



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)  
«18 » сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий (ая) кафедрой  
теоретической и ядерной физики  
(название кафедры)



Ширмовский С.Э.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«18 » сентября 2017

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физические методы исследования вещества**  
Направление подготовки - 03.03.02 Физика  
Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 3  
лекции 36 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 0 час.  
в числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 8 /лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 (час.)  
в том числе с использованием МАО 8 час.  
самостоятельная работа 90 (час.)  
контрольные работы (2)  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен  
зачет 3 семестр  
экзамен семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 1 от «18» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой: Ширмовский С.Э. к.физ.-мат. н.

Составитель (ли): Кучма А.С. к.ф.-м.н., доц.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Specialist's/Master's degree in 03.03.02 Physics**

**Course title: Physical science research methods, 4 credits.**

**Instructor:** Kuchma A.S.

**At the beginning of the course a student should be able to:** readiness for self-development, improvement of their qualifications and skills, the ability to realize the social significance of their future profession, to demonstrate high motivation to perform professional activities, the ability to use scientific and technical information, domestic and foreign experience in the field of research, modern computer technologies and information resources in its subject area.

**Learning outcomes:** the ability to use the basic laws of the natural sciences in professional activities, to apply the methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental research, readiness for carrying out physical experiments according to a given methodology, compiling a description of the conducted research and analyzing the results, the ability to use technical means to measure the main parameters of the objects of study, to prepare data for the preparation of surveys, reports and scientific publications.

**Course description:** The content of the discipline covers a range of issues related to the physical methods of studying the composition and structure of a substance in various aggregative states: the physical foundations of the methods, direct and inverse research problems, the nature of information about the substance, the instrumental implementation of the method. The discipline "Physical Methods of Matter Research" is logically and meaningfully connected with such courses as Molecular Physics, Spectroscopy of Biological and Medical Biological Objects, Physics of Atoms and Atomic Phenomena, etc.

### **Main course literature:**

1. Pentin Yu.A. Physical research methods in chemistry: Textbook / Yu.A. Pentin, L.V. Vilkov - M.: Mir, AST, 2003 - 683 p.
2. Elyashevich MA Atomic and molecular spectroscopy. Atomic Spectroscopy / M.A. Elyashevich; foreword L.A. Gribova - Moscow: CD "Librokom", 2009 - 415 p. ISBN 978-5-397-00110-6.
3. Elyashevich MA Atomic and molecular spectroscopy. Molecular Spectroscopy / M.A. Elyashevich; foreword L.A. Gribov - Moscow: CD "Librokom", 2009 - 527c. ISBN 978-5-397-00055-0.
4. Budnikov G.K. Fundamentals of modern electrochemical analysis: a textbook for universities / G.K. Budnikov, V.N. Maistrenko, M.R. Vyaselev - M.: Mir, 2003 - 592 p. ISBN5-03-003471-4 \*\*\* (Toledo. MO)
5. Kolb B. Gas chromatography with examples and illustrations: [textbook]: Per. with him. / B. Kolb; Ed. L.A. Onuchak - Samara: Samara University, 2007 - 247 p. ISBN 978-5-86465-353-1.
6. Quick reference physico-chemical variables / Ed. A.A. Ravdel and AM Ponomareva - St. Petersburg: Ivan Fedorov, 2003 - 240 s ISBN 5-8194-0071

**Form of final knowledge control:** exam

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Физические методы исследования вещества» разработана для студентов 2 курса направления 03.03.02 «Физика», в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Физические методы исследования вещества» относится к разделу Б1.В.ОД.1.10 вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа студента (90 час.). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими методами исследования состава и строения вещества в различных агрегатных состояниях: физическими основами методов, прямой и обратной задачами исследований, характером информации о веществе, приборной реализацией метода.

Дисциплина «Физические методы исследования вещества» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Молекулярная физика», «Спектроскопия биологических и медицинских биообъектов», «Физика атомов и атомных явлений» и др.

Учебно-методический комплекс включает в себя:

- рабочую программу дисциплины;
- краткие опорные конспекты курса;
- контрольно-измерительные материалы;
- список литературы.

Для успешного изучения дисциплины «Радиационная метрология» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- готовность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);

- способность осознавать социальную значимость своей будущей профессии, демонстрировать высокую мотивацию к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8);
- способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области (ПК-1).

