



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

**ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

« 21 » 01

Голик С.С.

(Ф.И.О.)

2022 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента

(подпись)

Короченцев В.В.

(Ф.И.О.)

« 1 » 01 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Электродинамика конденсированных сред

**Направление подготовки 03.03.02 Физика**

Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7

лекции 30 час.

практические занятия 60 час.

лабораторные работы не предусмотрено

в том числе с использованием МАО лек.     - / пр.     - / лаб.     - час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

в том числе с использованием МАО     - час.

самостоятельная работа 18 час.

в том числе на подготовку к экзамену     - час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен

зачет 7 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. №891.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики

\_\_\_\_\_ протокол № 1 от « 11 » \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_ 2021 \_\_\_\_ г.

Директор департамента к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель (ли): к.ф.-м.н. Голик С.С., д. ф.-м. н., профессор Афремов Л.Л.

Владивосток

2022

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

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

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

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

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

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

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

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

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

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

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

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

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

## Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель учебной дисциплины – овладение знаниями физических законов и теорий электродинамики конденсированных сред для их использования при построении математических моделей систем и процессов.

Задачи дисциплины:

- свободное владение понятиями и определениями электродинамики конденсированных сред;
- знание физических законов и теорий для описания процессов, изучаемых в рамках
- электродинамики сплошных сред;
- умение правильно выбирать и применять физические законы, изучаемые в курсе электродинамики
- сплошных сред, для построения математических моделей систем и процессов.

Для успешного изучения дисциплины «Квантовая теория поля» у студентов должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1.1, Использует в профессиональной деятельности основы физико-математических и (или) естественных наук;
- ОПК-1.2, Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-----------	----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------

<p>Системное и критическое мышление</p>	<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации</p>
<p>Командная работа и лидерство</p>	<p>УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>	<p>УК-3.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели</p>

<p>Научно-исследовательский</p>	<p>ПК-8                      Способен использовать физические модели и методы исследований при решении теоретических и прикладных задач</p>	<p>ПК-8.2 Применяет современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p>
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Код и наименование индикатора достижения компетенции</p>	<p>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</p>
<p>УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации</p>	<p>Знает основные методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию;</p>
	<p>Умеет структурировать полученную информацию, работать с файлами, рационально настраивать файловую структуру, применять физические принципы хранения информации;</p>
	<p>Владеет навыками структурирования информации с использованием информационных моделей разного типа, структурирования библиотек файлов для облегчения восприятия и поиска информации, выявления закономерностей</p>
<p>УК-3.1 Определяет свою роль в социальном</p>	<p>Знает роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
взаимодействию и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели	сотрудничества для достижения поставленной цели;
	Умеет организовать деятельность в рамках роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели;
	Владеет навыками реализации роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели
ПК-8.2 Применяет современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур	Знает современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур
	Умеет применять современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур
	Владеет современными физическими моделями и методами на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов) в 7 семестре.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	СР	Контроль	
1	Уравнения Максвелла для конденсированной среды	8	15		30	18		ПР-15
2	Взаимодействие сред с электрическими и магнитными полями		15		30			ПР-15
Итого:			30		60	18		

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**Лекционные занятия (30 час.)**

**Раздел 1. Уравнения Максвелла для конденсированной среды (15 час.)**

**Тема 1. Введение. (5 часов)**

Электрический заряд и электрическое поле. Электростатическое поле в вакууме. Электростатическое поле в проводниках. Потенциал уединенного заряда в плазме (Дебая Хюккеля). Электрический диполь. Поляризация диэлектриков. Поляризация неполярных диэлектриков. Поляризация полярных диэлектриков. Пондеромоторные силы в диэлектриках. Электрический ток. Законы Ома и Джоуля. Электродвижущая сила.

Классическая электронная теория электропроводности проводников. Введение в квантовую электронную теорию электропроводности проводников. Полупроводники. Электролиты. Уравнение непрерывности электрического тока. Плотность тока в сплошной среде.

### **Тема 2. Магнитная индукция. Магнитный диполь. (5 часов)**

Магнитное поле электрического тока. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Сила Лоренца в сплошной среде. Поведение движущихся зарядов в магнитном поле. Контактная разность потенциалов. Эффект Томпсона. Эффект Пельтье и Зеебека. Термогальваномагнитные явления. Намагничивание. Природа молекулярных токов. Спин. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Плотность молекулярного тока. Пондеромоторные силы в магнетиках.

