

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра физики

Рабочая программа дисциплины

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКИ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):

Физические исследования природных процессов

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Бобровский А.П.

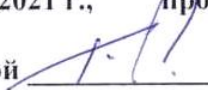
Председатель УМС

 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета

19 сентября 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
13 апреля 2021 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Бобровский А.П.

Автор-разработчик:

 Бобровский А.П.

Санкт-Петербург 2021

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____
учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры _____ от __.__.20__ №__

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на
_____/____ учебный год с изменениями (см. лист изменений)**

Протокол заседания кафедры _____ от __.__.20__ №__

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены
изменения

** Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены
изменения

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Экспериментальные методы физики» является формирование у студентов практических навыков самостоятельной экспериментальной деятельности,

Задачи дисциплины:

- формирование навыков самостоятельной постановки и решения задач, и проведения экспериментов;
- формирование навыков отбора необходимых теоретических и технических средств для проведения исследования;
- формирование навыков обработки и осмысления полученных результатов с современных естественнонаучных теоретических позиций;

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Экспериментальные методы физики для направления подготовки «03.03.02 – Физика» является обязательной дисциплиной Блока 1 (Дисциплины, Модули)

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм. Оптика», «Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц», «Общий физический практикум».

Параллельно с дисциплиной «Экспериментальные методы физики» изучаются «Техногенные системы и экологический риск», «Экологический мониторинг» и др.

Навыки, полученные в ходе изучения дисциплины «Экспериментальные методы физики», используются в процессе подготовки выпускной квалификационной работы.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций УК-1, ПК-2.

Таблица 2.

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.	Знать: – основы системного подхода к организации эксперимента Уметь: – выделять главные характерные черты исследуемого процесса; Владеть:

		– навыками выбора методов исследования, соответствующих поставленной задаче
--	--	---

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен проводить научные изыскания в составе рабочей группы в области экспериментальных и теоретических исследований избранных физических объектов	ПК-2.1 Разрабатывает методики физических исследований избранных объектов с учетом принципов работы современной физической аппаратуры. ПК-2.2 Использует современную приборную базу для проведения исследований в области гидрометеорологии и экологии.	Знать: – основные физические явления, границы их применимости, применение законов физики в важнейших практических приложениях с помощью современной приборной базы Уметь: – подобрать необходимую физическую аппаратуру для проведения измерений в соответствии с поставленной задачей – анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчётов и моделирования; Владеть: – навыками проведения научных исследований с помощью современной приборной базы

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часа

Таблица 3.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Объем дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам	70

аудиторных учебных занятий) – всего:	
в том числе:	
лекции	28
занятия семинарского типа:	
практические занятия	
лабораторные занятия	42
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	38
в том числе:	
курсовая работа	
контрольная работа	
Вид промежуточной аттестации	Зачет (7 семестр)

4.1. Структура дисциплины

Таблица 4

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения
		Лекции	Практические занятия	Самостоятель- ная работа			
1	Измерения в физике	2	2	4	Устный опрос, коллоквиум	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
2	Электрические измерения в физике	4	6	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
3	Масс-спектрометрия в физике. Магнитный резонанс	2	4	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
4	Оптические методы. 1 Основные понятия оптики	2	2	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения
		Лекции	Практические занятия	Самостоятель- ная работа			
5	Оптические методы. 2 Основы геометрической оптики	2	4	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
6	Оптические методы. 3 Спектральный анализ	4	6	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
7	Оптические методы. 4 Дифракция света	4	6	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
8	Оптические методы. 5 Рамановская спектроскопия	4	6	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
9	Методы регистрации ионизирующих излучений. Рентгеновская спектроскопия	4	6	4	Устный опрос, лабораторная работа	УК-1, ПК-2	УК-1.1 УК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2
Итого:		28	42	36			

4.2. Лекционные занятия, их содержание

Наименование разделов и тем	Содержание
Измерения в физике	Введение. Прямые и косвенные измерения. Измерительные приборы. Измерения давления. Измерения температуры. Ареометр. Погрешности результатов прямых измерений. Погрешности результатов косвенных измерений. Графическое представление результатов экспериментов. Метод наименьших квадратов.
Электрические измерения в физике	Электрические измерения. Компенсационный метод измерения ЭДС. Электронно-лучевые приборы. Эффект Холла. Электрические измерения в биофизике и медицине. Физиотерапия.

