

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
член-корр. РАН

А.В. Медведев

Марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ОД.3 Физика сплошных сред

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 разработал кандидат физико-математических наук	М.А. Челпанов
---	---------------

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

Дисциплина «Физика сплошных сред» входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины по выбору» основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки «Физика солнечно-земных связей» направления подготовки 03.04.02 «Физика».

Предшествующие дисциплины, на которые данная дисциплина опираются: школьный и университетский курсы физики.

Последующие дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо: Общая астрофизика, Физика атмосферы, Физика гелиосферы, Физика солнечно-земных связей, Физика магнитосферы.

2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Физика сплошных сред» является ознакомление с основными представлениями физики о движении сплошной среды, являющимися основой для дальнейшего изучения физики космической плазмы.

Задачами дисциплины «Физика сплошных сред» является:

- Ознакомление с элементами математического аппарата, используемого в описании сред;
- Ознакомление с принципами механики жидкостей;
- Ознакомление с термодинамикой, в том числе применительно к жидкостям;
- Ознакомление с электродинамикой и уравнениями Максвелла;
- Ознакомление с элементами физики волн в средах.

3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)

Процесс изучения дисциплины «Физика сплошных сред» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки «Физика»:

Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД 1. Критически анализирует ситуацию как систему, выявляет ее отдельные составляющие и связи между ними.	Знать: законы механики, термодинамики, электродинамики применительно к жидкостям. Уметь: Понимать физический смысл уравнений используемых для описания сред в различных условиях. Применять основные физические уравнения в области кинематики, динамики, термодинамики, электродинамики к движущимся жидкостям. Владеть: Математическим аппаратом, необходимым для описания жидкостей — математические операторы градиент, дивергенция, ротор, интегрирование, а также законами Ньютона, уравнениями Бернулли, Максвелла в интегральном и дифференциальном видах,

		Ома, Джоуля-Ленца,
ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики	ИД-1. Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей	Знать: Базовые знания о поведении сред, в том числе космической плазмы, в условиях действия различных сил и полей. Уметь: Применять физические понятия, описывающие жидкости в различных условиях. Использовать закон сохранения массы, уравнения непрерывности, уравнения Максвелла для изучения простейших систем зарядов и токов, уравнения гидродинамики с учетом силы Ампера. Владеть: Умением преобразования полей при переходе между системами отсчета.

4. Объем дисциплины(модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Аудиторные занятия (всего)	
В том числе:	
Лекции	36
Лабораторные работы	
Практические занятия	18
Самостоятельная работа (всего)	18
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36
Контактная работа (всего)	54
Общая трудоёмкость (часы/зачетные единицы)	108

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и темы дисциплины

Раздел 1. Элементы математики

1. Кинематический смысл производной: скорость, ускорение.
2. Дифференциальные операторы для сплошной среды: градиент.
3. Дифференциальные операторы для сплошной среды: дивергенция, ротор.
4. Интеграл.

Раздел 2. Механика

1. Законы Ньютона.
2. Законы Ньютона для движения жидкости. Силы, действующие в потоке незаряженной жидкости: градиент давления, тяжесть.

3. Силы инерции в неинерциальных системах отсчета: центробежная сила.
4. Силы инерции в неинерциальных системах отсчета: сила Кориолиса.
5. Вязкость. Закон сохранения массы: уравнение непрерывности.
6. Уравнение Бернулли.

Раздел 3. Термодинамика

1. Вывод давления из представлений о движении частиц.
2. Изотерма и адиабата.
3. Вывод уравнения адиабаты из представлений о движении частиц.
4. Уравнение адиабаты для движущейся жидкости.
5. Энтропия.

Раздел 4. Электродинамика

1. Уравнения Максвелла в дифференциальном и интегральном виде.
2. Сохранение заряда. Применение уравнений Максвелла для изучения простейших систем зарядов и токов.
3. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Вектор Пойнтинга.
4. Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
5. Уравнения гидродинамики с учетом силы Ампера (магнитная гидродинамика).
6. Преобразование полей при переходе между системами отсчета.
7. Влияние поляризации и намагничивания на электромагнитные свойства вещества.

Раздел 5. Волны

1. Колебательное движение материальной точки (с учетом трения). Резонанс.
2. Фурье-представление уравнений движения сплошной среды.
3. Линеаризация уравнений движения.
4. Звук.
5. Электромагнитные волны.
6. Стоячие волны в резонаторе.

5.2. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары	
1	Элементы математики	12	6		3		3
2	Механика	16	8		4		4
3	Термодинамика	16	8		4		4
4	Электродинамика	16	8		4		4
5	Волны	12	6		3		3
Итого (часы)		72	36		18		18
Итого (з.е.)		72	36		18		18

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	Общая астрофизика	Разделы 1–4
2	Физика атмосферы	Разделы 1–3
3	Физика гелиосферы	Разделы 1–4

4	Физика солнечно-земных связей	Разделы 1–5
5	Физика магнитосферы	Разделы 1–5

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. Кинематический смысл производной: скорость, ускорение	Лекция	1	Устный опрос
2.	1.2 Дифференциальные операторы для сплошной среды: градиент.	Лекция	1	Устный опрос
3.	1.3 Дифференциальные операторы для сплошной среды: дивергенция, ротор.	Лекция	2	Устный опрос
4.	1.4 Интеграл.	Лекция	2	Устный опрос
5.	2.1. Законы Ньютона.	Лекция	1	Устный опрос
6.	2.2 Законы Ньютона для движения жидкости. Силы, действующие в потоке незаряженной жидкости: градиент давления, тяжесть.	Лекция	1	Устный опрос
7.	2.3 Силы инерции в неинерциальных системах отсчета: центробежная сила	Лекция	1	Устный опрос
8.	2.4 Силы инерции в неинерциальных системах отсчета: сила Кориолиса	Лекция	1	Устный опрос
9.	2.5. Вязкость. Закон сохранения массы: уравнение непрерывности.	Лекция	2	Устный опрос
10.	2.6 Уравнение Бернулли	Лекция	2	Устный опрос
11.	3.1. Вывод давления из представлений о движении частиц.	Лекция	1	Устный опрос
12.	3.2. Изотерма и адиабата.	Лекция	1	Устный опрос
13.	3.3 Вывод уравнения адиабаты из представлений о движении частиц.	Лекция	2	Устный опрос
14.	3.4 Уравнение адиабаты для движущейся жидкости.	Лекция	2	Устный опрос
15.	3.5 Энтропия	Лекция	2	Устный опрос
16.	4.1 Уравнения Максвелла в дифференциальном и интегральном виде.	Лекция	1	Устный опрос
17.	4.2 Сохранение заряда. Применение уравнений Максвелла для изучения простейших систем зарядов и токов.	Лекция	1	Устный опрос
18.	4.3. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Вектор Пойнтинга.	Лекция	1	Устный опрос
19.	4.4 Сила Лоренца и сила Ампера.	Лекция	1	Устный

	Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.			опрос
20.	4.5 Уравнения гидродинамики с учетом силы Ампера (магнитная гидродинамика).	Лекция	1	Устный опрос
21.	4.6 Преобразование полей при переходе между системами отсчета.	Лекция	1	Устный опрос
22.	4.7 Влияние поляризации и намагничивания на электромагнитные свойства вещества.	Лекция	2	Устный опрос
23.	5.1 Колебательное движение материальной точки (с учетом трения). Резонанс.	Лекция	1	Устный опрос
24.	5.2 Фурье-представление уравнений движения сплошной среды.	Лекция	1	Устный опрос
25.	5.3 Линеаризация уравнений движения.	Лекция	1	Устный опрос
26.	5.4 Звук.	Лекция	1	Устный опрос
27.	5.5 Электромагнитные волны	Лекция	1	Устный опрос
28.	5.6 Стоячие волны в резонаторе.	Лекция	1	Устный опрос

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	Формируемые компетенции
1.	1.2	Дифференциальные операторы для сплошной среды: градиент	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Владение математическими операторами
2.	1.3	Дифференциальные операторы для сплошной среды: дивергенция, ротор.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Владение математическими операторами
3.	1.4	Интеграл.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Понимание понятий интеграл и интегрирование
4.	2.2	Законы Ньютона для движения жидкости. Силы, действующие в	1	Собеседование по решению задач и	Понимание принципов механики

		потоке незаряженной жидкости: градиент давления, тяжесть.		обсуждение результатов	применительно к жидкости
5.	2.3	Силы инерции в неинерциальных системах отсчета: центробежная сила.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Понимание принципов механики в неинерциальных системах отсчета
6.	2.4	Силы инерции в неинерциальных системах отсчета: сила Кориолиса.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Понимание принципов механики в неинерциальных системах отсчета
7.	2.5	Вязкость. Закон сохранения массы: уравнение непрерывности.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Понимание влияния вязкости на движение жидкости.
8.	3.1	Вывод давления из представлений о движении частиц.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Представление о природе давления
9.	3.2	Изотерма и адиабата.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Понимание особенностей различных термодинамических процессов
10.	3.3	Вывод уравнения адиабаты из представлений о движении частиц.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Владение математическим представлением об адиабатических процессах
11.	3.4	Уравнение адиабаты для движущейся жидкости.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Владение математическим представлением об адиабатических процессах
12.	4.1	Уравнения Максвелла	1	Собеседование	Понимание

		в дифференциальном и интегральном виде.		по решению задач и обсуждение результатов	основных фундаментальных уравнений электродинамики
13.	4.2	Сохранение заряда. Применение уравнений Максвелла для изучения простейших систем зарядов и токов.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Владение уравнениями Максвелла применительно к простым системам зарядов и токов
14.	4.3	Законы Ома и Джоуля-Ленца. Вектор Пойнтинга.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Понимание основных законов электродинамики
15.	4.6	Преобразование полей при переходе между системами отсчета.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Представление о преобразовании полей при смене системы отсчета
16.	5.1	Колебательное движение материальной точки (с учетом трения). Резонанс.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Понимание основных параметров колебательного движения
17.	5.2	Фурье-представление уравнений движения сплошной среды.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Владение математическим представлением колебаний в сплошной среде
18.	5.3	Линеаризация уравнений движения.	1	Собеседование по решению задач и обсуждение результатов	Владение математическим представлением колебаний в сплошной среде

5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	1.2	Решение задач	Задача с использованием математических операторов	Березанский Ю.М. Операторы математической физики И бесконечномерный анализ	1
1	1.3	Решение задач	Задача с использованием математических операторов	Березанский Ю.М. Операторы математической физики и бесконечномерный анализ	1
1	1.4	Решение задач	Задача с использованием интегрирования	Ляшко И. И. и др. Справочное пособие по высшей математике	1
2	2.2	Решение задач	Задача на поределение сил, действующих на элемент жидкости	И. И. Ляшко и др. Справочное пособие по высшей математике	1
2	2.3	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного материала о центробежной силе	Савельев И. В. Курс общей физики: учебник для. Т.1: Механика, колебания и волны, молекулярная физика.	1
2	2.4	Решение задач	Задача с использованием силы Кориолиса	Савельев И. В. Курс общей физики: учебник для. Т.1: Механика, колебания и волны, молекулярная физика.	1
2	2.5	Решение задач	Задача с использованием уравнения непрерывности	Радушкевич Л. В. Курс термодинамики	1
3	3.1	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного	Радушкевич Л. В. Курс термодинамики	1

			материала о веществе как совокупности движущихся частиц.		
3	3.2	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного материала о термодинамических процессах	Радужкевич Л. В. Курс термодинамики	1
3	3.3	Решение задач	Задача о термодинамических процессах	Радужкевич Л. В. Курс термодинамики	1
3	3.4	Решение задач	Задача о термодинамических процессах	Радужкевич Л. В. Курс термодинамики	1
4	4.1	Решение задач	Задача о применении уравнений Максвелла для некоторых простых случаев	Якупов В.П. Электродинамика	1
4	4.2	Решение задач	Задача о применении уравнений Максвелла для некоторых простых случаев	Якупов В.П. Электродинамика	1
4	4.3	Решение задач	Задача на применение закона Ома	Якупов В.П. Электродинамика	1
4	4.6	Решение задач	Задача о преобразовании полей при переходе в другую систему отсчета.	Якупов В.П. Электродинамика	1
5	5.1	Решение задач	Задача о колебательном движении с учетом силы трения	Савельев И. В. Курс общей физики: учебник для. Т.1 : Механика, колебания и волны, молекулярная физика.	1
5	5.2	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного материала о колебательных процессах в сплошной среде	Савельев, И. В. Курс общей физики. Т.1: Механика, колебания и волны, молекулярная физика.	1

5	5.3	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного материала о колебательных процессах в сплошной среде	Бутенин Н. В. Теория колебаний : учеб. пособие для вузов	1
---	-----	-------------------	---	--	---

5.7. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Чтение литературы: преподаватель даёт тему для изучения, формулирует вопросы, на которые нужно найти ответы в процессе изучения литературы, организует обсуждение материала и проверку конспектов.

Письменные упражнения: даются условия задач по теме изучаемого материала, студенты решают задачи самостоятельно; на семинарах организуется проверка решений и обсуждение возможных подходов к решению задач.

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
Акопян А. А. Общая термодинамика [Текст] / А. А. Акопян. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955. - 696 с.	1
Радушкевич Л. В. Курс термодинамики [Текст]: (Для физ.-мат. фак. пед. ун-тов) / Л. В. Радушкевич. - М.: Просвещение, 1971. - 288 с.	1
Савельев, И. В. Курс общей физики: учебник для вузов / И. В. Савельев. - 5-е изд., стереотип. - М.: Наука, 1973 - Т.1: Механика, колебания и волны, молекулярная физика. - 511 с.	1
Бутенин Н. В. Теория колебаний: учеб. пособие для вузов / Н. В. Бутенин. - М.: Высш. шк., 1963. - 184 с.	1
Ляшко И.И. Справочное пособие по высшей математике [Текст]: в 5-ти т. / И. И. Ляшко [и др.]. - М.: Эдиториал УРСС, 1998 -Т.1: Математический анализ: Введение в анализ, производная, интеграл. - 2000. - 360 с.	1
Березанский Ю. М. Операторы математической физики и бесконечномерный анализ [Текст]: сб. науч. тр. / АН УССР. Ин-т математики; Отв. ред. Ю. М. Березанский. - Киев: Ин-т математики, 1979. - 139 с.	1

6.2. Дополнительная литература

Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
Сивухин Д. В. Общий курс физики: в 5-и т. / Д. В. Сивухин. - М.: Наука, 19 - . Т.П: Термодинамика и молекулярная физика: учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., испр. и доп. - 1990. - 592 с.	1

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

- www.wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp

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:

- www.webmath.ru/poleznou/formules_9_3.php

6.6. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№	Наименование программного продукта	Кол-во	Обоснование для пользования ПО (Лицензия, Договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи лицензии	Срок действия права пользования
1	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level	3	Номер Лицензии Microsoft47790919	30.01.2009	бессрочно
2	Microsoft Windows Professional 7 Russian OPEN 1 License No Level Legalization Get Genuine	5	Номер Лицензии Microsoft47771806	06.12.2010	бессрочно
3	7-Zip	1	Свободно распространяется на условиях лицензии GNU LGPL		бессрочно
4	Adobe Acrobat Reader DC	1	Лицензионное соглашение на программное обеспечение Adobe.		бессрочно
5	Mozilla Firefox	1	Свободно распространяется на условиях тройной лицензии Mozilla (MPL/GPL/LGPL).		бессрочно
6	Офисный пакет Libre Office	6	свободная лицензия		бессрочно

7. Образовательные технологии

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

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;
- Групповые оценки и взаимооценки: а именно рецензирование студентами выступлений друг друга.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно

иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа включает в себя:

- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;
- конспектирование;
- решение задач.

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

<p>Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, для проведения промежуточной аттестации</p>	<p>Мебелью на 12 посадочных мест, доской меловой, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проектор «Sanyo PROextra PLC-XU115», • ноутбук «15,4" Toshiba Satellite» OEM Windows Vista Home Basic • экранProjecta Compact EL 240x240 MWS STD раздвижной, • Усилитель Electro Voice Q44-II • Звуковой пульт Soundcraft Spirit M4 • колонки ElectroVoice EV-6.2T
<p>Помещение для самостоятельной работы</p>	<p>Мебелью на 6 посадочных мест, Системный блок Intel Pentium 4 630, 3000 MHz (4 шт.); Системный блок Oстал Core AMD FX-8350, 4000 MHz (1 шт.), Системный блок Quad Core Intel Core i5-2500, 3700 MHz (1 шт.). Монитор Acer EB222Q (3 шт.); Монитор Philips 223V5 (1 шт.); Монитор Belinea 101725 (1 шт.); Монитор LG E2251 (1 шт.). С неограниченным доступом к сети Интернет и в Электронную информационно- образовательную среду.</p>