

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт солнечно-земной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЗФ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН

И.В. Корр. РАН

А.В. Медведев

14 марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

ФТД.1 Вопросы математической физики

Направление подготовки **03.04.02 «Физика»**

Направленность (профиль): **Физика солнечно-земных связей**

Квалификация выпускника: **МАГИСТР**

Тип профессиональной деятельности: **научно-исследовательский, педагогический**

Форма обучения: **очная**

Иркутск 2022

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 914

РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработала кандидат физико-математических наук	И.С. Дмитриенко
--	-----------------

1. Место и роль дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Вопросы математической физики» относится к факультативной дисциплине по направлению подготовки 03.04.02 «Физика».

Предшествующие дисциплины, на которые данная дисциплина опирается: «Математический анализ, векторный и тензорный анализ, дифференциальные уравнения»

Последующие дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо: «Магнитная гидродинамика», «Физика магнитосферы», «Статистическая радиофизика», «Основы функционального анализа», «Математические методы обработки экспериментальных данных» и др.

2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Математическая физика» является знакомство студентов с методами математической физики

Задачи освоения дисциплины «Вопросы математической физики»:

- формирование базовых знаний в области математической физики;
- овладение аппаратом математической физики на уровне, который обеспечивает способность применять его для решения научно-исследовательских задач в области физики магнитосферы и ионосферы, физики Солнца, физики солнечно-земных связей.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины «Вопросы математической физики» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки «Физика»:

Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики	ИД 3. Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей	Знать: <ul style="list-style-type: none">● фундаментальные понятия математической физики;● основные методы математической физики; Уметь: <ul style="list-style-type: none">● формулировать математические постановки физических задач, соответствующих научно-исследовательским задачам в области солнечно-земной физики.● адекватно выбирать комплекс методов математической физики для решения поставленной задачи;● правильно применять выбранные методы;● анализировать полученные результаты с точки зрения их корректности;

		Владеть: <ul style="list-style-type: none"> ● навыками формулировки задач солнечно-земной физики на языке математической физики ● методами математической физики как инструментом решения задач солнечно-земной физики
--	--	---

4. Объем дисциплины(модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Аудиторные занятия (всего)	54/1,5
В том числе:	
Лекции	36/1
Лабораторные работы	
Практические занятия	18/0,5
Самостоятельная работа (всего)	18/0,5
Вид промежуточной аттестации (зачет)	
Контактная работа (всего)	54/1,5
Общая трудоёмкость (часы/зачетные единицы)	72 (2з.е.)

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и темы дисциплины

Раздел 1. Основные уравнения математической физики. Уравнения математической физики в солнечно-земной физике.

- 1.1 Уравнение малых колебаний.
- 1.2 Уравнение малых поперечных колебаний.
- 1.3 Двумерное волновое уравнение.
- 1.4 Трёхмерное волновое уравнение.
- 1.5 Уравнение диффузии.
- 1.6 Уравнение теплопроводности.
- 1.7 Стационарное уравнение
- 1.8 Уравнения Максвелла.
- 1.9 Уравнения магнитной гидродинамики.
- 1.10 Основные уравнения солнечно-земной физики.

Раздел 2. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка

- 1.1 Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка в точке.
- 1.2 Характеристические поверхности.
- 1.3 Канонический вид дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с двумя независимыми переменными.

Раздел 3. Криволинейная геометрия

- 3.1 Ортогональные криволинейные координаты.
- 3.2 Коэффициенты Ламэ. Метрический тензор.
- 3.3. Координатные кривые.

- 3.4. Сферические и цилиндрические координаты. Полярные координаты
 3.5. Дипольные координаты. Силовые линии магнитного поля.
 3.6. Дифференциальные уравнения солнечно-земной физики в ортогональных криволинейных координатах.

Раздел 4. Методы решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений в частных производных.

- 4.1. Граничные и начальные условия. Классификация краевых задач. Задача Коши.
 4.2. Метод решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений в частных производных посредством преобразования Фурье.
 4.3. Метод решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений в частных производных посредством преобразования преобразование Лапласа.
 4.4. Метод Фурье (разделение переменных).

Раздел 5. Задачи о возмущениях собственных колебаний.

- 5.1. Задача Штурма-Лиувилля. Собственные числа и собственные значения.
 5.2. Функция Грина оператора Штурма-Лиувилля. Решение неоднородных дифференциальных уравнений с помощью функции Грина.

Раздел 6. Специальные функции математической физики

- 6.1. Уравнения специальных функций.
 6.2. Цилиндрические функции. Функции Бесселя. Функция Эйри.
 6.3. Функции параболического цилиндра.
 6.4. Сферические функции.