Наименование разделов и тем	Содержание
Масс-спектрометрия в физике. Магнитный резонанс	Центрифуги и их применение в научных исследованиях. Хроматография. Сила Лоренца; движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Экспериментальное определение удельного заряда электрона. Масс-спектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.
Оптические методы. 1 Основные понятия оптики	Оптика. Исторический очерк. Основные понятия оптики. Фотометрия. Оптический диапазон частот. Оптические свойства атмосферы.
Оптические методы. 2 Основы геометрической оптики	Преломление и отражение света на границе двух сред, закон Снелля. Основы геометрической оптики. Дисперсия света нормальная и аномальная. Групповая скорость света. Оптическая призма.
Оптические методы. 3 Спектральный анализ	Монохроматор. Простейший спектрофотометр. Спектральный анализ. Спектры излучения водородоподобных атомов. Излучение и поглощение энергии атомом. Поглощение света; закон Бугера–Ламберта–Бера. Люминесценция. Спектрофлуориметр. Фотоэлектронная спектроскопия. Вторичная электронная эмиссия.
Оптические методы. 4 Дифракция света	Дифракция света. Дифракция сферических волн на круглых экране и отверстии – дифракция Френеля (дифракция в сходящихся пучках). Дифракция Фраунгофера (дифракция в параллельных лучах). Дифракционная решётка. Спектрофотометр. Дифракция медленных электронов.
Оптические методы. 5 Рамановская спектроскопия	Рассеяние света. Закон Рэлея. Комбинационное рассеяние света. Рамановская спектроскопия. Метод Рамановской спектроскопии. Дисперсионная Рамановская спектроскопия. Рамановская микроскопия. Фурье–Раман спектроскопия. Применение Рамановской спектроскопии. Дихроизм. Спектрохимия.
Методы регистрации ионизирующих излучений. Рентгеновская спектроскопия	Рентгеновское излучение. Тормозное и характеристическое излучения. Спектроскопия рентгеновских лучей. Закон Мозли. Дифракция рентгеновских лучей. Условие Брэгга–Вульфа. Рентгеноструктурный анализ. Спектрохимический рентгеновский анализ. Принципы обнаружения ионизирующих излучений. Газовые ионизационные методы регистрации: ионизационная камера, пропорциональный счётчик и счётчик Гейгера–Мюллера. Сцинтилляционные детекторы ионизирующего излучения. Авторадиография и метод толстослойных фотоэмульсий. Камера Вильсона и пузырьковая камера. Ядерная физика в медицине. Лучевая болезнь.

4.3 Лабораторные работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Количество часов	Наименование темы лабораторной работы
1	1	2	Измерения в физике
2-3	2	4	Компенсационный метод измерения ЭДС
4-5	3	4	Масс-спектрометрия в физике. Магнитный резонанс
6-7	5	4	Интерференционные методы. Кольца Ньютона

№ п/п	№ раздела дисциплины	Количество часов	Наименование темы лабораторной работы
8-9	5	4	Поляризационные методы. Сахариметр
10-11	7	4	Дифракционные методы. Дифракционная решётка
12-13	7	4	Поглощение света; закон Бугера–Ламберта–Бера
14-15	7	4	Спектрофотометр
16-17	7	4	Спектрофлуориметр
18-19	9	4	Исследование космического излучения с помощью счетчика Гейгера-Мюллера
20-21	9	4	Определение энергии гамма-кванта изотопа цезия 137

