

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

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИСЗФ СО РАН
А.П. Потехин
« 28 » августа 2014 г.



Рабочая программа учебной дисциплины

Физика средней и верхней атмосферы

Направление подготовки
05.06.01 «Науки о земле»

Направленность (профиль)
Физика атмосферы и гидросферы

Квалификация (степень)
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная, заочная

Иркутск 2014

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения.....	3
II. Характеристика рабочей программы.....	3
2.1. Вид деятельности.....	3
2.2. Задачи деятельности.....	4
2.3. Перечень компетенций.....	4
2.4. Перечень умений и знаний.....	5
III. Цель и задачи освоения программы дисциплины.....	6
3.1. Цель.....	6
3.2. Задачи.....	6
IV. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.....	6
V. Основная структура дисциплины.....	7
VI. Содержание дисциплины.....	7
6.1. Краткое описание содержания теоретической части разделов и тем дисциплины	7
6.2. Тематика заданий для самостоятельной работы	10
VII. Применяемые образовательные технологии.....	11
VIII. Методы и технологии контроля уровня подготовки по дисциплине....	11
8.1. Виды контрольных мероприятий, применяемых контрольноизмерительных технологий и средств	11
8.2. Критерии оценки уровня освоения учебной программы (рейтинг).....	11
8.3. Фонд оценочных средств для итоговой аттестации по дисциплине	12
IX. Рекомендуемое информационное обеспечение дисциплины.....	14
9.1. Основная учебная литература.....	14
9.2. Дополнительная учебная и справочная литература.....	18
9.3. Ресурсы сети Интернет.....	20
9.4. Рекомендуемые специализированные программные средства.....	20
9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.11.2013 г. № 1250 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» и на основании письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.06.2011 г. «О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования» на основе программы, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации по физике при участии ИЗМИРАН и ИСЗФ СО РАН.

Рабочая программа «Физика средней и верхней атмосферы» входит в состав рабочих программ учебных дисциплин по профилю «Физика атмосферы и гидросферы» и представлена на сайте ИСЗФ СО РАН в разделе «Аспирантура» в открытом доступе для аспирантов и сотрудников Института.

II. ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Вид деятельности

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательской деятельности аспиранта. Область профессиональной деятельности включает: совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности в области науки, направленных на изучение околоземного космического пространства.

2.2. Задачи деятельности

Задачами профессиональной деятельности аспиранта является теоретическая подготовка аспирантов к решению научных задач; изучение процессов в околоземном пространстве; знакомство аспирантов с физическими механизмами воздействия солнечных факторов на околоземное космическое пространство.

2.3. Перечень компетенций

Освоение программы настоящей дисциплины позволит сформировать у обучающегося следующие компетенции:

приобретение новых знаний и умений в теоретических и методических вопросах физики околоземного космического пространства, знакомство с самыми современными их технологиями;

самостоятельное принятие решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовность работать над междисциплинарными проектами способностью находить, анализировать и перерабатывать информацию, используя современные информационные средства, включая геоинформационные технологии;

способность применять знания о современных методах радиофизических исследований;

способность планировать и проводить радиофизические научные исследования, оценивать их результаты;

способность профессионально эксплуатировать современное радиофизическое оборудование, оргтехнику и средства измерения; способностью выбирать методы их применения;

способность решать прямые и обратные (некорректные) задачи радиофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания геофизических процессов.

2.4. Перечень умений и знаний

В процессе изучения курса «Физика средней и верхней атмосферы» аспирант должен приобрести знания и умения, необходимые для его дальнейшего профессионального становления, а именно:

Знать:

строение нейтральной атмосферы, классификацию различных областей атмосферы;

энергетику и тепловой баланс атмосферных слоев. Источники и стоки энергии;

динамические процессы в атмосфере, включая общую циркуляцию атмосферы на ионосферных уровнях, теорию планетарных волн, приливов и внутренних гравитационных волн;

модели нейтральной атмосферы. Особенности и характеристики средней атмосферы. Атмосферное электричество (общие представления);

общие сведения о методах наблюдений за состоянием атмосферы и о значении геофизических исследований в проблеме солнечно-земных связей;

основные характеристики физических процессов, контролирующих состояние околоземного космического пространства;

общие сведения об ионосферных слоях, пространственно-временных вариациях их параметров и механизмах их образования;

ионосферные эффекты магнитных бурь;

особенности строения высокоширотной ионосферы и ее роль в физике околоземного космического пространства;

ионосферно-магнитосферное взаимодействие;

основные теоретические подходы к описанию ионосферных процессов и основы математического моделирования ионосферы и верхней атмосферы.

