатов измерений</p>
Уметь:	<p>Разрабатывать порученные разделы, следуя выбранным методологическим и методическим подходам, представлять разработанные материалы, вести конструктивное обсуждение, дорабатывать материалы с учетом результатов их обсуждения</p>	<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>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 \square 0, \Delta S \square 0</math></li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		2. $\Delta H \square 0, \Delta S \square 0$ 3. $\Delta H \square 0, \Delta S \approx 0$ 4. $\Delta H \approx 0, \Delta S \square 0$
Владеть:	Навыками расчетов результатов анализа; навыками проведения химического и физико-химического анализа; профессиональным языком предметной области знания; Методами самостоятельного планирования и проведения химических экспериментов, методами математической обработки результатов анализа теоретического и экспериментального исследования	Используя правило размерностей найти силу, с которой поток идеальной несжимаемой жидкости плотностью ( $\rho$ ), движущийся со скоростью $V$ , действует на шар радиусом $R$ (рисунок).    Критерий подобия – <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>
<b>ПК- 4 - способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений</b>		
Знать	основные теоретические положения физических явлений, основные положения измерительных процессов, принципы формирования цепочки преобразований в измерительных процессах	Косвенными называют такие измерения, при которых числовое значение измеряемой величины <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>
Уметь	Проводить исследования по заданной методике составлять	Инструментальная погрешность определяется <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По классу точности указанному в паспорте прибора на шкале, если предел шкалы со-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	описание проводимых экспериментов; давать объяснение основным метрологическим методам; анализировать результаты экспериментов; рассчитывать погрешность измерений; определять метрологические характеристики методов и методик	<p>ответствует целому значению</p> <ol style="list-style-type: none"> <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> <p>Среднеквадратическое отклонение среднего из N отсчетов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. в корень квадратный из N раз меньше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> <li>2. в N раз меньше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> <li>3. в N раз больше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> <li>4. в корень квадратный из N раз больше среднеквадратического отклонения одного отсчета</li> </ol>
Владеть	навыками расчетов результатов эксперимента; приемами работы с основными преобразователями профессиональным языком предметной области знания; методами математической обработки результатов эксперимента, теоретического и экспериментального исследования	<p style="text-align: center;"><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 степенью достоверности включает в себя истинное значение измеряемой величины</li> <li>4. интервал, который с заданной степенью достоверности не включает в себя среднее значение измеряемой величины</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 дополненности. 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
--	---

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Афанасьев, А. А. Физические основы измерений и эталоны : учеб. пособие / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 246 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_598da02128e609.60046688](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_598da02128e609.60046688). - ISBN 978-5-16-106069-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/882396> (дата обращения: 11.03.2020)
2. Луков, В. В. Физические методы исследования в химии: Учебное пособие / Луков В.В., Щербаков И.Н. - Ростов-на-Дону :Южный федеральный университет, 2016. - 216 с.: ISBN 978-5-9275-2023-7. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/991794> (дата обращения: 11.03.2020)

### б) Дополнительная литература:

1. Бутырин, П. А. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 [Электронный ресурс] / П. А. Бутырин, Т. А. Васьковская, В. В. Каратаев; Под. ред. П. А. Бутырина. - Москва : ДМК Пресс, 2009. - 265 с.: ил. - ISBN 5-94074-274-2. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/409558> (дата обращения: 11.03.2020)
2. Ошибки измерений физических величин : учебное пособие / А. Н. Зайдель. - 3-е изд., стер. - СПб. и др. : Лань, 2009. - 108 с.
3. 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. **Смирнов, А. Н.** Лабораторный практикум по физической химии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3177.pdf&show=dcatalogues/1/136592/3177.pdf&view=true> - Макрообъект.

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука». - URL: <https://education.polpred.com/>.
2. Национальная информационно-аналитическая система - Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar) . – URL : <https://scholar.google.ru/>.
4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>.
5. Международная база данных Scopus.- URL: <http://www.scopus.com/>
6. Российская Государственная библиотека URL:<http://www.rsl.ru/>
7. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL:

<http://www.gpntb.ru/>

9. Библиотека ЮНЕСКО URL: <http://www.unesco.org/new/ru/unesco/>

10. Электронная библиотечная система (ЭБС) "ИНФРА-М" [www.znaniium.com/](http://www.znaniium.com/)

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MSWindows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-757-17 от 27.06. 2017	27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
	Д-1347-17 от 20.12.2017	21.03.2018
	Д-1481-16 от 25.11.2016	25.12.2017
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, учебные столы, стулья
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения оборудования Методическая литература для учебных занятий, Химическая посуда Инструменты для ремонта и профилактического обслуживания учебного оборудования