

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

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/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
5	2	72	32	16	16	8	0	3
Итого	2	72	32	16	16	0	8	

АННОТАЦИЯ

Курс знакомит студентов с применением методов теории функций комплексного переменного для вычисления определенных интегралов, получения асимптотических разложений интегралов и рядов. В Курсе рассматриваются различные случаи использования метода перевала, метод ВКБ приближенного решения дифференциальных уравнений. Задача преподавания курса – дать студентам навыки точных и приближенных аналитических вычислений, которые необходимы для дальнейшего изучения курсов теоретической физики.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс знакомит студентов с применением методов теории функций комплексного переменного для вычисления определенных интегралов, получения асимптотических разложений интегралов и рядов. В Курсе рассматриваются различные случаи использования метода перевала, метод ВКБ приближенного решения дифференциальных уравнений. Задача преподавания курса – дать студентам навыки точных и приближенных аналитических вычислений, которые необходимы для дальнейшего изучения курсов теоретической физики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс односеместровый.

Знание, полученные при изучении курса необходимы студентам для освоения последующих курсов теоретической физики: квантовой механики, статистической физики, релятивистской квантовой механики, теоретической физики твердого тела, макроскопической электродинамики, преподаваемых на факультете Т МИФИ студентам 6-8 семестров. Кроме того, знание курса совершенно необходимо при освоении многих специализированных дисциплин по теоретической и экспериментальной физике, изучаемых студентами старших курсов.

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		

<p>изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий</p>	<p>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</p>	<p>ПК-1 [1] - Способен проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>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.</p>
<p>выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты</p>	<p>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</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.035, 40.011</p>	<p>З-ПК-2[1] - Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудования, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

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
	<i>5 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/8/8		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Часть 2	9-16	16/8/8		25	КИ-16	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1,

							3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/16/16		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	16	16
1-8	Часть 1	16	8	8
1	Оценка математических выражений. Асимптотические последовательности и ряды. Асимптотическое разложение функции. Оценка математических выражений. Асимптотические последовательности и ряды. Асимптотическое разложение функции.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
2	Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов от функций действительной переменной. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов от функций действительной переменной.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0
3	Основные понятия и результаты теории функций комплексной переменной. Основные понятия и результаты теории функций комплексной переменной.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
		0	0	0

4 - 6	Теория вычетов и её приложение к вычислению определенных интегралов. Случай многозначных функций. Теория вычетов и её приложение к вычислению определенных интегралов. Случай многозначных функций.	Всего аудиторных часов		
		6	3	3
		Онлайн		
7	Метод перевала. Асимптотическая оценка интегралов от осциллирующих функций. Асимптотические выражения для функций Эйри, Бесселя и Ганкеля. Метод перевала. Асимптотическая оценка интегралов от осциллирующих функций. Асимптотические выражения для функций Эйри, Бесселя и Ганкеля.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
8	Асимптотические оценки сумма ряда. Метод Ватсона суммирования ряда. Примеры. Асимптотические оценки сумма ряда. Метод Ватсона суммирования ряда. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
9-16	Часть 2	16	8	8
9	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом контурного интегрирования Лапласа. Интегральные представления для полиномов Эрмита и Лаггера. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом контурного интегрирования Лапласа. Интегральные представления для полиномов Эрмита и Лаггера.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
10 - 12	Интегральные представления для функций Бесселя, Ганкеля и модифицированных бесселевых функций. Асимптотические выражения для бесселевых функций при больших значениях аргумента. Интегральные представления для функций Бесселя, Ганкеля и модифицированных бесселевых функций. Асимптотические выражения для бесселевых функций при больших значениях аргумента.	Всего аудиторных часов		
		6	3	3
		Онлайн		
13	Метод ВКБ приближенного решения дифференциальных уравнений. Условия применимости. Метод ВКБ приближенного решения дифференциальных уравнений. Условия применимости.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
14	Граничные условия и сшивание ВКБ- решений . Граничные условия и сшивание ВКБ- решений .	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
15	Применение ВКБ приближения для получения асимптотических представлений полиномов Эрмита, Лежандра, функций Эйри и Бесселя. Применение ВКБ приближения для получения асимптотических представлений полиномов Эрмита, Лежандра, функций Эйри и Бесселя.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
16	Приложения в задачах теоретической физики. Приложения в задачах теоретической физики.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>5 Семестр</i>
1	Оценка математических выражений. Асимптотические последовательности и ряды. Асимптотическое разложение функции. Оценка математических выражений. Асимптотические последовательности и ряды. Асимптотическое разложение функции.
2	Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов от функций действительной переменной. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов от функций действительной переменной.
3	Основные понятия и результаты теории функций комплексной переменной. Основные понятия и результаты теории функций комплексной переменной.
4 - 6	Теория вычетов и её приложение к вычислению определенных интегралов. Случаи многозначных функций. Теория вычетов и её приложение к вычислению определенных интегралов. Случаи многозначных функций.
7	Метод перевала. Асимптотическая оценка интегралов от осциллирующих функций. Асимптотические выражения для функций Эйри, Бесселя и Ганкеля. Метод перевала. Асимптотическая оценка интегралов от осциллирующих функций. Асимптотические выражения для функций Эйри, Бесселя и Ганкеля.
8	Асимптотические оценки суммы ряда. Метод Ватсона суммирования ряда. Примеры. Асимптотические оценки суммы ряда. Метод Ватсона суммирования ряда. Примеры.
9	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом контурного интегрирования Лапласа. Интегральные представления для полиномов Эрмита и Лаггера.

	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом контурного интегрирования Лапласа. Интегральные представления для полиномов Эрмита и Лаггера.
10 - 12	Интегральные представления для функций Бесселя, Ганкеля и модифицированных бесселевых функций. Асимптотические выражения для бесселевых функций при больших значениях аргумента. Интегральные представления для функций Бесселя, Ганкеля и модифицированных бесселевых функций. Асимптотические выражения для бесселевых функций при больших значениях аргумента.
13	Метод ВКБ приближенного решения дифференциальных уравнений. Условия применимости. Метод ВКБ приближенного решения дифференциальных уравнений. Условия применимости.
14	Граничные условия и сшивание ВКБ- решений . Граничные условия и сшивание ВКБ- решений .
15	Применение ВКБ приближения для получения асимптотических представлений полиномов Эрмита, Лежандра, функций Эйри и Бесселя. Применение ВКБ приближения для получения асимптотических представлений полиномов Эрмита, Лежандра, функций Эйри и Бесселя.
16	Приложения в задачах теоретической физики. Приложения в задачах теоретической физики.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия с разбором задач и примеров, текущие домашние задания.

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, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16

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-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 21 Теория функций комплексного переменного : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2008

2. 517 Т48 Теория функций комплексного переменного : курс лекций для вечернего факультета: учебное пособие, Д. С. Ткаченко, Москва: МИФИ, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 517 С24 Теория функций комплексной переменной : Учебник для вузов, А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов, Москва: Физматлит, 2004

2. 517 Л13 Методы теории функций комплексного переменного : , Лаврентьев М.А.,Шабат Б.В., Москва: Лань, 2002

3. 517 К78 Функции комплексного переменного : задачи и примеры с подробными решениями: учеб. пособие для втузов, М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко, М.: УРСС, 2003

4. 517 С34 Лекции по теории функций комплексного переменного : Учебник для вузов, Сидоров Ю.В., Федорюк М.Б., Шабунин М.И., М.: 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):

Рогозкин Дмитрий Борисович, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):
С.В. Попруженко