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные/ общеобразовательные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает	основные понятия теоремы и законы.
	Умеет	использовать общие законы и методы естественнонаучных дисциплин. Определять место и порядок применения методов и принципов естественнонаучных дисциплин.
	Владеет	основными методами решения задач. Навыками использования математического аппарата для решения задач.
ПК-8 способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	Знает	необходимую для проведения физических экспериментов информацию
	Умеет	составлять описание проводимых исследований
	Владеет	методами проведения исследований и анализом результатов

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Радиационная метрология» предусмотрены следующие методы активного/интерактивного обучения: лекция-беседа; групповая консультация (для практических занятий).

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **МОДУЛЬ 1. Теория предмета исследования.(36 час.)**

### **Темы: Теория предмета исследования.(36 час.)**

1. Разделы курса требуют знаний всех разделов общей физики, квантовой механики, атомной физики. (6час.)
2. Введение. Классификация физических методов(4час.)
3. Интерпретация экспериментальных данных на основе моделей, построенных с учетом симметрии электронных и ядерных волновых функций(6 час.)
4. Методы атомной спектроскопии(4 час.)
5. Начала квантовой механики многоатомных систем(4час.)
6. Методы молекулярной спектроскопии(4час.)
7. Структурные методы исследования наноразмерных систем, аморфных и кристаллических веществ(4 час.)
8. Методы исследования поверхности твердых тел(4час.)

# **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час.)**

- Сочетание информационных лекций с проблемными; (4 час.)
- Проведение проблемных семинаров; (4 час.)
- Использование интерактивных электронных учебных материалов на лекциях, семинарах и практических занятиях; (4 час.)
- Применение компьютерного моделирования результатов эксперимента (6 час.)

# **III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация

1	Темы 1-4	ПК-2, ПК-8	устный опрос	защита реферата
			устный опрос	защита реферата
			устный опрос	контрольная работа
2	Темы 5-8	ПК-2, ПК-8	устный опрос	защита реферата
			устный опрос	защита реферата
			устный опрос	контрольная работа

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

#### **IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Основная литература:**

1. Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии: Учебник / Ю.А. Пентин, Л.В.Вилков - М.: Мир, АСТ, 2003 - 683с.
2. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия /М.А. Ельяшевич; предисл. Л.А. Грибова - М.: КД "Либроком", 2009 - 415 с. ISBN 978-5-397-00110-6.
3. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М.А. Ельяшевич; предисл. Л.А. Грибова - М.: КД "Либроком", 2009 - 527с. ISBN 978-5-397-00055-0.
4. Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа: учебное пособие для вузов / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев - М.: Мир, 2003 - 592 с. ISBN5-03-003471-4 \*\*\* (Допущ. МО)
5. Колб Б. Газовая хроматография с примерами и иллюстрациями: [учебник]: пер. с нем. /Б. Колб; Под ред. Л.А. Онучак - Самара: Самарский университет, 2007 - 247 с. ISBN 978-5-86465-353-1.

6. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М.Пономаревой - СПб: Иван Федоров, 2003 - 240с ISBN 5-8194-0071-2.

## **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

- Эффективное изучение курса предполагает регулярное посещение занятий и систематическое повторение материала, излагаемого преподавателем на лекции;
- Алгоритм изучения данной дисциплины состоит в методическом изучении материала курса его регулярном повторении в часы самостоятельной работы, а так же посещение консультаций с преподавателем;
- Работа с указанной литературой должна осуществляться прежде всего в рамках лекционного курса;
- Подготовка к зачёту и экзамену должна проходить регулярно в течении семестров отведённых для занятий.

## **VI. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

При осуществлении образовательного процесса используются справочная систем электронных ресурсов ДВФУ [www.dvfu.ru](http://www.dvfu.ru)

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятия по данной дисциплине требуется следующее оборудование:

1. **Mobile-CASSY** является универсальным переносным измерительным прибором.
2. Лабораторная работа "Ядерный магнитный резонанс" **CASSY**.