Уметь:

количественно оценивать основные характеристики верхней атмосферы и ионосферной плазмы;

выполнять простейшую обработку данных наблюдений;

использовать математические знания для решения задач физики верхней атмосферы.

Владеть:

основными математическими методами решения физических задач;

методами обработки экспериментальных данных;

навыками работы с основными измерительными приборами и пакетами численной обработки экспериментальных данных.

III. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Цель

Целью курса «Физика средней и верхней атмосферы» является получение фундаментальных знаний и возможности их использования в процессе дальнейшего обучения, при прохождении учебных практик, написания научных работ, в своей научной деятельности.

3.2. Задачи

Задачей курса «Физика средней и верхней атмосферы» является знакомство аспирантов с физическими процессами в околоземном космическом пространстве, понятиями и физическими основами геофизики, физическими механизмами воздействия солнечных факторов на околоземное космическое пространство.

IV. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Курс входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по профилю подготовки «Физика атмосферы и гидросферы» направления подготовки 05.06.01 «Науки о земле».

Для изучения дисциплины, необходимы знания и умения из дисциплин: «Математика», «Физика», «Информатика».

Знания и умения, приобретаемые аспирантами после изучения дисциплины, будут использоваться для решения научных задач на этапе обработки полученного гелиофизического материала.

V. ОСНОВНАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Лекции	Практика	Самостоятельная работа
1	Состав и строение атмосферы Земли	10	1	-	4
2	Явления в ионосфере	8	1	-	12
3	Высокоширотная ионосфера	8	1	-	12
4	Экспериментальные исследования верхней и средней атмосферы	10	1	-	4
Итого:		36	4	-	32

VI. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Краткое описание содержания теоретической части разделов и тем дисциплины

Тема 1. Состав и строение атмосферы Земли.

Нейтральная атмосфера. Высотное распределение состава, плотности, давления, влажности. Классификация различных областей атмосферы. Вертикальная структура атмосферы, механизмы ее формирования. Энергетика и тепловой баланс. Источники и стоки энергии. Динамика атмосферы. Общая циркуляция атмосферы на ионосферных уровнях, уравнения движения нейтральной атмосферы. Теория планетарных волн, приливов и внутренних гравитационных волн. Модели нейтральной атмосферы. Особенности и характеристики средней атмосферы. Атмосферное электричество (общие представления).

Ионосфера. Структура ионосферных слоев. Фотохимические процессы в ионосфере. Фотоионизация. Ионизирующее излучение Солнца. Поглощающие свойства атмосферы. Ионизационная функция. Фотоэлектроны. Рекомбинационные процессы. Классификация реакций. Эффективный коэффициент рекомбинации. Уравнение непрерывности. Уравнение простого слоя. Особенности фотохимии в областях D, E, F ионосферы.

Морфология ионосферных слоев. Область D. Область E. Регулярный слой E. Слой E -спорадический. Область F. Слой F1: морфология и механизмы образования. Особенности поведения слоя F2 («аномалия» слоя F2, главный ионосферный провал). Механизмы формирования слоя F2 и крупномасштабной неоднородности структуры. Ионосферные неоднородности. Классификация, радиофизические и геофизические аспекты проявления (замирания радиосигналов, явление F-рассеяния и т.п.). Основы теории генерации и движения неоднородностей. Динамический режим ионосферы и взаимодействие различных слоев (сводка экспериментальных данных). Внешняя ионосфера и экзосфера. Плазмосфера и ее роль в формировании ионосферы.

Тема 2. Явления в ионосфере.

