

«УТВЕРЖДАЮ»

директор Института металлургии
и промышленной инженерии



Турьсбекова Г.С.

заведующий кафедрой
инженерной физики

Бейсенов Р.Е.

3 декабря 2019 г.

СИЛЛАБУС

Дисциплина РНУ4352 «Методы теоретической физики»

для специальности 6В07109 «Инженерная физика и материаловедение»

3 кредита, 1/0/2

Семестр: весенний, 2019/20 учебный год

Институт металлургии и промышленной инженерии
Кафедра инженерной физики

1. Информация о преподавателе

профессор, д.т.н. Мустафин Алмаз Тлемисович (лекции и практические занятия)
Офисные часы: согласно расписанию по договорённости
E-mail: a.mustafin@satbayev.university

2. Краткое содержание курса

Ряды. Комплексная алгебра. Дифференциальные уравнения. Ряды Фурье. Векторные пространства. Операторы и матрицы. Многомерный анализ. Векторное дифференциальное исчисление. Уравнения с частными производными. Численный анализ. Тензоры. Векторное интегральное исчисление. Комплексный анализ. Преобразование Фурье. Вариационное исчисление. Обобщённые функции.

3. Краткое описание дисциплины. Планируемые результаты освоения дисциплины

В данном учебном курсе рассматриваются избранные математические методы, применяемые в теоретической физике. Он предназначен как дополнение к стандартным курсам по математическим методам физики. Основной целью курса является демонстрация подхода физика-теоретика к решению различных современных математических задач, которые возникают при постановке физических проблем. Основой такого подхода служит наличие тех или иных малых параметров, как буквенных, так и численных. Рассмотрение проводится на конкретных физических примерах.

Задача курса – отнюдь не желание охватить все математические методы, используемые в теоретической физике. Для этого существует достаточно большое число хороших учебников с той или иной степенью полноты. Если посмотреть их содержание, то оно обычно включает такие разделы как «Функции Грина», «Интегральные преобразования», «Теория возмущений», «Интегральные уравнения», «Дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных», «Специальные функции» и т.д. Задачей подобных методов и соответствующих учебных курсов вузов по математической физике, как правило, является точное решение той или иной математической задачи, либо изложение итерационных схем для решения.

В данном курсе, напротив, делается акцент на приближённых математических методах, используемых в задачах теоретической физики. В отличие от точных методов, или от итерационных процедур, они позволяют охватить значительно более широкий круг физических задач.

Задачей данного курса не является и стремление описать все приближённые методы. Основной целью является желание показать подход физиков-теоретиков к решению различных математических задач, которые возникают перед ними в процессе рассмотрения физических проблем. При этом изложение материала всюду ведётся не в общем виде, как к этому привыкли математики, а на конкретных простых физических примерах, рассматриваемых как иллюстрации данного математического подхода.

Математические выкладки в данном курсе не всегда отличаются достаточной полнотой: часть их предоставляется сделать студенту, имеющему математические знания. Это делается с целью, чтобы акцент изложения не сместился бы в сторону вычислительных деталей (например, вычисления интеграла Пуассона). Кроме того, от студента требуется знание стандартного курса общей физики и начал теоретической физики.

Отдельные разделы курса частично связаны друг с другом, хотя для понимания основных идей каждого математического метода не требуется знания других методов, так что разделы можно изучать независимо. Порядок расположения разделов определяется тем, чтобы степень сложности методов постепенно увеличивалась от начала к концу курса. При изложении, как правило, опускаются вопросы математической строгости результатов; вместо громоздких и многочисленных условий, накладываемых обычно на функции, применяется простой термин «физически разумные функции».

Таким образом, целью данного спецкурса является попытка дополнить компетенции студентов в математических методах теоретической физики материалом, который обычно не входит в основную программу по теоретической физике.

4. Пререквизиты

Математический анализ; линейная алгебра; физическая механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; колебания и волны.

5. Постреквизиты

Теоретическая механика; механика сплошных сред; теория поля; квантовая механика; статистическая физика и термодинамика; физическая кинетика; физика конденсированного состояния; теоретические основы для самостоятельных исследований в рамках подготовки дипломной работы.

6. Список литературы для изучения

Основная

1. Мэтьюз Дж., Уокер Р. Математические методы в физике. Москва: Атомиздат, 1972. 392 с.
2. Hassani S. Mathematical methods for students of physics and related fields. 2nd ed. New York, NY: Springer, 2009. xxiii, 831 p.
3. Voas M.L. Mathematical methods in the physical sciences. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006. xviii, 839 p.
4. Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики. В 2 т. Москва: Изд-во иностр. лит., 1958-1960.

Дополнительная

5. Мышкис А.Д. Лекции по высшей математике. Москва: Наука, 1973. 640 с.
6. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. Москва: УРСС, 1994. 432 с.
7. Мигдал А.Б., Крайнов В.П. Приближённые методы квантовой механики. Москва: Наука, 1966. 152 с.

7. Календарно-тематический план

Неделя	Аудиторные занятия			№ задания для СРС
	Лекции	Практические и СРСП	Главы по учебнику	
1	Базовые понятия. Тригонометрия. Дифференцирование по параметру. Интеграл Гаусса. Функция ошибок и гамма-функция. Дифференцирование. Интегралы. Полярные координаты. Графики функций.	Гиперболические функции. Интеграл Римана-Стилтьеса.	Гл. 1, пп. 1, 2.	
2	Бесконечные ряды. Формула Тейлора. Сходимость. Ряды из рядов. Степенной ряд с двумя переменными. Формула Стирлинга. Полезные трюки. Дифракция. Методы проверки результатов.	Признаки сходимости. Преобразование рядов.	Гл. 1, пп. 3, 4.	1
3	Комплексная алгебра. Комплексные числа. Примеры некоторых функций. Применение формулы Эйлера. Геометрия. Ряды косинусов. Логарифмы. Конформные отображения.	Магнитная фокусировка частиц.	Гл. 2, п. 5.	
4	Дифференциальные уравнения. Случай постоянных коэффициентов. Вынужденные колебания. Решение в виде ряда. Некоторые	Метод ВКБ.	Гл. 2, п. 6.	2

Силлабус: Методы теоретической физики РНУ4352

Неделя	Аудиторные занятия			№ задания для СРС
	Лекции	Практические и СРСП	Главы по учебнику	
	общие методы. Тригонометрия и ОДУ. Функции Грина. Разделение переменных. Электрические цепи. Системы ОДУ. Уравнение Лежандра. Асимптотическое поведение решений.			
5	Ряды Фурье. Примеры. Вычисление коэффициентов. Выбор базиса. Музыкальные ноты. ОДУ с периодическим возмущением. Теорема Парсевалья. Явление Гиббса.	Координатное и импульсное представления в квантовой механике.	Гл.3, пп. 7, 8.	
6	Векторные пространства. Основная идея. Аксиомы. Примеры векторных пространств. Линейная независимость. Нормы. Скалярное произведение. Базисы и скалярное произведение. Ортогонализация Грама-Шмидта. Неравенство Коши-Шварца. Бесконечномерные векторные пространства.	Колебания нагруженной струны. Гильбертово пространство.	Гл. 3, п. 9.	3
7	Операторы и матрицы. Идея оператора. Определение. Примеры операторов. Матричное умножение. Инверсия. Вращения в трёхмерном пространстве. Площади, объёмы, определители. Матрицы как операторы. Собственные значения и собственные векторы. Замена базиса. Соглашение о суммировании. Диагонализация матриц.	Вычисление собственных значений. Степенной метод.	Гл. 4, пп. 10, 11.	
8	Многомерное дифференциальное исчисление. Частные производные. Цепное правило. Дифференциалы. Геометрическая интерпретация. Градиент. Электростатика. Полярные координаты на плоскости. Цилиндрические и сферические координаты. Векторы в цилиндрическом и сферическом базисах. Градиент в других координатах. Максимумы, минимумы, седла. Множители Лагранжа. Телесный угол. Радуга.	Коэффициенты Ламе. Лапласиан в различных координатах.	Гл. 4, пп. 12, 13.	4
1-я (промежуточная) аттестация				
9	Векторное дифференциальное исчисление. Поток жидкости. Векторные производные. Вычисление дивергенции. Интегральное представление вихря. Градиент. Различные тождества для векторных операций. Приложения к полю тяжести. Потенциал. Более сложные потенциалы.	Уравнения гидродинамики и теории упругости.	Гл. 5, пп. 14, 15.	
10	Уравнения с частными производными. Уравнение теплопроводности. Разделение переменных. Колебания температуры. Пространственное распределение температуры. Поток тепла. Электростатика. Цилиндрические координаты.	Метод Винера-Хопфа.	Гл. 5, п. 16.	5
11	Тензоры. Примеры. Компоненты. Соотношения между тензорами. Двойное лучепреломление. Неортогональные базисы. Многообразия и поля. Координатные базисы. Замена базиса.	Формулы Френе. Метрический тензор. Символы Кристоффеля.	Гл. 6, пп. 17, 18.	
12	Интегральное векторное исчисление. Интегралы. Линейные интегралы. Теорема Гаусса. Теорема Стокса. Теорема переноса	Вычисление интегралов с учётом симметрии.	Гл. 6, пп. 19, 20.	6