### **Тема 3. Система уравнений Максвелла. (5 часов)**

Движение проводника в магнитном поле. Уравнение переноса поля. Электромагнитные волны в вакууме. Энергия, давление, импульс и масса электромагнитного поля. Электромагнитная масса движущегося заряда. Монохроматическая волна. Поляризация волны. Электромагнитные волны в реальной среде. Виды электромагнитного излучения. Эффект Доплера. Излучение Вавилова-Черенкова. Переменное электромагнитное поле в проводнике. Прохождение электромагнитной волны сквозь диэлектрик.

### **Раздел 2. Взаимодействие сред с электрическими и магнитными полями (15 час.)**

### **Тема 4. Уравнения магнитной гидродинамики (МГД). (5 часов)**

МГД-течения Куэтта и Гартмана. Распределение магнитного поля. Гидравлические характеристики течения Гартмана. МГД-канал как кондукционная машина. Интегральные соотношения для кондукционного МГД-канала. Кондукционные МГД-насос и МГД-двигатель. Кондукционные МГД-вентиль, расходомер и генератор. Поведение включения, имеющего отличающуюся от жидкости электропроводность, в МГД-канале.

### **Тема 5. Механизмы генерации электромагнитной силы. (5 часов)**

Двумерные уравнения Максвелла. Магнитное поле тока при наличии ферромагнетиков. Переменный ток. Индукционный механизм генерации электромагнитной силы. Бегущее магнитное поле над металлическим полупространством. Генерация электровихревого течения (ЭВТ). ЭВТ и азимутальное течение. ЭВТ в плоском канале со свободной поверхностью. Генерация больших магнитных полей. Гидромагнит Кольма. Сверхпроводники. Сверхпроводник в магнитном поле. Квантование магнитного потока.

### **Тема 6. Виды плазмы. (5 часов)**

Плазменные волны. Ускорение плазмы в космическом пространстве. Применение плазмы для производства электроэнергии. Равновесие плазмы в магнитном поле. Неустойчивости плазмы. Неустойчивости линейного пинча. Установки для удержания плазмы. Теорема Альфвена. Теорема Валена. Волны Альфвена. Теорема Каулинга. МГД-динамо.



# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

## Практические занятия (60 час.)

### **Занятие 1. Поляризация полярных диэлектриков. (4 часа)**

Теория Ланжевена; вывод зависимости поляризации от температуры: два случая. Вывод выражения для силы.

### **Занятие 2. Плотность тока в конденсированной среде. (7 часов)**

Вывод выражения для плотности тока в сплошной среде.

### **Занятие 3. Пондеромоторные силы в магнетиках. (7 часов)**

Вывод выражения для пондеромоторных сил в магнетиках.

### **Занятие 4. Прохождение электромагнитной волны сквозь диэлектрик. (7 часов)**

Описание, связь электрического смещения и напряженности, волновое уравнение, решение, решение на расстоянии, угол поворота, коэффициент Верде, применение эффекта Фарадея.

### **Занятие 5. Вихревая часть плотности тока. (7 часов)**

Вывод выражения для вихревой части плотности тока. Функция тока электрического тока. Уравнение типа Гельмгольца. Генерация продольной компоненты электромагнитной силы для плоскопараллельных и наклонных ферромагнетиков.

### **Занятие 6. Профиль МГД-течения Куэтта и Гартмана. (7 часов)**

Вывод выражений для профиля МГД-течения Куэтта и Гартмана.

### **Занятие 7. Течение Гартмана. (7 часов)**

Вывод выражений для гидравлических характеристик течения Гартмана (средняя скорость, расход, гидравлическое сопротивление для случаев электрически замкнутого и разомкнутого МГД-канала).

### **Занятие 8. Бегущее магнитное поле над металлическим полупространством. (7 часов)**

Постановка и уравнение для бегущего поля. Решение для поля тока и силы. Оценка силы. Описание двух случаев применения бегущего поля, их преимущества и недостатки.

### **Занятие 9. Равновесие плазмы в магнитном поле. (7 часов)**

Среднее давление в линейном и азимутальном пинчах. Проблема тороидальной конфигурации плазменного шнура и ее решение.

## Задания для самостоятельной работы (18 час.)

*Требования:* после каждого практического занятия обучающемуся необходимо обработать полученные результаты, построить графики зависимостей измеряемых величин, рассчитать требуемые величины и построить рассчитанные графики, объяснить их поведение и сделать

правильные выводы.

### Домашние задания к практическим работам

#### Домашнее задание 1. Поляризация полярных диэлектриков. (3 часа)

Вывод зависимости поляризации от температуры: два случая. Вывод выражения для силы.

#### Домашнее задание 2. Плотность тока в конденсированной среде. (3 часа)

Вывод выражения для плотности тока в сплошной среде.