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим заданиям, контрольных работ.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических, лабораторных работ, при подготовке к тестам, опросам и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **Зачет в конце 7-го семестра.**

Форма проведения зачета: устно по билетам

а). Перечень вопросов для устного опроса и зачета

1. Прямые и косвенные измерения.
2. Измерительные приборы.
3. Измерения давления.
4. Измерения температуры.
5. Ареометр.
6. Погрешности результатов прямых измерений.
7. Погрешности результатов косвенных измерений.
8. Графическое представление результатов экспериментов.
9. Метод наименьших квадратов.
10. Электрические измерения.
11. Компенсационный метод измерения ЭДС.
12. Электронно-лучевые приборы.
13. Эффект Холла.
14. Электрические измерения в биофизике и медицине.
15. Физиотерапия.
16. Центрифуги и их применение в научных исследованиях.
17. Хроматография.
18. Сила Лоренца; движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.
19. Экспериментальное определение удельного заряда электрона.
20. Масс-спектроскопия.
21. Электронный парамагнитный резонанс.
22. Ядерный магнитный резонанс.
23. Основные понятия оптики.
24. Фотометрия.
25. Оптический диапазон частот.
26. Оптические свойства атмосферы.
27. Преломление и отражение света на границе двух сред, закон Снелля.
28. Основы геометрической оптики.
29. Дисперсия света нормальная и аномальная.

30. Групповая скорость света.
31. Оптическая призма.
32. Монохроматор.
33. Простейший спектрофотометр.
34. Спектральный анализ.
35. Спектры излучения водородоподобных атомов.
36. Излучение и поглощение энергии атомом.
37. Поглощение света; закон Бугера–Ламберта–Бера.
38. Люминесценция.
39. Спектрофлуориметр.
40. Фотоэлектронная спектроскопия.
41. Вторичная электронная эмиссия.
42. Дифракция света.
43. Дифракция сферических волн на круглых экране и отверстии – дифракция Френеля (дифракция в сходящихся пучках).
44. Дифракция Фраунгофера (дифракция в параллельных лучах).
45. Дифракционная решётка.
46. Спектрофотометр.
47. Дифракция медленных электронов.
48. Рассеяние света.
49. Закон Рэлея.
50. Комбинационное рассеяние света.
51. Рамановская спектроскопия.
52. Метод Рамановской спектроскопии.
53. Дисперсионная Рамановская спектроскопия.
54. Рамановская микроскопия.
55. Фурье-Раман спектроскопия.
56. Применение Рамановской спектроскопии.
57. Дихроизм.
58. Спектрохимия.
59. Рентгеновское излучение.
60. Тормозное и характеристическое излучения.
61. Спектроскопия рентгеновских лучей.
62. Закон Мозли.
63. Дифракция рентгеновских лучей.

64. Условие Брэгга–Вульфа.
65. Рентгеноструктурный анализ.
66. Спектрохимический рентгеновский анализ.
67. Принципы обнаружения ионизирующих излучений.
68. Газовые ионизационные методы регистрации: ионизационная камера, пропорциональный счётчик и счётчик Гейгера–Мюллера.
69. Сцинтилляционные детекторы ионизирующего излучения.
70. Авторадиография и метод толстослойных фотоэмульсий.
71. Камера Вильсона и пузырьковая камера.
72. Ядерная физика в медицине.
73. Лучевая болезнь.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Устный опрос 1-9	0-3
Коллоквиум	0-3
Выполнение лабораторных работ № 1-11	0-5 за каждую работу
Дополнительные баллы	5
ИТОГО	0-100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

74. Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете (7 семестр)

Оценка	Баллы
зачтено	40-100
незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Физика».

