



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Технологии строительных материалов и метрологии

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Физические основы измерений

направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Стандартизация и метрология

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины подготовка студентов к выполнению обязанностей инженера по качеству, инженера по метрологии и инженера по стандартизации в следующих видах профессиональной деятельности: организационно – управленческой, производственно – технологической; научно-исследовательской и проектной.

К основным задачам дисциплины относятся:

- углублённое изучение физических понятий, представлений, закономерностей и явлений в контексте их использования при измерениях и в измерительной технике,
- обеспечение единства измерений и метрологического обеспечения различных видов деятельности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.1 Выявляет и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	знает современные понятия физических измерений, методологию экспериментальных исследований, общие правила оформления результатов измерений, государственную систему обеспечения единства измерений, метрологические службы производства. умеет формулировать задачи и цели экспериментальных исследований, пути эффективного использования научных и технических достижений и разработку методов их использования. владеет методами планирования, организации и обработки результатов эксперимента.
ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.2 Определяет характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	знает основы научной картины мира, современную физическую парадигму. умеет использовать основы философских и физических знаний для формирования мировоззренческой позиции, применять современные методы измерений, определять характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности. владеет навыками анализа научных обзоров и публикаций, результатов исследований.

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.17 основной профессиональной образовательной программы 27.03.01 Стандартизация и метрология и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	История специальности и общая теория измерений	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2	История (история России, всеобщая история)	УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3
3	Философия	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2

История специальности и общая теория измерений

знать - основные понятия метрологии

уметь - ставить и решать задачи количественного и качественного оценивания характеристик производственных процессов, продуктов и услуг с использованием методов и средств метрологии, ее технического, нормативно-правового, организационного, а также информационного обеспечения.

владеть - методами поверки, калибровки, оценки погрешности

История (история России, всеобщая история)

знать: основные этапы развития государств

уметь: анализировать связь способа производства с основными функциями государства

владеть: методами рационального анализа исторических процессов.

Философия

знать: законы диалектики

уметь: применять законы диалектики при анализе исторических процессов

владеть: методами логического анализа социальных процессов.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Методы и средства измерений и контроля	ОПК-1.1, ОПК-1.2
2	Метрология	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4
3	Планирование и организация эксперимента	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8
4	Технологическая (производственно-технологическая) практика	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8
5	Метрологическое обеспечение в строительстве	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			2
Контактная работа	64		64
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Лабораторные занятия (Лаб)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	16	0	16
Иная контактная работа, в том числе:	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	53		53
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Физический континуум										
1.1.	Материя и движение	2	2						2	ОПК-1.1	
1.2.	Элементы современной физической картины мира	2	4						4	ОПК-1.1	
1.3.	Физические величины и их единицы	2	2		4		4		10	ОПК-1.1	
1.4.	Физический континуум	2						15	15	ОПК-1.1	
2.	2 раздел. Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин										
2.1.	Константы макромира	2	3						3	ОПК-1.1	
2.2.	Константы микромира	2	3						3	ОПК-1.1	
2.3.	Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира	2	2						2	ОПК-1.1	
2.4.	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин.	2			4		4		8	ОПК-1.1	
2.5.	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин	2						15	15	ОПК-1.1	
3.	3 раздел. Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин.										
3.1.	Квантовые переходы	2	4						4	ОПК-1.1, ОПК-1.2	
3.2.	Эффекты Холла и Джозефсона	2	4						4	ОПК-1.1, ОПК-1.2	
3.3.	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин	2			4		4		8	ОПК-1.2	

3.4.	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин.	2						15	15	ОПК-1.2
4.	4 раздел. Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях									
4.1.	Высокотемпературная сверхпроводимость	2	4						4	ОПК-1.2
4.2.	Интерференция электромагнитных волн	2	2						2	ОПК-1.2
4.3.	Резонансные явления на квантовом уровне	2	2						2	ОПК-1.2
4.4.	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях	2			4		4		8	ОПК-1.1, ОПК-1.2
4.5.	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях	2						8	8	ОПК-1.2
5.	5 раздел. Контроль									
5.1.	Экзамен	2							27	ОПК-1.1, ОПК-1.2