#### Домашнее задание 3. Прохождение электромагнитной волны сквозь диэлектрик. (3 часа)

Описание, связь электрического смещения и напряженности, волновое уравнение, решение, решение на расстоянии, угол поворота, коэффициент Верде, применение эффекта Фарадея.

#### Домашнее задание 4. Профиль МГД-течения Куэтта и Гартмана. (3 часа)

Вывод выражений для профиля МГД-течения Куэтта и Гартмана.

#### Домашнее задание 5. Бегущее магнитное поле над металлическим полупространством. (3 часа)

Постановка и уравнение для бегущего поля. Решение для поля тока и силы. Оценка силы. Описание двух случаев применения бегущего поля, их преимущества и недостатки.

#### Домашнее задание 6. Равновесие плазмы в магнитном поле. (3 часа)

Среднее давление в линейном и азимутальном пинчах. Проблема тороидальной конфигурации плазменного шнура и ее решение.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-2 неделя семестра	Домашняя работа 1	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)

2	3-4 неделя семестра	Домашняя работа 2	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
3	5-6 неделя семестра	Домашняя работа 3	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
4	7-8 неделя семестра	Домашняя работа 4	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
5	9-10 неделя семестра	Домашняя работа 4	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
6	10-18 неделя семестра	Домашняя работа 4	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
Итого:			18 час.	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

#### *Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

### *Работа с конспектом лекций*

В конспекте лекций необходимо кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Нужно проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или практических работах.

**Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

#### **Работа перед практическими занятиями**

Перед практическим занятием студент должен самостоятельно изучить методические указания по его выполнению, ознакомиться с содержанием работы, прочитать необходимую учебную литературу для понимания физических процессов, изучаемых в лабораторной работе. После успешного выполнения лабораторной работы студент самостоятельно пишет, обрабатывает полученные данные и пишет отчет по практическому занятию. В методических указаниях по выполнению лабораторных работ после каждой лабораторной работы следуют контрольные вопросы. На них необходимо подготовить ответы. Кроме того, необходимо иметь базовые знания по изучаемой теме. Только после теоретической подготовки и написания отчета можно пробовать сдать отчет. Сдача отчета проводится во время практических занятий, когда студенты не работают за лабораторными установками.

#### *Структура отчета по практическому занятию*

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождаемая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- ✓ *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме

(титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);

- ✓ *Исходные данные к выполнению заданий*– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- ✓ *Основная часть*– материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- ✓ *Выводы*– обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- ✓ *Список литературы*– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- ✓ *Приложения*– необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

#### *Оформление отчета по лабораторной работе*

Лабораторная работа относится к категории «*письменная работа*», оформляется *по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ*.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

### *Набор текста*

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- ✓ печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- ✓ интервал межстрочный – полуторный;
- ✓ шрифт – TimesNewRoman;
- ✓ размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- ✓ выравнивание текста – «по ширине»;
- ✓ поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- ✓ нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- ✓ режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

#### *Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»*

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

### Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Выполнение самостоятельных работ оценивается при сдаче и защите отчетов по лабораторным работам. Критерии оценки индикаторов выполнения самостоятельной работы по курсу приведены в разделе VIII.

## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Уравнения Максвелла для конденсированной среды	УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации	Знает основные методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию; Умеет структурировать полученную информацию, работать с файлами, рационально настраивать файловую структуру, применять физические принципы хранения информации;	ПР-15 (рабочая тетрадь)	зачет (вопросы 1-43)
Владеет навыками структурирования информации с использованием информационных моделей разного типа, структурирования библиотек файлов для облегчения восприятия и поиска информации, выявления закономерностей					
УК-3.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии		Знает роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели;			

		сотрудничества для достижения поставленной цели	<p>Умеет организовать деятельность в рамках роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели;</p> <p>Владеет навыками реализации роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели</p>		
2	Раздел II. Взаимодействие сред с электрическими и магнитными полями	<p>УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации</p> <p>УК-3.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии</p>	<p>Знает основные методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию;</p> <p>Умеет структурировать полученную информацию, работать с файлами, рационально настраивать файловую структуру, применять физические принципы хранения информации;</p> <p>Владеет навыками структурирования информации с использованием информационных моделей разного типа, структурирования библиотек файлов для облегчения восприятия и поиска информации, выявления закономерностей</p> <p>Знает роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели;</p>	ПР-15 (рабочая тетрадь)	зачет (вопросы 44-67)



		сотрудничества для достижения поставленной цели	Умеет организовать деятельность в рамках роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели; Владеет навыками реализации роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели		
--	--	-------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Колесниченко И. В. Электродинамика сплошных сред : учебное пособие / И. В. Колесниченко. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.
2. Микроскопическая теория / В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин. - Москва, Ижевск: , Ин-т компьютер. исслед., Регуляр. и хаот. динамика, 2005. - (Современная электродинамика : учебное пособие; Ч. 1).