3. Лабораторная работа "Комптон эффект" **CASSY**.
4. Лабораторная работа "Поглащение гамма-квантов ".
5. Лабораторная работа "Изучение свойств бета-распада ".
6. Лабораторная работа "Изучение гамма- гамма совпадений ".
7. Лабораторная работа "Измерение малых активностей ".
8. Лабораторная работа "Электронный спиновый резонанс ".
9. **LED проектор CASIO- XJ A150**.
10. **Интерактивная доска SMART Technologies SMART Board 680iv со**  
встроенным проектором V25.
11. Рентгеновский энергодисперсионный спектрометр API QUANT'X  
компании Thermo Scientific - это анализатор изотопного состава новейшего  
поколения с эксклюзивным Si(Li) детектором с электрическим охлаждением ,  
предназначен для решения широкого круга аналитических в медико-  
экологических задач (включая кровь, плазму крови, волосы, ногти и другие  
биосубстраты , воду, почву, воздух на ).
12. СПЕКТРОМЕТРЫ, КОМПАНИИ «АСПЕКТ» СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ  
УСТРОЙСТВА- **СУ-05П1 «АСПЕКТ»**.
13. Рентгеновский энергодисперсионный спектрометр API QUANT'X  
компании Thermo Scientific - это анализатор изотопного состава новейшего  
поколения с эксклюзивным Si(Li) детектором с электрическим охлаждением ,  
предназначен для решения широкого круга аналитических в медико-  
экологических задач (включая кровь, плазму крови, волосы, ногти и другие  
биосубстраты , воду, почву, воздух ).
14. Гибридный электроохладитель **MOBIUS-PT**, торговая марка  
**ORTEC**UUA.
15. Измеритель скорости счёта **УИМ2-2Д**.
16. Идентификатор нуклидов на основе **ORTEC Detective**.
17. Модульные блоки производства «ORTEC» временного позитронного  
спектра High-Voltage-Power Supply, 556 and 556H.

18. Модульные блоки производства «ORTEC» временного позитронного спектра Precision Constant-Fraction Differential Discriminator/SCA 583B.

Програмное обеспечение Maestro-32.

19. Гибридный электроохладитель MOBIUS-PT, Торговая марка

ORTECCUPLA.

20. Детектор LABr 38x38 Sant-Gobian, Нидерланды, МКА Digibase в формате базы ФЭУ, включая программное обеспечение Maestro-32.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине « **Физические методы исследования вещества**»

**Направление подготовки - 03.03.02 Физика**

профиль «Фундаментальная физика»

**Форма подготовки (очная)**

Владивосток

2017

Самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя в аудитории или вне аудитории. Обучающемуся необходимо: - выполнять все задания, выносимые преподавателем для самостоятельной работы; - активно работать с учебной литературой; - выносить на текущие консультации все неясные вопросы; - подготовку к экзамену проводить по экзаменационным теоретическим вопросам, предоставленным лектором; - при подготовке к экзамену все неясные моменты необходимо фиксировать и выносить на предэкзаменационную консультацию.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.

Студенту необходимо научиться четко конспектировать излагаемый на лекции материал – выделять темы разделов, подзаголовки, рисовать графики в хорошем масштабе, так как это позволит лучше подготовиться к экзамену. Изучение курса надо начинать с первой же недели занятий, так как из-за большого объема изучаемый материал преподается очень сжато. Материал, излагаемый в начале курса, постоянно используется в течение всего курса и последующего изучения специальных дисциплин.

Рекомендации по освоению дисциплины на лекционных занятиях:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту и рекомендованной учебной литературе материал предыдущей лекции;
- бегло ознакомиться с содержанием очередной лекции по основным источникам литературы в соответствии с рабочей программой дисциплины;
- при затруднениях необходимо обратиться к лектору по графику его консультаций или на практических занятиях. Рекомендации по освоению дисциплины на практических занятиях:

- на занятия носить конспект лекций и рекомендованный сборник задач;
- до очередного практического занятия по конспекту и рекомендованной учебной литературе проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения. Рекомендации по освоению дисциплины на лабораторных занятиях:

- руководствоваться графиком лабораторных работ;

- накануне перед очередной работой необходимо по конспекту или в методических указаниях к работе просмотреть теоретический материал работы;

- на лабораторном занятии, выполнив все опыты и расчеты, необходимо проанализировать окончательные результаты и убедиться в их достоверности;

- обратить внимание на оформление отчета, в котором должны присутствовать: цель работы, схема установки, методика измерений, результаты опытных и расчетных данных, необходимые графические зависимости и их анализ, выводы;

- при подготовке к защите отчета руководствоваться вопросами, приведенными в методических указаниях к данной работе. Для успешной сдачи экзамена студенты должны регулярно работать в соответствии с графиком организации аудиторной и самостоятельной работы:

а) отработать пропущенные по уважительной причине работы в течение семестра;

б) вовремя сдавать индивидуальные задания и отчеты по проделанным лабораторным работам, помнить, что неотработанные темы лекций и практических занятий выносятся на экзамен.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине « **Физические методы исследования вещества**»

**Направление подготовки - 03.03.02 Физика**

профиль «**Фундаментальная физика**»

**Форма подготовки (очная)**

Владивосток

2017

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает
Умеет		использовать общие законы и методы естественнонаучных дисциплин. Определять место и порядок применения методов и принципов естественнонаучных дисциплин.
Владеет		основными методами решения задач. Навыками использования математического аппарата для решения задач.
ПК-8 способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	Знает	необходимую для проведения физических экспериментов информацию
	Умеет	составлять описание проводимых исследований
	Владеет	методами проведения исследований и анализом результатов

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1-4	ПК-2, ПК-8	устный опрос	защита реферата
			устный опрос	защита реферата
			устный опрос	контрольная работа
2	Темы 5-8	ПК-2, ПК-8	устный опрос	защита реферата
			устный опрос	защита реферата
			устный опрос	контрольная работа

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
ПК-8 способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	знает (пороговый уровень)	Как проводить физические эксперименты, составлять описание проводимых исследований	необходимую для проведения физических экспериментов информацию
	умеет (продвинутый)	Проводить физические эксперименты, составлять описание проводимых исследований	составлять описание проводимых исследований
	владеет (высокий)	Методами проведения физических экспериментов, составления отчетов и анализу результатов.	методами проведения исследований и анализом результатов
ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	знает (пороговый уровень)	терминологию технические средства для измерения основных параметров объектов исследования; практические приложения технических средств	основные правила подготовки отчетов по научно-исследовательской работе, требования к научным публикациям и презентациям; стандарты оформления работ
	умеет (продвинутый)	решать задачи прикладного и теоретического характера; пользоваться таблицами, методичками, каталогами	формулировать итоги проводимых исследований в виде отчетов и научных публикаций, выработать рекомендации по практическому использованию полученных результатов.
	владеет (высокий)	основными математическими методами обработки результатов эксперимента навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой.	навыками подготовки обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовки научных публикаций и заявок на изобретения.

### Материал для проведения промежуточной аттестации

Сдача материала вы процессе текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в виду устного опроса, написания реферата и контрольных работ по пятибалльной системе.

#### Вопросы к промежуточной аттестации:

1. Классификация физ. методов по задачам и объектам.
2. Классификация методов исследований по физическим основам.



3. Взаимосвязь природы переходов в спектральных методах с диапазонами электромагнитного излучения.
4. Прямая и обратная задачи в физическом эксперименте.
5. Математическое моделирование при решении обратной задачи.
6. Примеры влияния симметрии при решении спектральных задач. Следствие инвариантности оператора энергии по отношению к преобразованиям симметрии.
7. Элементы и преобразования симметрии молекул.
8. Определение группы, некоторые свойства групп.
9. Преобразования симметрии  $\text{H}_2\text{O}$  как точечная группа симметрии, ее свойства.
10. Группа симметрии молекулы  $\text{NH}_3$ .
11. Преобразования координат, эквивалентные преобразованиям симметрии группы  $C_{2v}$ .
12. Преобразования координат, эквивалентные преобразованиям симметрии группы  $C_{3v}$ .
13. Представления групп, приводимые и неприводимые представления.
14. Основные свойства неприводимых представлений.
15. Классификация точечных групп симметрии, обозначения неприводимых представлений.
16. Интерпретация фотоэлектронных спектров  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$  в терминах симметризованных молекулярных орбиталей.
17. Инфракрасный спектр поглощения молекул вида  $\text{MX}_4$  и симметрия колебаний.
18. Основы методов атомной спектроскопии.
19. Методы оптической электронной спектроскопии.
20. Рентгеновская эмиссионная спектроскопия молекул.
21. Фотоэлектронная спектроскопия валентных и основных электронных уровней.
22. Основные методы спектроскопии электронных состояний твердых тел.

23. Методы структурного анализа твердых тел.

24. Методы электронной спектроскопии поверхности твердых тел.

25. Дифракционные методы в исследовании поверхности.