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки основных дефиниций, законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
	особую важность тех или иных теоретических положений.
Лабораторная работа	Лабораторные занятия имеют целью практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. Логическая связь лекций и практических (лабораторных) занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается. По выполнению лабораторной работы, контрольного задания студенты представляют отчет и защищают его. Защищенные отчеты студентов хранятся на кафедре до завершения изучения дисциплины.
Внеаудиторная работа	Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – подготовка к выполнению лабораторных работ, выполнение вычислительных и графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий; – подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к экзамену	Зачет служит формой проверки выполнения студентами лабораторных и контрольных работ, усвоения материала практических занятий. Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ. Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы и сдавшие зачет по данной дисциплине, предусмотренный в текущем семестре.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Книги 1-5. – М.: Наука. Физматлит. 2009.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – 7-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2008.
3. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. Книги 1-3. – М.: Лань-Трейд. 2006.
4. Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики» – 2005.
5. К.Б. Канн. Курс общей физики: Учебное пособие - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с. Учебное пособие ЭБС Znanium.com (<http://znanium.com>).

Литература для выполнения лабораторных работ:

1. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Белов М.М. и др. Лабораторный практикум по дисциплине «Физика». Разделы «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика» / Отв. редактор А.П. Бобровский. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006 и 2013. – 119 с. *Одобрено методической комиссией РГГМУ.*
2. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Бобровский А.П. и др. Специальный лабораторный практикум по дисциплине «Физика». Раздел «Молекулярная физика и термодинамика». – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2006 и 2013. – 74 с. *Одобрено методической комиссией РГГМУ.*

3. Лабораторный практикум по дисциплине «Физика». Раздел «Электричество и магнетизм». – СПб.: Изд. РГГМУ, 2002. – 100 с.
4. *Сирота В.Г., Недзвецкая И.В., Яковлева Т.Ю. и др.* Лабораторный практикум по физике. Оптика и ядерная физика» / Отв. редактор А.П. Бобровский. – СПб.: РГГМИ, 1994. – 115 с. *Одобрено методической комиссией РГГМИ.*
5. *Фокин С.А., Бармасова А.М., Мамаев М.А.* Обработка результатов измерений физических величин. Учебное пособие для лабораторного практикума по общей физике. 3-е изд. Перераб. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2003. – 62 с. *Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия по общей физике.*

б) дополнительная литература:

1. Анализ поверхности методами оже-и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха. – М.: Мир, 1987. – 600 с.
2. *Беккер Ю.* Спектроскопия. – М.: Техносфера, 2009. – 527 с.
3. *Блейкмор Дж.* Физика твёрдого тела. – М., 1988.
4. *Вудраф Д., Делчар Т.* Современные методы исследования поверхности. – М.: Мир, 1989. – 564 с.
5. *Ельяшевич М.А.* Атомная и молекулярная спектроскопия. – Эдиториал УРСС, 2001. – 892 с.
6. *Ельяшевич М.А.* Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия. – М.: Либроком, 2009. – 416 с.
7. *Ельяшевич М.А.* Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия. – М.: КомКнига, 2007. – 528 с.
8. *Ельяшевич М.А.* Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии. – М.: КомКнига, 2007. – 240 с.
9. *Жижин Г.Н., Маврин Б.Н., Шабанов В.Ф.* Оптические колебательные спектры кристаллов. – М., 1984.
10. *Зенгуил Э.* Физика поверхности. – М.: Мир, 1990.
11. *Зигбан К.* Электронная спектроскопия / К. Зигбан, К. Нордлинг, А. Фальман и др. – М.: Мир, 1971. – 458 с.
12. *Малышев В.И.* Введение в экспериментальную спектроскопию. – М., 1979.
13. *Нефедов В.И.* Рентгеноэлектронная и фотоэлектронная спектроскопия. – М.: Знание, 1983.
14. *Нефедов В.И., Черепин В.Т.* Физические методы исследования поверхности твёрдых тел. – М.: Наука, 1983. – 296 с.
15. *Нордлинг К., Остерман Дж.* Справочник по физике для учёного и инженера / Перевод с англ. и научное редактирование А.В. Бармасова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 528 с. – ISBN 978-5-9775-0312-9.
16. *Павлов П.А., Хохлов А.Ф.* Физика твёрдого тела. – М., 2006.
17. *Пентин Ю.А., Вилков Л.В.* Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, 2009. – 683 с.
18. *Пергамент М.И.* Методы исследований в экспериментальной физике: учеб. пособие. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 300 с.
19. Применение спектров комбинационного рассеяния света / Под ред. А. Андерсона. – М., 1977.
20. Применение электронной спектроскопии для анализа поверхности: пер с англ / Ж.Д. Карет, Б. Фейербахер, Б. Фиттон и др. Под ред. Х. Ибаха. – Рига: Зинетне, 1980. – 315 с.

