Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ "НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ" Лицензия №4 от 28.08.2025 г.
УМС ЛАПЛАЗ Протокол №01/08-577 от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ СВЕРХСИЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

Направление подготовки (специальность) [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	1-2	36-72	12	12	0		12-21	0	Э , З
Итого	1-2	36-72	12	12	0	10	12-21	0	

АННОТАЦИЯ

Курс дает введение в методы расчета квантовых эффектов в сильном внешнем поле. Обсуждается шкала напряженности электромагнитных полей в природе и актуальность сверхсильных полей в астрофизике и в экспериментах на перспективных лазерных установках. Даются методика непертурбативных квантовополевых расчетов во внешнем поле: S-матричный подход к задачам с внешним полем и метод эффективного действия. Рассматриваются эффекты рождения электрон-позитронных пар и поляризации вакуума сильным электромагнитным полем. Кроме того, обсуждаются эффект Казимира и эффект рождения пар ускоренно движущимся зеркалом.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: ознакомление студентов с физическими эффектами и методами квантовополевых расчетов в сильных внешних полях.

Задачи: изложение методов квантовополевых расчетов, непертурбативных по внешнему полю, и их приложение к задачам расчета поляризации вакуума и рождения пар в сильном внешнем поле.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Знания, полученные при изучении курса, помогают студентам при параллельном освоении базового курса квантовой теории поля.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
научно-исследовательский			
проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям)	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и	ПК-2.1 [1] - Способен применять математические методы дифференциального и	З-ПК-2.1[1] - Знать математические методы дифференциального и интегрального исчисления, векторного

темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий	производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.	интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений. *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений.; У-ПК-2.1[1] - Уметь применять в профессиональной деятельности математические методы дифференциального и интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений.; В-ПК-2.1[1] - Владеть навыками использования в профессиональной деятельности математическими методами дифференциального и интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, теории групп и представлений и приближенными методами вычислений.
участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и	ПК-2.4 [1] - Способен демонстрировать владение аппаратом и методологией теоретической физики, а также объем знаний, дающий целостное представление о предмете и позволяющем осуществлять профессиональную	З-ПК-2.4[1] - Знать основные методы и принципы нахождения оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности.; У-ПК-2.4[1] - Уметь применять в

участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок;	других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.	деятельность в различных разделах теоретической физики. *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	профессиональной деятельности аппарат и методологию теоретической физики, применять в профессиональной деятельности объем знаний, дающий целостное представление о предмете и позволяющий осуществлять профессиональную деятельность в различных разделах теоретической физики.; В-ПК-2.4[1] - Владеть аппаратом и методологией теоретической физики, а также объемом знаний, дающем целостное представление о предмете и позволяющем осуществлять профессиональную деятельность в различных разделах теоретической физики.
Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса	ПК-15.1 [1] - Способен применять математические методы дифференциального и интегрального исчисления, векторного и тензорного анализа, теории функции комплексного переменного, и приближенные методы вычислений для решения физических задач в области метаматериалов, фотоники и терагерцового излучения	З-ПК-15.1[1] - основные подходы к решению задач теоретической физики, включая использование условий сшивки для кусочно-неоднородных сред, различные виды граничных условий, асимптотические методы оценки интегралов, особенности электромагнитных явлений в однородных и неоднородных средах, включая периодические структуры и тонкие пленки, качественные эффекты квантовой природы, основные

		Основание: Профессиональный стандарт: 40.011	эффекты в области фотоники ; У-ПК-15.1[1] - решать уравнения и их системы, описывающие классические и квантовые системы, в том числе находить асимптотики решений, использовать интегральные преобразования, грамотно использовать методы теории возмущений; В-ПК-15.1[1] - методами решения задач в области метаматериалов, фотонных кристаллов, метаповерхностей, наноплазмоники, генерации и распространения частиц и полей с классическими и квантовыми свойствами, включая закрученное излучение
Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации	Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса	ПК-15.2 [1] - Способен применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы теоретического и математического исследования в физике метаматериалов, фотонике и физике терагерцового излучения *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-15.2[1] - основные физические явления из области генерации и распространения частиц и полей с классическими и квантовыми свойствами, включая закрученное излучение, квантовые явления при генерации квантов излучения, пучки Эйри, качественные особенности описания явлений на уровне микроскопическом, мезоскопическом и макроскопическом, понимать взаимосвязь между этими уровнями описания; У-ПК-15.2[1] - применять методы усреднения при

			переходе от микроскопического к мезоскопическому и макроскопическому уровням; В-ПК-15.2[1] - навыками применения в профессиональной деятельности основных законов естественнонаучных дисциплин, методов теоретического и математического анализа в физике метаматериалов, фотонике и физике терагерцового излучения
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований. участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных	Деятельность по разработке материалов, покрытий, приборов	ПК-1 [1] - Способен проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования *Основание:* Профессиональный стандарт: 25.049, 40.011	З-ПК-1[1] - Знать способы сбора, анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь синтезировать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками сбора, синтеза и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.

моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок;			
Выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты.	математические модели и программы для компьютерного моделирования	ПК-3 [1] - Способен применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001, 25.049, 40.011	З-ПК-3[1] - Знать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач. ; У-ПК-3[1] - Уметь применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач.; В-ПК-3[1] - Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений численными методами для физико-технических задач.
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований.	Деятельность по разработке материалов, покрытий, приборов	ПК-4 [1] - Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001, 25.049, 40.008, 40.011	З-ПК-4[1] - Знать основные методики и методы исследования в сфере своей профессиональной деятельности ; У-ПК-4[1] - Уметь анализировать и критически оценивать применяемые методики и методы исследования.; В-ПК-4[1] - Владеть навыками выбора и критической оценки применяемых методик и

участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок;			методов исследования в сфере своей профессиональной деятельности
производственно-технологический			
квалифицированное использование исходных данных, материалов, оборудования, методов математического и физического моделирования производственно-технологических процессов и характеристик наукоемких технических устройств и объектов, включая использование алгоритмов и	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	ПК-9 [1] - Способен к математическому и компьютерному моделированию объектов, систем, процессов и явлений в избранной предметной области *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001, 40.008, 40.011	З-ПК-9[1] - Знать основные методы и принципы математического и компьютерного моделирования объектов, систем, процессов и явлений в избранной пред-метной области, методы построения математических моделей типовых профессиональных задач, способы нахождения решений математических моделей и содержательной

программ расчета их параметров			интерпретации полученных результатов. ; У-ПК-9[1] - Уметь использовать математическое и компьютерное моделирования для описания свойств и характеристик объектов, систем, процессов и явлений в избранной предметной области, профессионально интерпретировать смысл полученного результата.; В-ПК-9[1] - Владеть методами математического и компьютерного моделирования объектов, систем, процессов и явлений в избранной предметной области и содержательной интерпретации полученных результатов.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование

	ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (В35)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	8 Семестр						
1	Часть 1	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, З-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-15.1, У-ПК-15.1, В-ПК-15.1, З-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2
2	Часть 2	9-12	4/4/0		25	КИ-12	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, З-ПК-2.4, У-ПК-2.4,

							В-ПК-2.4, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-15.1, У-ПК-15.1, В-ПК-15.1, З-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2
	Итого за 8 Семестр		12/12/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	З, Э	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, З-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-9, У-ПК-9, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, З-ПК-2.4, У-ПК-2.4, В-ПК-2.4, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9,

							В-ПК-9, З-ПК-15.1, У-ПК-15.1, В-ПК-15.1, З-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2, З-ПК-15.1, У-ПК-15.1, В-ПК-15.1, З-ПК-15.2, У-ПК-15.2, В-ПК-15.2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	8 Семестр	12	12	0
1-8	**Часть 1**	8	8	0
1	**Критерий сильного поля в квантовой электродинамике. Обзор квантовых эффектов в сверхсильных полях. Рождение пар: парадокс Клейна.** Критерий сильного поля в квантовой электродинамике. Обзор квантовых эффектов в сверхсильных полях. Рождение пар: парадокс Клейна.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 4	**Однопетлевой вклад поляризации электрон-позитронного вакуума в эффективное действие электромагнитного поля. Диаграммная интерпретация. Диаграммы для двухпетлевых поправок.** Однопетлевой вклад поляризации электрон-позитронного вакуума в эффективное действие электромагнитного поля. Диаграммная интерпретация. Диаграммы для двухпетлевых поправок.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	**Представление эффективного действия интегралом по собственному времени. Метод Фока-Швингера. Точная электронная функция Грина во внешнем постоянном электромагнитном поле.** Представление эффективного действия интегралом по собственному времени. Метод Фока-Швингера. Точная	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	электронная функция Грина во внешнем постоянном электромагнитном поле.			
7 - 8	**Перенормировка. Лагранжиан Гейзенберга-Эйлера. Нелинейные поправки к уравнениям Максвелла. Учет неоднородности поля. Рождение пар однородным постоянным электромагнитным полем.** Перенормировка. Лагранжиан Гейзенберга-Эйлера. Нелинейные поправки к уравнениям Максвелла. Учет неоднородности поля. Рождение пар однородным постоянным электромагнитным полем.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	**Часть 2**	4	4	0
9 - 10	**Уравнение Клейна-Гордона во внешнем однородном электрическом поле. Классификация решений. S-матричная постановка задачи. Связь между in- и out-операторами. Среднее число рождающихся пар. Рождение пар** Уравнение Клейна-Гордона во внешнем однородном электрическом поле. Классификация решений. S-матричная постановка задачи. Связь между in- и out-операторами. Среднее число рождающихся пар. Рождение пар как туннельный процесс. Вероятность перехода вакуум-вакуум. Вероятность рождения	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	**Эффект Казимира. Функция Грина скалярного поля в присутствии границ. Однопетлевое эффективное действие. Диаграммная интерпретация. Рождение пар ускоренно движущимся идеальным зеркалом. ЛИТЕРАТУРА** Эффект Казимира. Функция Грина скалярного поля в присутствии границ. Однопетлевое эффективное действие. Диаграммная интерпретация. Рождение пар ускоренно движущимся идеальным зеркалом. ЛИТЕРАТУРА	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе используются традиционные образовательные технологии, включая лекции с разбором задач и примеров, домашние задания и самостоятельная работа студентов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ПК-1	З-ПК-1	З, Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-1	Э, З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-1	З, Э, КИ-8, КИ-12
ПК-2.1	З-ПК-2.1	Э, З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-2.1	З, Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-2.1	З, Э, КИ-8, КИ-12
ПК-2.4	З-ПК-2.4	З, Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-2.4	З, Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-2.4	З, Э, КИ-8, КИ-12
ПК-3	З-ПК-3	З, Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-3	З, Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-3	З, Э, КИ-8, КИ-12
ПК-4	З-ПК-4	З, Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-4	З, Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-4	Э, З, КИ-8, КИ-12
ПК-9	З-ПК-9	З, Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-9	Э, З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-9	З, Э, КИ-8, КИ-12
ПК-15.1	З-ПК-15.1	Э, З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-15.1	З, Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-15.1	З, Э, КИ-8, КИ-12
ПК-15.2	З-ПК-15.2	З, Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-15.2	З, Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-15.2	Э, З, КИ-8, КИ-12

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	**Оценка по 4-х балльной шкале**	**Отметка о зачете**	**Оценка ECTS**
90-100	5 – *«отлично»*	*«зачтено»*	A
85-89	4 – «*хорошо*»		B
75-84			C
70-74			D

65-69	3 – «*удовлетворительно*»		
60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 517 Ф34 Введение в аналитические методы решения нелинейных уравнений : учебное пособие для вузов, Ечкина Е.Ю., Федотов А.М., Москва: МИФИ, 2007

2. ЭИ М50 Лазерная технология : , Менушенков А.П., Москва: МИФИ, 2008

3. ЭИ Т 33 Теоретическая физика Т. 4 Квантовая электродинамика, , : , 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 Л22 Теоретическая физика Т.4 Квантовая электродинамика, Ландау Л.Д., Москва: Физматлит, 2006

2. 53 Л22 Теоретическая физика Т.4 Квантовая электродинамика, Ландау Л.Д., Москва: Наука, 1989

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Методические рекомендации по освоению теоретического материала

Для успешного изучения курса необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия.

Для успешного освоения теоретической части курса необходимо регулярно посещать лекции и вести конспект. После каждой лекции следует внимательно разбирать лекционный материал, причём при необходимости следует проделывать некоторые дополнительные выкладки, если такие были оставлены лектором для самостоятельной работы. Перед началом каждой лекции имеет смысл просмотреть конспект, чтобы усвоение нового материала проходило лучше, так как в большинстве случаев изложение опирается на материал, прочитанный на предыдущих занятиях.

Для полного освоения курса недостаточно изучать лишь лекционный материал. В ходе освоения курса следует читать книги, предложенные в списке литературы по курсу. Настоятельно рекомендуется также использовать литературу, обозначенную как «дополнительная», а также самостоятельно или с помощью преподавателя искать и другие источники. При работе с литературой следует проделывать все или хотя бы основные выкладки. Важно осознавать, что только самостоятельно проделанные выкладки приводят к пониманию материала.

Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям и решению задач

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют за темами лекций. И программа курса, и семестровый календарный план доступны каждому студенту на сайте учебного управления университета. Подготовиться к очередному семинарскому занятию - это, прежде всего, проработать лекционный материал, согласно методическим рекомендациям. Все невыясненные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале семинарского занятия. На семинаре, как правило, разбираются вопросы и качественные задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Кроме того, на семинаре учат правильно ставить и решать задачи, анализировать решение задач. По пройденной на семинаре теме даются задачи для самостоятельного (домашнего) решения. Усвоение курса во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания, вдумчивого решения большого количества задач.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами:

1. Прежде всего нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.

2. Следует прикинуть, какие основные законы и уравнения и в каких приближениях следует использовать и записать их, после чего попытаться решить.

3. Задача должна быть сначала решена в максимально общем виде.

4. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.

5. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях и изобразить характер изучаемой зависимости графически.

6. Если возможно, при получении того или иного результата, следует указать границы его применимости.

Решение задачи принесет наибольшую пользу только в том случае, когда обучающийся решит ее самостоятельно. Решить задачу без помощи часто не всегда удается, но тем не менее попытки найти решение развивают мышление и укрепляют волю. Необходимо понимать, что для некоторых задач не удастся быстро найти решение, ведь решение задач относится к научной деятельности, которая предполагает творческий подход и длительное время обдумывания.

Из сказанного вытекает, что решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены.

В рекомендуемых сборниках задач, в разделе, который следует за ответами, содержатся указания к решению более трудных задач. Обращаться к ним нужно лишь после того, как несколько попыток решить задачу не приведут к успеху.

Методические рекомендации для подготовки к контрольным и проверочным работам

Контрольные работы проводятся для проверки качества усвоения материала и выполнения домашних заданий студентами. Они основываются строго на пройденном материале и не выходят за рамки излагаемого курса. Своевременное изучение лекционных материалов и выполнение домашних заданий гарантирует успешное выполнение контрольных и проверочных работ. При подготовке следует руководствоваться общепринятыми установками, т.е. повторить изученный материал, запомнить основные идеи, принципы и результаты курса. Не следует пытаться «вызубрить» материал, достаточно понять и запомнить логику вывода тех или иных результатов и решения задач и осознать их физический и математический смысл. При выполнении контрольной или проверочной работы необходимо записывать все основные шаги при решении задачи, не «перескакивая» к какому-то промежуточному или окончательному результату без каких-либо на то физических или математических обоснований.

Работа должна быть записана так, чтобы была понятна логика решения задач, при этом строгих правил оформления задач нет. Окончательный ответ необходимо выделить каким-либо способом так, чтобы проверяющему было понятно, что это и есть ответ к задаче.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Проведение практических занятий и выполнение самостоятельных работ

Студенты должны, используя полученный на лекциях материал, научиться решать задачи по курсу.

Следует использовать различные приемы вовлечения студентов в процесс освоения учебного материала:

- опрос студентов по содержанию прочитанных лекций;

- вызов студентов к доске для решения текущих задач;

- самостоятельное решение задачи со сверкой промежуточных и конечного результатов решения;

- показ преподавателем на доске решения типовых задач;

- самостоятельная работа над заданиями.

Организация контроля

Контроль знаний осуществляется путем проведения контрольных или самостоятельных работ с последующей проверкой.

На каждом семинаре выдается домашнее задание, которое обязательно проверяется в индивидуальном порядке. Также в курсе может быть выдано т.н. большое домашнее задание. Большие домашние задания (БДЗ) предназначены для самостоятельной работы студентов с последующей проверкой преподавателем. Как правило, сдача БДЗ проходит в виде устной защиты в середине или в конце учебного семестра, но форма и время проверки может быть изменена на усмотрение преподавателя.

На основании этих результатов выставляется внутрисеместровый зачет.

Проведение зачетов и экзаменов

Для допуска к зачету или экзамену необходимо иметь положительные оценки по каждой теме. Во время зачета студент получает индивидуальный билет и готовит ответы на вопросы по курсу.

Автор(ы):

Нарожный Николай Борисович, д.ф.-м.н., профессор

Федотов Александр Михайлович, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

С.П. Гореславский