



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и космической физики

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета / Н.М. Буднев
«20» июня 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.2.1 Физика плазмы

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Солнечно-земная физика

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 8 от «19» июня 2017 г.

Зам. председателя к.ф.-м.н., доцент
Чумаков В.В Чумак

Рекомендовано кафедрой:
общей и космической физики
Протокол № 9
от «1» июня 2017 г.
Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор
Паперный В.Л.

Иркутск 2017 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	5
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).....	6
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий.....	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
6.1. План самостоятельной работы студентов	7
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	9
а) <i>основная литература</i>	9
б) <i>дополнительная литература</i>	9
в) <i>программное обеспечение:</i>	10
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):	10
10. Образовательные технологии:	10
11. Оценочные средства (ОС):	11
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 «Физика плазмы» относится к вариативной части базового цикла (Б1.В.) дисциплин и является дисциплиной по выбору (ДВ).

Курс перебрасывает мост от таких общеобразовательных предметов как механика и электродинамика к спецкурсам по физике Солнца, магнитосферы и ближнего космоса. Поэтому изучение физики плазмы является неотъемлемой частью образовательного цикла на кафедре общей и космической физики по профилю «Солнечно-земная физика».

Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Атомная физика», «Теоретическая физика», «Ядерная физика», «Термодинамика и статистическая физика» и «Физика солнечной системы».

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 на лекциях, но и приобрести первоначальный 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 «Физика плазмы», согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие общепрофессиональные компетенции:

- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2).

В результате изучения 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			
		6			
Аудиторные занятия (всего)	42/1,17	42			
В том числе:			-	-	-
Лекции	18/0,5	18			
Практические занятия (ПЗ)	18/0,5	18			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	6/0,17	6			
Самостоятельная работа (всего)	21/0,58	21			
В том числе:			-	-	-
Решение задач	21/0,58	21			
Контактная работа (всего)	44,1/1,23	44,1			
Вид промежуточной аттестации (зачет, <u>экзамен</u>)	45/1,25	45			
Общая трудоемкость	часы	108	108		
	зачетные единицы	3	3		

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Тема 1. Плазма – четвертое состояние вещества.

- 1.1. Ионизованный газ
- 1.2. Квазинейтральность, экранировка заряда, дебаевский радиус.
- 1.3. Основные характеристики плазмы.
- 1.4. Роль магнитного поля.

Тема 2. Элементарные процессы в плазме.

- 2.1. Упругие и неупругие соударения.
- 2.2. Ионизация, возбуждение, рекомбинация и перезарядка.
- 2.3. Формула Саха.
- 2.4. Излучение плазмы.
- 2.5. Фотохимия.

Тема 3. Движение частиц плазмы в электрических и магнитных полях

- 3.1. Движение в однородных полях.
- 3.2. Адиабатический инвариант, магнитная ловушка.
- 3.3. Электрический дрейф.
- 3.4. Дрейф в неоднородном магнитном поле.

Тема 4. Магнитная гидродинамика.

- 4.1. Уравнения магнитной гидродинамики.
- 4.2. Вмороженность плазмы.
- 4.3. Равновесие плазмы в магнитном поле.
- 4.4. Гидромагнитные неустойчивости.
- 4.5. Гидромагнитные волны.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)

Физика плазмы является основой таких научных дисциплин как физика Солнца, физика межпланетного пространства, физика околоземного космического пространства и т.п. Поэтому изучение физики плазмы является неотъемлемой частью образовательного цикла по кафедре общей и космической физики. Курс перебрасывает мост от таких общеобразовательных предметов как механика и электродинамика к спецкурсам по указанным выше дисциплинам.

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Экспериментальные методы в геофизике	Темы 1,4
2.	Физика Солнца	Темы 1,2,3
3.	Доп. главы физики плазмы	Все темы
4.	Астрофизика	Темы 1

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	
1.	Плазма-четвертое состояние вещества	Плазма-четвертое состояние вещества	4					4
2.	Элементарные процессы в плазме	Элементарные процессы в плазме	6	8			7	21
3.	Движение частиц плазмы	Движение частиц плазмы	4	4			7	15
4.	Магнитная гидродинамика	Магнитная гидродинамика	4	6			7	17

6. 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	2	3	4	5	6
1.	Тема 2	Решение задач на тему движение элементарные процессы в плазме	8	Контрольная работа	ПК1 ПК2
2.	Тема 3	Решение задач на тему движение частиц плазмы	4	Контрольная работа	
3.	Тема 4	Решение задач на тему магнитная гидродинамика	6	Контрольная работа	

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Движение элементарные процессы в плазме	Самостоятельное решение задач по данной теме	Решить задачу	[1-3]	7
2.	Движение частиц плазмы	Самостоятельное решение задач по данной теме	Решить задачу	[1-3]	7
3.	Магнитная гидродинамика	Самостоятельное решение задач по данной теме	Решить задачу	[3,4]	7
	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к экзамену	Повторить все разделы курса	Основная литература: 1 - 4	45

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.

Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических работ.

При выполнении практических заданий и лабораторной работы 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 каждой лекции, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

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

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен устный 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

сверено с ЖБ ЧГУ

б) дополнительная литература

- 1) Котельников, Игорь Александрович. Лекции по физике плазмы [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 011200-Физика и по спец. 010701-Физика / И. А. Котельников. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 384 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце глав. - Библиогр.: с. 373-381. - ISBN 978-5-9963-1158-3. - (1 экз)
- 2) Франк-Каменецкий, Д. А. Лекции по физике плазмы : учеб. пособие / Д. А. Франк-Каменецкий. - 3-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 279 с. ; 22 см. - (Физтеховский учебник). - Библиогр.: с. 276. - Предм. указ.: с. 277-279. - ISBN 978-5-91559-002-0. - (1 экз)
- 3) Биттенкорт, Ж.А. Основы физики плазмы [Текст] : научное издание / Ж. А. Биттенкорт ; пер. с англ., ред. Л. М. Зеленый. - М.: Физматлит, 2009. - 583 с. - (1 экз)
- 4) 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)

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.2.1 «Физика 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 «Рукопт» <http://rucont.ru>
- ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Для проведения занятий лекционного типа 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. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

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:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **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;
- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на лекционных и 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 неклассическая 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


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 «Движение элементарные процессы в плазме»	Темы 1 и 2	ПК1, ПК2
2.	Решение задач по теме «Движение частиц плазмы»	Тема 3	ПК1
3.	Решение задач по теме «Магнитная гидродинамика»	Тема 4	ПК1
4.	Опрос	Все темы	ПК1
5.	Экзамен	Все темы	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.

Разработчики:



профессор, д.ф.-м.н.

В.Л., Паперный

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ

«01» июля 2017 г.

Протокол № 9, зав. кафедрой  _____ В.Л. Паперный

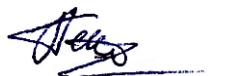
Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2016/2017 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.2.1 Физика плазмы по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика» (профиль «Солнечно-земная физика»)

1. В соответствии с приказом Минобрнауки России №1455 от 07.12.2015 г. о переименовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ») в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ») читать наименование вуза в новой редакции.
2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:
Нет дополнений.
3. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:
Заменено наименование университета на новое.

Зав. кафедрой:
общей и космической
физики



В.Л. Паперный

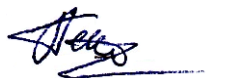
Протокол № 6
от «15» мая 2016 г.

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2017/2018 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.2.1 Физика плазмы по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Солнечно-земная физика»)

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:
Нет дополнений.
2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:
Нет изменений.

Зав. кафедрой:
общей и космической
физики



В.Л. Паперный

Протокол № 9
от « 1 » июня 2017 г.