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций								
1	Материя и движение	Материя и движение Формы существования материи. Фундаментальные физические понятия: пространство, время, движение, взаимодействие и др.								
2	Элементы современной физической картины мира	Свойства микромира. Переход от свойств микромира к свойствам макромира. Свойства микромира: дискретность, корпускулярно-волновой дуализм, неопределённость. Переход от свойств микромира к свойствам макромира. Стабильность как следствие усреднения. Тепловые, механические, электромагнитные и другие свойства макромира.								
3	Физические величины и их единицы	Физические величины и их единицы. Физические величины как меры свойств объектов и явлений материального мира. Единицы физических величин								
5	Константы макромира	Константы макромира Размеры и параметры движения Земли. Угол 2π радиан. Ускорение при свободном падении. Скорость света. Нулевая термодинамическая температура и точки фазовых переходов. Другие константы макромира.								
6	Константы микромира	Константы микромира Масса и заряд электрона. Гиромагнитное отношение электрона и протона. Квант магнитного потока. Постоянная фон-Клитцинга. Постоянная тонкой структуры. Гравитационная постоянная.								
7	Константы, используемые при переходе от свойств	Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира Постоянная Планка. Постоянная Больцмана. Число Авогадро.								

	микромира к свойствам макромира	
10	Квантовые переходы	Квантовые переходы Использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов для воспроизведения единиц времени, частоты и длины.
11	Эффекты Холла и Джозефсона	Эффекты Холла и Джозефсона Использование эффектов Холла и Джозефсона для воспроизведения единиц электрического сопротивления и напряжения.
14	Высокотемпературная сверхпроводимость	Высокотемпературная сверхпроводимость Явление сверхпроводимости. Использование высокотемпературной сверхпроводимости для реализации переходов Холла и Джозефсона. Использование переходов Холла и Джозефсона в измерительной технике. Измерение сверхнизких температур сверхпроводящим термощумовым датчиком на основании уравнения Найквиста.
15	Интерференция электромагнитных волн	Интерференция электромагнитных волн Интерференция света. Интерферометрический метод измерения линейных размеров: двухлучевой интерферометр Майкельсона; интерферометр с двухчастотным гелий-неоновым лазером. Многоцелевые лазерные интерферометры. Рентгеновская интерферометрия. Голографическая интерферометрия.
16	Резонансные явления на квантовом уровне	Резонансные явления на квантовом уровне Магнитный резонанс. Собственная частота квантовой системы; уравнение Лармора. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Измерение магнитной индукции слабых магнитных полей методом свободной ядерной прецессии. Спиновые генераторы, основанные на методе ядерной индукции. Метод ядерного резонансного поглощения. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Эффект Зеемана. Сверхтонкая структура энергетического спектра атома. Магниторезонансные методы измерений с оптической накачкой атомов. Ядерный гамма-резонанс Эффект Мессбауэра. ЯГР-виброметры. Использование эффекта Мессбауэра для измерения малых скоростей и расходов жидких веществ. Ядерный квадрупольный резонанс Зависимость частоты прецессии атомных ядер, обладающих электрическим квадрупольным моментом, от температуры. ЯКР-термометры.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
3	Физические величины и их единицы	Единицы физических величин Перевод внесистемных единиц в систему СИ.
8	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин.	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин. Решение задач на размерность фундаментальных физических констант.
12	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин Решение задач на использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов для воспроизведения единиц времени, частоты и длины.

17	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях Интерференция света. Интерферометрический метод измерения линейных размеров: двухлучевой интерферометр Майкельсона; интерферометр с двухчастотным гелий-неоновым лазером. Многоцелевые лазерные интерферометры. Рентгеновская интерферометрия. Гологра-фическая интерферометрия.
----	--	--

5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
3	Физические величины и их единицы	Выполнение рутинных измерений Измерение размеров архитектурной детали.
8	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин.	Определение истинной плотности материалов Определение истинной плотности песка пикнометром.
12	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин	Измерения длин с использованием квантового генератора (лазерный дальномер) Измерения размеров аудитории (высота, ширина, длина) с использованием квантового генератора (лазерный дальномер)
17	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях	Определение твёрдости материалов с использованием индукционного датчика Закон электромагнитной индукции. Измерение параметров постоянных и переменных магнитных полей.