21. Пуле А., Матъе Ж.-П. Колебательные спектры и симметрия кристаллов. – М., 1973.
22. Рассеяние света в твёрдых телах / Под ред. М. Кардона. – М., 1979.
23. Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики. – М., 1979.
24. Струц А.В., Бармасов А.В., Браун М.Ф. Методы исследования фоторецепторов и фотоактивных молекул в био- и модельных системах. Родопсин как канонический представитель семиспиральных транс-мембранных рецепторов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 4. – 2014. – Т. 1(59), № 2. – С. 191-202.
25. Струц А.В., Бармасов А.В., Brown M.F. Применение спектральных методов для исследования родопсина – рецептора, сопряжённого с G-белком. I. Оптические методы // Оптика и спектроскопия. – 2015. – Т. 118, № 5. – С. 743-749.
26. Струц А.В., Бармасов А.В., Brown M.F. Применение спектральных методов для исследования родопсина – рецептора, сопряжённого с G-белком. II. Магниторезонансные методы // Оптика и спектроскопия. – 2016. – Т. 120, № 1. – С. 114-122.
27. Сущинский М.М. Спектры комбинационного рассеяния молекул и кристаллов. – М., 1969.
28. Троян В.И., Пушкин М.А., Борман В.Д., Тронин В.Н. Коростылев Е.В. Приборы и методы измерения химического состава и структуры нанообъектов: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2011. – 184 с.
29. Троян В.И., Пушкин М.А., Борман В.Д., Тронин В.Н. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твёрдого тела / Под ред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 260 с.
30. Электронная и ионная спектроскопия твёрдых тел / Под ред. Л. Фирменса, Дж. Вэнника и В. Декейсера. – М.: Мир, 1981. – 467 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://pskgu.ru/ebooks/okfizikc.html> Учебные пособия по общей физике.
2. <http://h91102a0.bget.ru/elBook/Titul.htm> Михтеева Е.Ю., Соловьева О.П. Физика твёрдого тела. Электронное учебное пособие - г.р. № 2011620517. 2011 г.
3. <http://pskgu.ru/ebooks/tf.html> . Теоретическая физика.
4. <http://physics.nad.ru/> - физика в анимациях
5. <http://dmitryukts.narod.ru/kopilka/video.html> - опыты по физике.
6. <http://lectoriy.mipt.ru/lecture?category=Physics&lecturer> Видеолекции и открытые образовательные материалы ФизТеха. Лекции по Физике.
7. <https://sites.google.com/site/rggmstud/> Актуальная информация для студентов, проходящих обучение физике в РГГМУ.

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Office — офисный пакет приложений

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотека ЭБС «Znanium» (<http://znanium.com/>)
2. Электронная библиотека ЭБС «Юрайт» (<https://biblio-online.ru/>)
3. Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНИТИ РАН (<http://www.viniti.ru>).
4. ЭБС Лань Коллекция «Инженерно-технические науки – Издательство Горячая линия- Телеком <https://e.lanbook.com/books/931?publisher=6171>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «ГидрометеоОнлайн» - <http://elib.rshu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Лаборатория механики и молекулярной физики, лаборатория электричества и магнетизма, лаборатория оптики и ядерной физики – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, приборами, оборудованием, лабораторными установками, стендами, техническими средствами обучения для проведения лабораторных работ.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий