



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и космической физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.05.01 Дополнительные главы физики плазмы

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Солнечно-земная физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 25 от « 21 » апреля 2020 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и космической физики
Протокол № 7
от « 27 » марта 2020 г.
Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор
Паперный В.Л.

Иркутск 2020 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	5
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	6
6.1. План самостоятельной работы студентов	6
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	8
а) <i>основная литература</i>	8
б) <i>дополнительная литература</i>	8
в) <i>программное обеспечение:</i>	9
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	9
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):	9
10. Образовательные технологии:	9
11. Оценочные средства (ОС):	10
Лист согласования, дополнений и изменений	13
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	15

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Одним из направлений модернизации российского образования является *интеграция* дисциплин естественнонаучного цикла. Данный курс соответствует этой концепции.

Цель программы - подготовка специалистов в области физики плазмы, газового разряда; разработки приборов и установок для создания, удержания и диагностики плазмы; плазменных технологий и математического моделирования закономерностей и явлений в плазме.

Задача курса: формирование физических представлений о закономерностях поведения плазмы в магнитном поле для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Дополнительные главы физики плазмы» относится к вариативной части базового цикла (Б1.В.) дисциплин и является дисциплиной по выбору (ДВ).

Курс излагается в седьмом семестре и дополняет дисциплину «Физика плазмы», изучаемую студентами в шестом семестре.

В курсе излагаются основные методы теоретического описания плазмы и на этой основе рассмотрены важнейшие процессы, определяющие свойства и динамику плазмы. Неотъемлемой частью курса являются практические семинарские занятия. Решение большого числа задач различной трудности позволяет студентам не только закрепить и расширить сведения, полученные в курсе «Физика плазмы», но и приобрести опыт самостоятельной работы над научными проблемами.

Программа курса ориентирована на тематику научных исследований базового института кафедры – Института солнечно-земной физики (ИСЗФ) СО РАН.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Курс программирования, согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).

В результате изучения курса “Доп. главы физики плазмы” (с учетом курса «Физика плазмы») студенты должны

знать:

- основные характеристики и параметры плазмы;
- виды дрейфа и оценка скорости движения частиц плазмы
- диффузия и оценка коэффициента диффузии плазмы;
- методы нагрева плазмы;
- критерий Лоусона;
- виды волн, распространяющихся в плазме;

уметь:

- рассчитывать характеристики плазмы по заданным параметрам;
- делать оценки скорости дрейфового движения частиц в плазме;
- объяснить влияние магнитных полей простой конфигурации на поведение плазмы;

иметь представление:

- о физике плазмы как разделе физики, ее задачах и методах их решения;
- об основных процессах переноса в плазме в магнитном поле и без него;
- о видах дрейфового движения частиц в плазме;
- о цепной реакции деления ядер;
- о способах нагрева и удержания плазмы;
- об устройствах, с помощью которых получают и удерживают плазму;
- о волновых процессах в плазме.

быть готовым к самостоятельному проведению исследований, использованию информационных технологий для решения научных и профессиональных задач

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
Аудиторные занятия (всего)	36/1.0	36			
В том числе:			-	-	-
Лекции					
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Семинары (С)					

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семин	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Двужидкостная гидродинамика	Двужидкостная гидродинамика		12			12	24
2.	Кинетическое описание плазмы	Кинетическое описание плазмы		12			12	24
3.	Нелинейные процессы в плазме	Нелинейные процессы в плазме		12			12	24

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Труд оємк ость (часы)	Оценочные средства	Форм ируем ые компе тенци и
1	2	3	4	5	6
4.	Тема 5	Решение задач на тему двужидкостная гидродинамика	12	Контрольная работа	ПК1 ОПК2 ОПК3
5.	Тема 6	Решение задач на тему кинетическое описание плазмы	12	Контрольная работа	
6.	Тема 7	Решение задач на тему нелинейные процессы в плазме	12	Контрольная работа	

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Двужидкостная гидродинамика	Самостоятельное решение задач по данной теме	Решить задачу	[1-3]	12
2.	Кинетическое описание плазмы	Самостоятельное решение задач по данной теме	Решить задачу	[1-3]	8
3.	Нелинейные процессы в плазме	Самостоятельное решение задач по данной теме	Решить задачу	[3,4]	8
4.	Избранные вопросы физики плазмы	Подготовка научного доклада	Сделать презентацию	Вся литература из программы курса	6
5.	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачету	Повторить все разделы курса	Основная литература: 1 - 4	2

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен быть готов к показательному решению задачи у доски.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала, полученного на каждом практическом занятии, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Оценка всего изученного материала осуществляется на зачете, проводимом в форме контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не планируются.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

- 1) Голант, В. Е. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. - Москва : Лань, 2011. - 448 с. : ил., граф. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1198-6
- 2) Рожанский, В. А. Теория плазмы [Электронный ресурс] / В. А. Рожанский. - Москва : Лань, 2012. - 320 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1233-4

б) дополнительная литература

- 1) Морозов, А.И. Введение в плазмодинамику [Текст] : научное издание / А. И. Морозов. - М. : Физматлит, 2006. - 572 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 562-571. - ISBN 5-9221-0681-3. - (6 экз)

сверено с ЖБ ЧЧУ

в) *программное обеспечение:*

стандартные сервисы глобальной сети Интернет, стандартные средства просмотра презентаций и научных публикаций в электронном виде.

г) *базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ДВ.5.1 «Доп.главы физики плазмы».
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org.>)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org.>)
- ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Руконт» <http://rucont.ru>
- ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

На практических занятиях в качестве демонстрационного оборудования используется меловая доска. Наглядность обеспечивается путем изображения схем, диаграмм и формул с помощью мела. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. Также могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной настенный экран (Classic Solution, 244x244), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в физике плазмы (в печатном и в электронном виде).

10. Образовательные технологии:

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине, а также на умение работать с материалом научных статей;
- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на практических

занятиях в ходе самостоятельного решения задач, в том числе у доски.

11. Оценочные средства (ОС):

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении 1.

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы физики и информатики, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет. Входной контроль знаний не проводится.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Пример практического задания

ЗАДАНИЕ 1 Характеристики плазмы

УСТНО:

1. Понятие квазинейтральности плазмы, пространственный масштаб разделения зарядов, радиус Дебая, временной масштаб разделения зарядов.
2. Дебаевское экранирование заряда в плазме.
3. Плазменная частота, плазменные колебания.

ПИСЬМЕННО:

1. Полностью ионизованная плазма получена из водорода, находящегося первоначально при комнатной температуре и давлении 1 торр. Найти напряженность электрического поля E [В/см] и потенциал φ [В], возникающих при масштабе разделения зарядов $x \sim 0,1$ см
2. Получить расчетную формулу для вычисления радиуса Дебая r_D . Найти r_D для типичных значений плотности и температуры плазмы газового разряда, термоядерной и космической плазмы.
3. Получить расчетную формулу для вычисления плазменной частоты ω_p . Найти ω_p для типичных значений плотности и температуры плазмы газового разряда, термоядерной и космической плазмы.

Примерный список устных вопросов:

1. Распределение потенциала пробного заряда в плазме.
2. Радиус Дебая. Зависимость от концентрации заряженных частиц и их температуры.
3. Плазменная частота. Ленгмюровские колебания.
4. Плазма и идеальный газ. Что общего?
5. Тепловая и кулоновская энергия плазмы.
6. Формула Саха.

7. Гирочастота и гирорадиус.
8. Что такое «конус потерь»?
9. Общее выражение для скорости дрейфового движения.
10. Приближения магнитной гидродинамики для плазмы.
11. Закон вмороженности магнитного поля.
12. Магнитное давление и натяжение силовых линий.
13. Диффузия магнитного поля.
14. Выражение для проводимости плазмы.
15. Классическая и неоклассическая диффузия в плазме.
16. Амбиполярная диффузия.
17. Условие равновесия плазмы в магнитном поле.
18. Соотношение Беннетта для пинча.
19. Альфвеновские и магнитозвуковые волны.
20. Неустойчивость Релея-Тейлора.
21. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца.
22. Электромагнитная волна в плазме. Метод отсечки.
23. Взаимодействие волна – частица.
24. Квазилинейная релаксация пучка в плазме.
25. Параметрическая неустойчивость.
26. Турбулентная диффузия.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Итоговая оценка знаний проводится с учётом классической балльно-рейтинговой системы, рекомендуемой Минобразования РФ (Приказ МО РФ от 11.07.2002) и формируется в соответствии положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости обучающихся в ИГУ.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Решение задач по теме «Двужидкостная гидродинамика»	Тема 1	ОПК2, ОПК3, ПК1
2.	Решение задач по теме «Кинетическое описание плазмы»	Тема 2	ОПК2, ОПК3, ПК1
3.	Решение задач по теме «Нелинейные процессы в плазме»	Тема 3	ОПК2, ОПК3, ПК1

4.	Опрос	Все темы	ОПКЗ, ПК1
5.	Зачет	Все темы	ОПКЗ, ПК1

Примерный список вопросов к экзамену:

- 1) Плазма – четвертое состояние вещества. Ионизованный газ. Квазинейтральность, экранировка заряда, дебаевский радиус. Основные характеристики плазмы. Роль магнитного поля.
- 2) Элементарные процессы в плазме. Упругие и неупругие соударения. Ионизация, возбуждение, рекомбинация и перезарядка. Формула Саха. Излучение плазмы. Фотохимия. Процессы переноса.
- 3) Движение частиц плазмы в электрических и магнитных полях Движение в однородных полях. Адиабатический инвариант. Магнитная ловушка. Электрический дрейф. Дрейф в неоднородном магнитном поле
- 4) Магнитная гидродинамика. Уравнения магнитной гидродинамики. Вмороженность плазмы. Диффузия магнитного поля. Равновесие плазмы в магнитном поле. Гидромагнитные неустойчивости. Гидромагнитные волны.
- 5) Двухжидкостная гидродинамика. Уравнения двухжидкостной гидродинамики. Обобщенный закон Ома. Проводимость плазмы. Диффузия плазмы. Электромагнитные, плазменные и ионно-звуковые волны.
- 6) Кинетическое описание плазмы. Кинетическое уравнение. Затухание Ландау. Пучковая неустойчивость. Квазилинейная релаксация. Циклотронный резонанс.
- 7) Нелинейные процессы в плазме. Трехволновые процессы. Бесстолкновительные ударные волны. Турбулентность плазмы. Аномальное сопротивление.

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше п.3:

1. *Может ли ток в плазме течь только поперек магнитного поля?*
 - 1) *Не может,*
 - 2) *Может, когда циклотронная частота электронов много больше частоты столкновений;*
 - 3) *Может, в обратном случае;*
 - 4) *Может, когда циклотронная частота электронов много больше ленгмюровской частоты*
2. *Затухание Ландау происходит в случае*
 - 1) *Большой частоты столкновений электронов с ионами;*
 - 2) *Положительного наклона функции распределения частиц в области резонанса с волной;*
 - 3) *Отрицательного наклона функции распределения частиц в области резонанса с волной;*
 - 4) *Плато на функции распределения частиц в области резонанса с волной*
3. *В солитоне*
 - 1) *эффект нелинейности волны доминирует над дисперсией;*
 - 2) *дисперсия доминирует над нелинейностью;*
 - 3) *нелинейность в точности компенсируется дисперсией;*
 - 4) *диссипативными эффектами пренебрегается*

Разработчики:

_____

профессор, д.ф.-м.н.

В.Л., Паперный

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ

« 27 » марта 2020__г.

Протокол № 7, зав. кафедрой _____ В.Л. Паперный

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.