5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
4	Физический континуум	Физический континуум Формы существования материи. Фундаментальные физические понятия: пространство, время, движение, взаимодействие и др.
9	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин Ускорение при свободном падении. Скорость света. Нулевая термодинамическая температура и точки фазовых переходов. Другие константы макромира. Масса и заряд электрона. Гиромагнитное отношение электрона и протона. Квант магнитного потока. Постоянная фон Клитцинга. Постоянная тонкой структуры. Гравитационная постоянная. Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира Постоянная Планка. Постоянная Больцмана. Число Авогадро.
13	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин. Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин. Использование квантовых переходов между энергетическими уровнями электронов

	величин.	для воспроизведения единиц времени, частоты и длины. Использование эффектов Холла и Джозефсона для воспроизведения единиц электрического сопротивления и напряжения.
18	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях Эффект Фарадея. Вращение плоскости поляризации линейно поляризованного света в оптически активных веществах под действием магнитного поля. Использование эффекта Фарадея для измерения магнитной индукции. Эффекты Керра и Поггеля Квадратичный электрооптический эффект Керра. Линейные электрооптические продольный и поперечный эффекты Поггеля. Использование эффектов Керра и Поггеля для измерения напряжения. Пьезоэффект Прямой пьезоэффект. Использование пьезоэлектрических датчиков для измерения сил и давлений. Многокомпонентные динамометры. Эффект Доплера Доплеровское смещение частоты. Доплеровские измерители скорости. Резонансные явления на квантовом уровне

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Материя и движение	ОПК-1.1	опрос
2	Элементы современной физической картины мира	ОПК-1.1	опрос
3	Физические величины и их единицы	ОПК-1.1	опрос
4	Физический континуум	ОПК-1.1	опрос
5	Константы макромира	ОПК-1.1	опрос
6	Константы микромира	ОПК-1.1	опрос
7	Константы, используемые при переходе от свойств микромира к свойствам макромира	ОПК-1.1	опрос
8	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин.	ОПК-1.1	писм. отчёт
9	Фундаментальные физические константы и их использование при выборе единиц физических величин	ОПК-1.1	опрос
10	Квантовые переходы	ОПК-1.1, ОПК-1.2	опрос
11	Эффекты Холла и Джозефсона	ОПК-1.1, ОПК-1.2	опрос
12	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения единиц физических величин	ОПК-1.2	писм. отчет
13	Высокостабильные квантовые эффекты и их использование для воспроизведения	ОПК-1.2	опрос

	единиц физических величин.		
14	Высокотемпературная сверхпроводимость	ОПК-1.2	опрос
15	Интерференция электромагнитных волн	ОПК-1.2	опрос
16	Резонансные явления на квантовом уровне	ОПК-1.2	опрос
17	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях	ОПК-1.1, ОПК-1.2	опрос
18	Некоторые физические явления, используемые при высокоточных измерениях	ОПК-1.2	опрос
19	Экзамен	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Билет

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2

- 1 Движение как способ существования материи
- 2 Открытие делимости атома, конечность делимости пространства-времени.
- 3 Взаимообратимость материи и энергии
- 4 Раскройте свойство микромира – «дискретность»?
- 5 Раскройте свойство микромира – «корпускулярно-волновой дуализм»?

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
-----------------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Движение как способ существования материи
2. Открытие делимости атома, конечность делимости пространства-времени.
3. Взаимообратимость материи и энергии
4. Раскройте свойство микромира – «дискретность»?
5. Раскройте свойство микромира – «корпускулярно-волновой дуализм»?
6. Раскройте свойство микромира – «неопределенность»?
7. Переход от свойств микромира к свойствам макромира.
8. Дайте определение физической величины
9. Перечислите основные единицы СИ
10. Основное уравнение измерения.
11. Принцип неопределенности Гейзенберга
12. Теорема Найквиста
13. Принцип взаимодействия прибора и объекта измерения
14. Принцип технологического несовершенства приборов
15. Принцип воздействия внешних возмущений на прибор
16. Принцип несовершенства технологии измерения
17. Длина земного меридиана на уровне моря
18. Перечислите основные константы микромира
19. Период обращения Земли вокруг оси
20. Период обращения Земли вокруг Солнца
21. Ускорение при свободном падении
22. Скорость света в вакууме
23. Масса и заряд электрона
24. Масса и заряд лептона.
25. Гиромагнитное отношение электрона
26. Гиромагнитное отношение протона
27. Квант магнитного потока
28. Постоянная фон-Клицинга (квантовый эффект Холла).
29. Постоянная тонкой структуры
30. Гравитационная постоянная
31. Постоянная Планка
32. Постоянная Авогадро
33. Постоянная Больцмана
34. Функциональная схема цезиевого репера частоты
35. Понятие «квантовая метрология»
36. Перечислите высокостабильные квантовые эффекты и приведите примеры их использования для воспроизведения единиц физических величин
37. Как осуществляется воспроизведение ГПЭ единиц времени, частоты и длины
38. Дайте современное определение секунды
39. Сверхпроводимость
40. Сверхтекучесть
41. Квантовый эффект Джозефсона
42. Что такое куперовские пары?
43. Вольтамперная характеристика джозефсоновского перехода
44. Квантовый эффект Холла
45. Опишите холловскую структуру металл-диэлектрик-полупроводник
46. Какова зависимость холловского сопротивления от плотности электронов в слое
47. Приведите примеры использования эффектов Холла и Джозефсона в метрологии.
48. Приведите классификацию типовых физических явлений, используемых при высокоточных измерениях.
49. Приведите примеры использования методов квантовой метрологии для повышения точности измерений
50. Перечислите электромагнитные физические явления, используемые при высокоточных измерениях.
51. Высокотемпературная сверхпроводимость

52. Поясните сущность термошумового метода измерения температуры
53. Измерение сверхнизких температур с помощью эффекта Джозефсона
54. Поясните применение лазерных интерферометров для измерения типовых механических величин с большой точностью
55. Двухлучевой интерферометр Майкельсона
56. Способ рентгеновской интерферометрии
57. Приведите примеры использования явления электромагнитной индукции для измерений типовых электрических величин
58. Эффект Фарадея и его использование в метрологии
59. Измерение напряжения с использованием эффекта Керра
60. Измерение напряжения с использованием эффекта Погкельса
61. Использование пьезоэффекта для измерения сил и давлений
62. Способы измерения, основанные на использовании эффекта Доплера
63. Поясните сущность магниторезонансных методов с оптической накачкой атомов и их использование в метрологии.
64. В чем заключается магнитный резонанс?
65. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР)
66. Метод свободной ядерной прецессии. Тесламетр.
67. Для каких целей и в каких СИ применяется метод ядерной индукции?
68. Для каких измерений используется метод ядерного резонансного поглощения?
69. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР)
70. В чем заключается эффект Зеемана?
71. На чем основаны магниторезонансные методы с оптической накачкой атомов?
72. Метод измерения, основанный на эффекте Мессбауэра
73. Измерение температуры методом ядерного квадрупольного резонанса
74. Расскажите о типовых физических законах, используемых в измерительной технике
75. Схема прибора инерционного действия
76. Поясните сущность закона Паскаля и его использование для измерения давления
77. Поясните сущность закона Архимеда и его использование для измерения типовых физических величин
78. Маятниковые СИ параметров линейного движения
79. Дифференциальный манометр и его использование в метрологии
80. Каков широкий класс методов, основанных на измерении собственно вектора скорости и его составляющих?
81. Расскажите о термоанемометрическом методе измерения скорости воздуха
82. Поясните принцип действия светолучевого осциллографа
83. Каков принцип действия измерительного механизма магнитоэлектрической системы?
84. Как устроен прибор для обнаружения электрических зарядов? Электрометр.
85. Поясните принцип действия электромеханического преобразователя электродинамической системы
86. Как устроен преобразователь электростатической системы?
87. Каков принцип действия приборов электромагнитной системы?
88. Как устроен газовый термометр постоянного тока?
89. Каков принцип действия манометрических термометров?
90. Расскажите о физических законах, реализованных в жидкостных манометрических термометрах
91. Как устроен термоэлектрический преобразователь?
92. Каков принцип действия терморезисторов?
93. На каких физических законах основаны пирометрические методы измерений температуры?
94. Как классифицируются пирометры в зависимости от входной величины?
95. Какие средства измерения реализованы на законе Стефана-Больцмана?
96. Поясните метод измерения цветных пирометров
97. Каков принцип действия яркостных пирометров?

