

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Тензорный анализ и интегральные уравнения

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
«Фундаментальная физика»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК 1 – Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 – Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить понятийный аппарат и методы тензорного анализа и интегральных уравнений.

– Научиться применять понятийный аппарат и методы тензорного анализа и интегральных уравнений для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1, модуль «Математическая физика».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для изучения и понимания материала данной дисциплины обучающийся должен владеть основными понятиями и методами дифференциального и интегрального исчисления, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного, обобщенных функций, теории дифференциальных уравнений.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 32 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

– в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Тензорный анализ и риманова геометрия.

Линейное пространство. Операции с векторами. Ковекторы. Тензорное произведение линейных пространств. Тензоры в линейных пространствах. Тензорные операции. Определение локально евклидова топологического пространства. Определение многообразия. Определение векторного поля на многообразии. Определение касательного расслоения. Определение ковекторного поля на многообразии. Определение кокасательного расслоения. Определение тензорного поля на многообразии, закон преобразования компонент тензора при переходе из карты в карту. Ковариантная производная. Тривиальная связность. Тензор кручения. Параллельный перенос. Тензор

кривизны Римана. (Псевдо)римановы многообразия. Связность, согласованная с метрикой. Свойства тензора кривизны. Тензор Эйнштейна, тензор энергии-импульса, уравнения Эйнштейна. Геодезические. Функционал действия для геодезической.

Тема 2. Методы асимптотических оценок.

Асимптотические разложения. Асимптотическое разложение оригинала преобразования Лапласа. Преобразование Меллина. Основные свойства преобразования Меллина. Теорема об аналитической структуре преобразования Меллина. Получение асимптотических разложений с помощью преобразования Меллина. Метод Лапласа. Лемма Ватсона. Метод стационарной фазы. Принцип локализации. Метод перевала (наискорейшего спуска).

Тема 3. Линейные интегральные уравнения.

Основные типы линейных интегральных уравнений. Примеры интегральных преобразований. Уравнения Вольтерра. Гильбертово пространство. Пространство $L_2[a, b]$. Пространство l_2 . Ортогональные системы векторов. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Операторы Гильберта-Шмидта. Действия с линейными операторами. Собственные векторы. Эрмитовы и самосопряженные операторы. Норма оператора. Конечномерные операторы. Компактные операторы. Норма Гильберта-Шмидта и свойства операторов Гильберта-Шмидта. Спектральная теорема для самосопряженных операторов Гильберта-Шмидта. Спектральная теорема для самосопряженных операторов общего вида. Канонический вид самосопряженных операторов. Канонический вид компактных операторов. Вычисление собственных функций и собственных значений оператора Фредгольма с вырожденным ядром. Минимаксный принцип Куранта. Задача Штурма-Лиувилля для ЛОДУ второго порядка. Решение неоднородных интегральных уравнений с самосопряженным ядром. Решение неоднородных интегральных уравнений с произвольным ядром. Теорема Фредгольма. Метод последовательных приближений, повторные ядра. Резольвента. Решение уравнений с разностным ядром. Решение уравнения Абеля.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты выполнения контрольных работ, заданий и тестов по материалам курса, и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом): посещаемость – максимальный балл 10, выполнение контрольных заданий – 40, тестов – 10. Контрольная точка проводится не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в 5 семестре проводится в устной форме по экзаменационным билетам.

Результаты экзамена определяются оценкой, исходя из результатов ответов на экзамене (60%) и текущей аттестации в течение семестра (40%) в соответствии с балльной шкалой оценивания: количество набранных баллов более 80 — «отлично», от 65 до 79 — «хорошо», от 50 до 64 — «удовлетворительно, менее 50 баллов — «неудовлетворительно».

Экзаменационный билет состоит из двух частей.

Первая часть содержит основной вопрос, проверяющий сформированность компетенции ОПК 1 в соответствии с индикатором ИОПК 1.1. Ответы даются в развернутой форме, включая практические задачи.

Вторая часть содержит 2 дополнительных вопроса из списка контрольных вопросов по курсу (приведен в разделе 11), проверяющих соответствие индикатору достижения компетенции ИОПК 1.1. Ответ на вопрос второй части дается в краткой форме, включающей краткую интерпретацию полученных результатов.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронные учебные курсы по дисциплине в электронном университете «Moodle»: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=29187>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>)
- в) План семинарских занятий по дисциплине.
- д) Банк задач для самостоятельного решения по темам практических занятий.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Багров В. Г., Белов В. В., Задорожный В. Н., Трифонов А. Ю. Методы математической физики. Т. 1, 2, 3. Томск. Издательство научно-технической литературы, 2002.
2. Багров В. Г., Белов В. В., Задорожный В. Н., Трифонов А. Ю. Элементы современной математической физики. Изд. ТПУ, Томск, 2004.
3. Эльсгольц Л.Э. Вариационное исчисление. - М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
4. Краснов М.Л., Макаренко Г.И., Киселев А.И. Вариационное исчисление. Задачи и примеры с подробными решениями. - М.: Эдиториал УРСС, 2002.
5. Васильева А.Б., Тихонов А.Н. Интегральные уравнения. М.: Изд. МГУ, 1989.
6. Кострикин А.И. Введение в алгебру. Часть II. Линейная алгебра: Учебник для вузов. – М.: Физ.-мат. лит., 2000. – 368 с.
7. Постников М.М. Лекции по геометрии. Семестр II. Линейная алгебра. Учеб. пособие для вузов. – 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физматлит, 1986. – 400 с.
8. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. — М. Наука. 1967. — 664 с.
9. Постников М.М. Лекции по геометрии. Семестр II. Линейная алгебра. Учеб. пособие для вузов. – 2-ое изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физматлит, 1986. – 400 с.
10. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ: Сб. задач Н.И. Кованцов, Г.М. Зражевская, В.Г. Кочаровский, В.И. Михайловский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев.: Выща. шк., 1989. – 398 с.
11. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного анализа. - М.: Изд-во АН СССР, 1961.
12. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 1
13. Хелемский А.Я. Лекции по функциональному анализу.

б) дополнительная литература:

1. Краснов М.П. Интегральные уравнения. Введение в теорию. М.: Наука, 1981.
2. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление. – М.: Физматлит., 1961
3. Я.М. Котляр, Методы математической физики и задачи гидродинамики.
4. Свешников А.Г., Боголюбов А.Н., Кравцов В.В. Лекции по математической физике. Изд-во МГУ, 1993 г., 2000г.
5. Рихтмайер Р. Принципы современной математической физики. "Мир", М., 1984г.
6. Мисюркеев И.В. Сборник задач по методам математической физики. – М.: Просвещение, 1975. – 168 с.
7. Бицадзе А.В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного.
8. М.: Наука, 1972. 264 с.
9. Кошляков Н. С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения математической физики. – М.: ГИФМЛ, 1962.
10. Сокольников И. Тензорный анализ. – М.: Наука, 1971.

11. Ловитт У.В. Линейные интегральные уравнения. – М.: ГИТТЛ, 1957.
12. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Интегральные уравнения. – М.: Наука, 1976.
13. Схоутен Я.Т. Тензорный анализ для физиков. – М.: Наука, 1964.

в) ресурсы сети Интернет:

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm>

<http://dmvn.mexmat.net/fcalculus.php>

<https://teach-in.ru/course/functional-analysis-part-1>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); системы компьютерной вёрстки LaTeX;

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате, оснащенные системой («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Казинский Петр Олегович, доктор физико-математических наук, доцент, кафедра квантовой теории поля физического факультета ТГУ, профессор.