Неделя	Аудиторные занятия			№ задания для СРС
	Лекции	Практические и СРСП	Главы по учебнику	
	Рейнольдса. Поля как векторные пространства.			
13	Комплексные переменные. Дифференцирование. Интегрирование. Ряды Лорана. Точки ветвления. Теорема Коши о вычетах. Прочие интегралы.	Дисперсионные соотношения.	Гл. 7, пп. 21, 22.	
14	Преобразование Фурье. Теорема о свёртке. Анализ временных рядов. Производные. Функции Грина. Синус- и косинус-преобразования. Теорема Винера-Хинчина.	Соотношение неопределённости для преобразования Фурье. Интегральное преобразование Лапласа.	Гл. 8, пп. 23, 24.	7
15	Вариационное исчисление. Примеры. Функциональные производные. Задача о брахистохроне. Принцип Ферма. Электрические поля. Классическая механика. Вариации конечных точек. Второй порядок.	Принцип Гамильтона. Вариационный принцип Рэлея-Ритца для определения энергии основного состояния уравнения Шрёдингера.	Гл. 9, пп. 25, 26.	
2-я аттестация				
16, 17	Письменный экзамен			

8. Задания и краткие методические указания по их выполнению:

Самостоятельная работа студента (СРС, домашнее задание):

СРС выполняется по индивидуальным вариантам, выдаваемым преподавателем, охватывает несколько тем. Выполненная работа должна включать теоретический материал и решение задач.

Совместная работа с преподавателем (СРСП):

Еженедельные СРСП проводятся по темам лекций и практических занятий. Выполняется по индивидуальным вариантам, выдаваемым преподавателем. Выполненная работа должна включать теоретический материал и применение теории к решению практической задачи, анализ полученного решения.

Практическая работа:

Практическая работа заключается в выполнении заданий на практических занятиях. Каждому практическому занятию соответствует файл «Практическое занятие № (номер недели)», в котором даются методические указания по их выполнению (размещено на сайте в образовательном портале). Темы занятий перечислены выше в таблице.

Рубежная письменная контрольная работа № 1 состоит из двух задач по темам, пройденным за первые 7 недель семестра. Рубежная письменная контрольная работа № 2 состоит из двух задач по темам, пройденным за 8-14 недели семестра.

Экзамен:

Охватывает и обобщает весь материал курса. Экзамен проводится по билетам в письменной форме. Билет состоит из трёх задач. Продолжительность экзамена – 120 мин. Письменный ответ должен быть аккуратно оформлен, содержать правильное решение задач строго в соответствии с заданием, сформулированным в экзаменационном билете. Изложение хода решений должно быть внятным и кратким.

Максимальная оценка знаний по видам работ/заданий

№	Работа	Баллы
1	Активность на лекционных и практических занятиях и выполнение СРСП	10
2	Выполнение домашних заданий (СРС)	10

3	Рубежная контрольная работа 1	10
4	Первая аттестация (сумма строк с 1 по 3)	30
5	Активность на лекционных и практических занятиях и выполнение СРСП	10
6	Выполнение домашних заданий (СРС)	10
7	Рубежная контрольная работа 2	10
8	Вторая аттестация (сумма строк с 5 по 7)	30
9	Семестровая оценка (строки 4+8)	60
10	Экзамен	40
11	Итоговая оценка по дисциплине (строки 9+10)	100

График оценки работ и заданий

Вид работы	Неделя																Баллы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16, 17	
Лекции	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		20
Практ. и СРСП	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			20
СРС		x		x		x		x		x		x		x			20
Руб. контр.								x							x		20
Экзамен																x	40
Итог																	100

9. Критерии оценивания работ:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент оценки	Критерий
A	95 – 100	отличное выполнение лишь с незначительным количеством ошибок
A -	90 – 94	
B +	85 – 89	выше среднего уровня с несколькими ошибками
B	80 – 84	в целом правильная работа с определённым количеством грубых ошибок
B -	75 – 79	
C +	70 – 74	
C	65 – 69	весьма посредственно; необходима серьёзная последующая работа
C -	60 – 64	
D +	55 – 59	выполнение удовлетворяет минимальным критериям
D	50 – 54	
F	0 – 49	неудовлетворительно

10. Политика поздней сдачи работ:

Соблюдать сроки сдачи практических работ, СРС, СРСП. При несвоевременной сдаче работ предусматривается снижение максимального балла на 10%.

11. Политика посещения занятий:

Не опаздывать и не пропускать занятия, во время занятий отключать сотовые телефоны, быть подготовленными к занятиям, пунктуальными и обязательными. Если Вы вынуждены пропустить рубежный контроль или финальный экзамен по уважительным причинам, Вы должны предупредить преподавателя заранее до контроля или экзамена.

12. Политика академического поведения и этики:

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время экзаменов, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, получит итоговую оценку «F». В рамках обучения по дисциплине недопустимы любые коррупционные проявления в любой форме.

Сyllabus: Методы теоретической физики РНУ4352

Организатор таких действий (преподаватель, студенты или третьи лица по их поручению) несут полную ответственность за нарушение законов РК.

Рассмотрено на заседании кафедры инженерной физики 3 декабря 2019 г., протокол № 4

Составитель, профессор



Мустафин А.Т.