Раздел 7. Аналитические методы получения приближенных решений дифференциальных уравнений

- 7.1. Разложения вблизи особых точек обыкновенных дифференциальных уравнений.
 7.2. Метод ВКБ .

5.2 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары	
1	Основные уравнения математической физики. Уравнения математической физики в солнечно-земной физике	6	2		2		2
2	Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка	6	2		2		2
3	Криволинейная геометрия	12	8		2		2
4	Методы решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений в частных производных	12	8		2		2
5	Задачи о возмущениях собственных колебаний	14	6		4		4

6	Специальные функции математической физики	10	4		2		4
7	Аналитические методы получения приближенных решений дифференциальных уравнений	12	6		4		2
Итого (часы)		72	36		18		18
Итого (з.е.)		2	1		0,5		0,5

5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик	№ № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Производственная практика (НИР)	1-7
2	Магнитная гидродинамика	3-5, 7

5.4 Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1.	1.1-1.8	Лекция	2	Ответы на вопросы
2.	2.1-2.3	Лекция	2	Ответы на вопросы
3.	3.1-3.6	Лекция	8	Ответы на вопросы
4	4.1-4.4	Лекция	8	Ответы на вопросы
5	5.1-5.2	Лекция	6	Ответы на вопросы
6	6.1-6.4	Лекция	4	Ответы на вопросы
7	7.1-7.2	Лекция	6	Ответы на вопросы

5.5. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1	1.1-1.8	Вывод основных уравнений математической физики. Их применение в задачах солнечно-земной физики	2	Собеседование, решение задач
2	2.1-2.3	Исследование дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных	2	Собеседование, решение задач
3	3.1-3.6	Вычисление коэффициентов Ламэ, получение уравнений для силовых линий геомагнитного поля	2	Собеседование, решение задач

4	4.1-4.4	Решение дифференциальных уравнений в частных производных	2	Собеседование, решение задач
5	5.1-5.2	Решение задач о возмущениях собственных колебаний	4	Собеседование, решение задач
6	6.1-6.4	Изучение свойств специальных функций математической физики	2	Собеседование, решение задач
7	7.1-7.2	Получение приближенных решений дифференциальных уравнений	4	Собеседование, решение задач

5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	1.1-1.8	Самостоятельная работа с диф. уравнениями	Формулировка задач солнечно-земной физики, конспектирование учебной литературы	Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт б)	2
2	2.1-2.3	самостоятельное решение задач	Исследование дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных, конспектирование учебной литературы	Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт б)	2
3	3.1-3.6	самостоятельное решение задач	Вычисление метрических тензоров, получение уравнений в криволинейных координатах, конспектирование учебной литературы	Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт б)	2
4	4.1-4.4	самостоятельное решение задач	Решение дифференциальных уравнений в частных производных, конспектирование учебной литературы	Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт б)	2
5	5.1-5.2	самостоятельное решение задач	Решение задач о возмущениях собственных колебаний.	Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт б)	4
6	6.1-6.4	самостоятельное решение задач	Изучение свойств специальных функций	Литература из учебно-методического и информационного обеспечения	4

			математической физики, конспектирование учебной литературы	дисциплины (пункт б)	
7	7.2-7.3	самостоятельное решение задач	Получение приближенных решений дифференциальных уравнений изученными методами	Литература из учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины (пункт б)	2

5.7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых, помимо наличия определенных способностей, важное значение имеет умение самостоятельно добывать знания из различных источников, перерабатывать и систематизировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе учебного процесса.

Самостоятельная работа реализуется:

1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий, при выполнении лабораторных работ.

2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

3) В библиотеке, дома, в общежитии, в лаборатории при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Задачи для самостоятельной работы

1. Записать дифференциальные уравнения, соответствующие задачам солнечно-земной физики

2. Исследовать дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных,

3. Вычислить компоненты метрических тензоров, получить уравнений в различных криволинейных координатах.

4. Решить дифференциальные уравнений в частных производных различными методами.

5. Найти собственные функции и собственные значения

6. Преобразовать дифференциальные уравнения к виду уравнений для специальных функций.