98. Поясните сущность закона Вина и его использование для измерения температуры
99. Дайте определение понятия «эталон единицы.....», приведите примеры.
100. Как функционирует «система воспроизведения единиц величин»?
101. Какова процедура воспроизведения единиц величин
102. Что представляет собой первичный эталон? Приведите примеры.
103. Что представляют собой эталоны-сравнения? Приведите примеры.
104. Что представляют собой эталоны-свидетели? Приведите примеры.
105. Что понимается под прослеживаемостью эталонов?
106. Что необходимо сделать, чтобы обеспечить централизованное решение вопросов прослеживаемости?
107. Как реализовать требования к централизованному решению вопросов прослеживаемости?
108. Что составляет эталонную базу страны?
109. Какова роль технической подсистемы государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ)?
110. Каковы основные задачи государственных научных метрологических институтов?
111. Как достигается требование «неизменности» эталона?
112. Для каких целей эталон должен обладать свойством «воспроизводимость»?
113. Как обеспечивается на практике применение свойства «сличаемость»?
114. Каковы метрологические свойства, определяющие область применения эталона?
115. Каковы свойства, определяющие точность результатов измерения?
116. Каковы конкретные требования к метрологическим характеристикам эталона?
117. Какова цель создания специального эталона?
118. Какие специальные эталоны созданы в РФ?
119. Каково назначение специального эталона?
120. Для чего служит поверочная схема?
121. Что представляет собой локальная поверочная схема?

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся
 Рассчитать на каких частотах может работать водородный репер частоты, для серии Рунге.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)
 Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом,

определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.1.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме Экзамена.

Экзамен проводится в форме собеседования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
Основная литература		
1	Савельев И. В., Курс физики. В 3 т. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/184164
1	Кукса П. Б., Платонова Н. М., Орлова Н. В., Нестеренко В. В., Испытание природного песка для тяжелого бетона, СПб., 2011	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00287/

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Физические основы измерений	http://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Informacionnye_resursy/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehlit.ru/
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www2.viniti.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Лабораторные работы по гидравлике	http://www.labrab.ru/spbgasu
Интернет-тренажеры в сфере образования	http://www.i-exam.ru

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
--------------	---

Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
--------------------------	---------------------------------------

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
39. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
39. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
39. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016

39. Межкафедральная лаборатория:
Секция А

Гидравлическая машина 30тс; Испытательная машина 140тс; Пресс гидравлический 50тс; Машина испытательная 50тс; Пресс гидравлический 500тс; Универсальная напольная испытательная электромеханическая машина до 100 кН; Универсальная настольная испытательная электромеханическая машина до 10 кН; Универсальная настольная испытательная электромеханическая машина до 50кН; Универсальная электромеханическая испытательная машина 600кН; Серво-гидравлическая испытательная система UTM на 100кН; Сервогидравлическая высокочастотная испытательная система MaKron на 25кН; Сервогидравлическая испытательная система - Magnum - 2000кН; A1220 MONOLITH ультразвуковой дефектоскоп для контроля бетона; Детектор стержней арматуры и определение толщины защитного слоя; Молоток для испытаний бетона SilverSchmidt PC; Прибор для определения прочности материалов методом отрыва ПОС 50МГ4.У; Твердомер Equotip 3; Ультразвуковой прибор Pundit Lab; TDS-150 - Комплекс измерительный 40-канальный; TDS-530-30 - Комплекс измерительный 30-канальный; Ноутбук ASUS X450LB-WX0; Портативный многоосновной оптико-эмиссионный анализатор химического состава металлов и сплавов PMI-MASTER UVR Pro; Портативный рентгено-флуоресцентный спектрометр для анализа металлов с возможностью определения "легких элементов" X-MET 8000 Expert

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.