### Дополнительная литература

1. Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред : учебное издание : пер. с англ / Ж. Можен. - Москва: Мир, 1991
2. Теория электромагнитных явлений в веществе / И.Н. Топтыгин. - Москва, Ижевск: , Ин-т компьютер. исслед., Регуляр. и хаот. динамика, 2005. - (Современная электродинамика : учебное пособие; Ч. 2).
3. Электродинамика сплошных сред. - М.: , Наука, Физматлит, 1992. - (Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т.; Т. 8).

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. American Institute of Physics (AIP) - <http://scitation.aip.org/>

2. Elsevier (Science Direct) - <http://www.sciencedirect.com/>
3. Научная электронная библиотека - <http://www.elibrary.ru>
4. ЭБС ZNANIUM.COM - <http://znanium.com/>
5. Электронно-библиотечная система Издательства "Лан" - <http://lanbook.com/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются программы, позволяющие строить графики по массивам данных и выполнять простейший математический анализ данных (первые производные, сглаживание, линейный фитинг).

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

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

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

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Успешное освоение дисциплины

предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний. При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники.

В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

*Практические занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений. Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ

и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все домашние задания, предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

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

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 441. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Специализированное ПО не требуется
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 320. Лаборатория пленочных технологий ДВФУ	Вибрационный магнитометр Lakeshore 7400, оптический магнитометр Nanomoke2, Керр-микроскоп Evico Magnetics	ПО, позволяющее выполнять лабораторные работы на лабораторных установках, Origin – программное обеспечение для построения графиков, Gwyddion – свободно распространяемое программное обеспечение для обработки графических изображений
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Специализированное ПО не требуется

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям

техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДФУ)

---

**ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Электродинамика конденсированных сред»**

**Направление подготовки 03.03.02 Физика**

Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2022**

Для дисциплины «Электродинамика конденсированных сред» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

Домашняя работа (ПР-15) защита отчета

Письменные работы

Домашняя работа (ПР-15) написание отчета

**Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, понимание материала, самостоятельность выполнения домашних задач, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к экзамену.

**Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторные работы позволяют студентам непосредственно ознакомиться с научным экспериментальным оборудованием, научиться получать экспериментальные результаты, обрабатывать их, анализировать результаты и делать выводы.

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Квантовая теория поля» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (8-й семестр). Форма зачета – сдача отчетов по домашним работам. Форма экзамена – два письменных вопроса, на которые студенту дается 40 мин, затем 2 произвольных устных вопроса. Допуск к экзамену возможен только после сдачи всех отчетов по домашним работам.

## Методические указания по сдаче зачета

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено», «не зачтено». При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

## Вопросы к зачету

1. Электрический заряд и электрическое поле.
2. Электростатическое поле в вакууме.
3. Электростатическое поле в проводниках.
4. Потенциал уединенного заряда в плазме (Дебая Хюккеля).
5. Электрический диполь.
6. Поляризация диэлектриков.



7. Поляризация неполярных диэлектриков.
8. Поляризация полярных диэлектриков.
9. Пондеромоторные силы в диэлектриках.
10. Электрический ток.
11. Законы Ома и Джоуля.
12. Электродвижущая сила.
13. Классическая электронная теория электропроводности проводников.
14. Введение в квантовую электронную теорию электропроводности проводников.
15. Полупроводники.
16. Электролиты.
17. Уравнение непрерывности электрического тока.
18. Плотность тока в сплошной среде.
19. Магнитное поле электрического тока.
20. Электромагнитная индукция.
21. Самоиндукция.
22. Сила Лоренца в сплошной среде.
23. Поведение движущихся зарядов в магнитном поле.
24. Контактная разность потенциалов.
25. Эффект Томпсона. Эффект Пельтье и Зеебека.
26. Термогальваномагнитные явления. Намагничивание.
27. Природа молекулярных токов.
28. Спин. Диамагнетизм.
29. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.
30. Плотность молекулярного тока.
31. Пондеромоторные силы в магнетиках.
32. Движение проводника в магнитном поле.
33. Уравнение переноса поля.
34. Электромагнитные волны в вакууме.
35. Энергия, давление, импульс и масса электромагнитного поля.
36. Электромагнитная масса движущегося заряда.
37. Монохроматическая волна.
38. Поляризация волны.
39. Электромагнитные волны в реальной среде.
40. Виды электромагнитного излучения.
41. Эффект Доплера. Излучение Вавилова-Черенкова.
42. Переменное электромагнитное поле в проводнике.
43. Прохождение электромагнитной волны сквозь диэлектрик.
44. МГД-течения Куэтта и Гартмана.

45. Распределение магнитного поля.
46. Гидравлические характеристики течения Гартмана.
47. МГД-канал как кондукционная машина.
48. Интегральные соотношения для кондукционного МГД-канала.
49. Кондукционные МГД-насос и МГД-двигатель.
50. Кондукционные МГД-вентиль, расходомер и генератор.
51. Поведение включения, имеющего отличающуюся от жидкости электропроводность, в МГД-канале.
52. Двумерные уравнения Максвелла.
53. Магнитное поле тока при наличии ферромагнетиков.
54. Переменный ток. Индукционный механизм генерации электромагнитной силы.
55. Бегущее магнитное поле над металлическим полупространством.
56. Генерация электровихревого течения (ЭВТ).
57. ЭВТ и азимутальное течение. ЭВТ в плоском канале со свободной поверхностью.
58. Генерация больших магнитных полей. Гидромагнит Кольма.
59. Сверхпроводники. Сверхпроводник в магнитном поле.
60. Квантование магнитного потока.
61. Плазменные волны.
62. Ускорение плазмы в космическом пространстве.
63. Применение плазмы для производства электроэнергии.
64. Равновесие плазмы в магнитном поле. Неустойчивости плазмы.
65. Неустойчивости линейного пинча. Установки для удержания плазмы.
66. Теорема Альфвена. Теорема Валена. Волны Альфвена.
67. Теорема Каулинга. МГД-динамо.

### **Критерии выставления оценки студенту на зачете**

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем,

	связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- посещение занятий
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Устный опрос в сочетании с проверкой отчета по работе**

Оценивание защиты домашней работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

*Пример контрольных вопросов к домашним работам:*

1. Дайте определение энергии, давления, импульса и массы электромагнитного поля.
2. Объясните МГД-течения Куэтта и Гартмана.
3. Рассчитайте бегущее магнитное поле над металлическим полупространством.

## Аннотация дисциплины

### «Электродинамика конденсированных сред»

Цель учебной дисциплины – овладение знаниями физических законов и теорий электродинамики конденсированных сред для их использования при построении математических моделей систем и процессов.

Задачи дисциплины:

- свободное владение понятиями и определениями электродинамики конденсированных сред;
- знание физических законов и теорий для описания процессов, изучаемых в рамках
- электродинамики сплошных сред;
- умение правильно выбирать и применять физические законы, изучаемые в курсе электродинамики
- сплошных сред, для построения математических моделей систем и процессов.

Для успешного изучения дисциплины «Квантовая теория поля» у студентов должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-1.1, Использует в профессиональной деятельности основы физико-математических и (или) естественных наук;
- ОПК-1.2, Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-----------	----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------

<p>Системное и критическое мышление</p>	<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации</p>
<p>Командная работа и лидерство</p>	<p>УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>	<p>УК-3.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели</p>

<p>Научно-исследовательский</p>	<p>ПК-8                      Способен использовать физические модели и методы исследований при решении теоретических и прикладных задач</p>	<p>ПК-8.2 Применяет современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p>
---------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>УК-1.1 Определяет роль и значение информации, информатизации общества, информационных технологий, использует теоретические основы информационных процессов преобразования информации</p>	<p>Знает основные методы структурирования библиотек файлов, содержащих различную информацию;</p>
	<p>Умеет структурировать полученную информацию, работать с файлами, рационально настраивать файловую структуру, применять физические принципы хранения информации;</p>
	<p>Владеет навыками структурирования информации с использованием информационных моделей разного типа, структурирования библиотек файлов для облегчения восприятия и поиска информации, выявления закономерностей</p>
<p>УК-3.1 Определяет свою роль в социальном</p>	<p>Знает роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
взаимодействию и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели	сотрудничества для достижения поставленной цели;
	Умеет организовать деятельность в рамках роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели;
	Владеет навыками реализации роли в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели
ПК-8.2 Применяет современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур	Знает современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур
	Умеет применять современные физические модели и методы на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур
	Владеет современными физическими моделями и методами на уровне, необходимом для решения теоретических и прикладных задач, в том числе при проведении измерений параметров наноматериалов и наноструктур