7. Получить приближенные решения дифференциальных уравнений изученными методами

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
Ахманов С.А. Введение в статистическую радиофизику и оптику: учеб. пособие / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - М.: Наука; Гл. ред. физ. - мат. лит-ры, 1981. - 320 с.	(ЭБ(http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ).
Букингем, М. Шумы в электронных приборах и системах: пер. с англ. / М. Букингем. - М. : Мир, 1986. - 400 с	(ЭБ(http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ).
Федорюк, М. В. Асимптотические методы для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений / М. В. Федорюк. - М. : Наука, 1983. - 352 с	2
Плазменная гелиогеофизика: в 2-х т. / под ред. Л. М. Зеленый, И. С. Веселовский. - М.: Физматлит, 2008 - Т.1 . - 2008. - 672 с	2
Плазменная гелиогеофизика : в 2-х т. / под ред. Л. М. Зеленый, И. С. Веселовский. - М.: Физматлит, 2008 -Т.2 . - 2008. - 560 с.	2

6.2. Дополнительная литература

Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учеб. пособие для вузов в 10 т. Т.8. Электродинамика сплошных сред / Е. М. Лившиц., - 3-е изд., стереотип. - М. : Физматлит, 2001. - 656 с.	2
Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во МГУ, 1999. - 798 с.	1
Альвен, Г. Космическая электродинамика. Основные принципы : пер. с англ. / Г. Альвен, К. Г. Фельтхаммар. - 2-е изд. - М. : Мир, 1967. - 260 с	1
Владимиров, В. С. Уравнения математической физики: учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - М. : Физматлит, 2000. - 400 с.	1
Владимиров В.С. Уравнения математической физики / В. С. Владимиров — М.: Наука, 1981.-512 с.	1
Федорюк М.В. Метод перевала. / М. В. Федорюк. М.: Наука. 1977. - 368 с.	1
Олвер Ф. Введение в асимптотические методы и специальные функции./ Ф. Олвер. М.: Наука. 1978. - 375 с.	1
Арнольд, В. И. Математические методы классической механики : [Учеб. пособие для ун-тов] / В. И. Арнольд. - М. : Наука, 1974. - 431 с.	1

6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- <http://ssrt.iszf.irk.ru/indexru.shtml>

6.4. Информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН <http://irbis.iszf.irk.ru>

6.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

- Онлайн каталог изображений Солнца Гелиовьюер <https://heliviewer.org/>

6.6. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Microsoft Windows 10 Домашняя (Лицензионное соглашение Microsoft на использование операционной системы Windows подтвержденное лицензионным ключом R88NK-FTK6X-4M99C-9KK79-ВКМ6М, дата выдачи июнь 2018, бессрочно)

Microsoft Office Home and Business 2019 (Лицензионное соглашение Microsoft на использование продукта Office Home and Business 2019 подтвержденное лицензионным ключом VQ36H-WVFHJ-YRRC2-DJYQM-D27RZ, дата выдачи - сентябрь 2018, бессрочно)

7-Zip (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензий: GNU Lesser General Public License, BSD 3-clause License, бессрочно)

Adobe Acrobat Reader DC (Лицензионное соглашение на программное обеспечение Adobe, бессрочно)

Far Manager (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензии Revised BSD license, бессрочно)

K-Lite Codec Pack (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензии GNU Lesser General Public License, бессрочно)

Mozilla FireFox 1 (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензии Mozilla Public License 2.0 (MPL), бессрочно)

Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)

Дистрибутив Python Anaconda (свободно распространяемое ПО)

Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)

7. Образовательные технологии

- Лекции
- Решение задач
- Групповые дискуссии

В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;
- Творческие задания;
- Групповые занятия с оценкой магистрантами решений задач друг друга.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют структурировать материал занятия, а также качественно иллюстрировать его формулами, графиками, рисунками.

Самостоятельная работа включает в себя:

- Решение задач
- Конспектирование

При необходимости, в процессе работы над заданием, магистрант может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

8. Практическая подготовка

Практическая подготовка обучающихся в рамках реализации данной учебной дисциплины осуществляется на практических занятиях.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 30 посадочных мест, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: <ul style="list-style-type: none">● ноутбук HP 15-da1101ur Windows 10 Home● доска магнитно-маркерная BRAUBERG 236851 120x90 см (передвижная)● доска магнитно-маркерная BRAUBERG 235525 180x120 см (на стену)● Колонки 2.0 Thonet & Vander Fleck 7● экран для проектора Lumien Master Control LMC-100110 305x229 см● проектор BenQ MU641 1920x1200
Помещение для самостоятельной работы	Аудитория оборудована: мебелью на 7 посадочных мест, доской маркерной, техническими средствами обучения <ul style="list-style-type: none">• проектор BenQ MH733;• Неттоп Lenovo ThinkCentre M710q 10MR006JRU (6 шт.);• Монитор PNYAMA ProLite X2283HSU-B1DP (6 шт.);• Неттоп Lenovo ThinkCentre M710q 10MRS04C00 (1 шт.)• Монитор Dell E2417H (1 шт.)• экран Lumien Eco Picture LEP-100101 С неограниченным доступом к сети Интернет и в электронную информационно-образовательную среду.