Процессы переноса в ионосферной плазме. Уравнения движения электронов и ионов. Взаимодействие с нейтралами. Проводимость ионосферной плазмы.

Электродинамические дрейфы в ионосфере. Принципы динамотеории. Диффузия в ионосфере. Амбиполярное приближение. Роль диффузии в формировании основного максимума ионосферы. Нерегулярные явления в ионосфере. Эффекты солнечных вспышек. Эффекты магнитных бурь. Ионосферные возмущения: классификация, морфология, механизмы.

Тема 3. Высокширотная ионосфера

Особенности ионосферных процессов в высокширотной ионосфере. Ионосферно -магнитосферное взаимодействие.

Формирование высокширотной ионосферы. Корпускулярная ионизация, механизмы образования регулярной ионосферы. Ионосферные неоднородности, механизмы формирования ионосферных неоднородностей. Структура высокширотной ионосферы. Геофизическое районирование (главный ионосферный провал, ионосфера авроральной зоны, ионосфера полярной шапки).

Тема 4. Экспериментальные исследования верхней и средней атмосферы.

Радиофизические методы исследования. Основы теории распространения электромагнитных волн в ионосферной плазме. Метод вертикального радиозондирования (наземный и спутниковый варианты). Наклонное зондирование. Возвратно-наклонное зондирование. Метод частичных отражений.

Кросс-модуляция и нелинейные эффекты при распространении радиоволн в ионосферной плазме. Измерение поглощения радиоволн в ионосфере. Метод некогерентного рассеяния. Эксперименты по распространению радиоволн с использованием ракет и ИСЗ (метод дисперсионного интерферометра, фарадеевское вращение плоскости поляризации и т.п.).

Метод разнесенного приема и его модификации. Радиолокация метеорных следов и искусственных образований.

Оптические методы исследований. Свечение ночного неба (эмиссии 557,7 нм и 630 нм). Серебристые облака. Полярные сияния. Исследования в оптическом диапазоне со спутников (космический мониторинг).

Другие методы наблюдений за состоянием верхней атмосферы. Прямые измерения параметров ионосферной плазмы с помощью ИСЗ и ракет

(зондовые, масс-спектрометрические, инъекционные). Акустический метод. Инфразвуковые измерения.

Особенности экспериментальных исследований высокоширотной ионосферы (радиофизические, оптические, магнитные, ракетно-спутниковые).

6.2. Тематика заданий для самостоятельной работы

Схема фотохимических процессов в ионосфере: фотоионизация и ударная ионизация, ионно-молекулярные реакции, диссоциативная рекомбинация. Скорости фотохимических процессов. Уравнение непрерывности для концентрации заряженных частиц, его анализ. Условия фотохимического равновесия. Образование областей D, E и F1 ионосферы. Пространственно-временные изменения характеристик этих областей. Понятие диффузии в газах. Роль молекулярной диффузии в верхней атмосфере. Амбиполярная диффузия в ионосферной плазме. Скорость амбиполярной диффузии. Стационарное распределение заряженных частиц в области, не содержащей источников и стоков. Образование области F.

Роль плазмосферного резервуара в образовании области F. Термосферно-мезосферные ветры. Уравнение сохранения импульса для верхней атмосферы. Тепловой ветер на высотах мезосферы. Термосферная циркуляция. Ветровой сдвиг в области E. Увлечение ионосферной плазмы термосферными ветрами, ионное трение.

Дрейфовое движение ионосферной плазмы. Роль электрических полей магнитосферного происхождения в формировании F области ионосферы.

Особенности формирования авроральной и субавроральной ионосферы. Роль авроральной ионизации высокоэнергичными частицами. Явление «полной тени» в верхней атмосфере Земли. Главный ионосферный провал в электронной концентрации и механизмы его образования.

Тепловой режим термосферы и ионосферы. Основные источники и стоки энергии для нейтральной и заряженной компонент плазмы. Нарушение термодинамического равновесия между отдельными компонентами

ионосферной плазмы. Роль процессов переноса тепловой энергии, теплопроводность.

Основные особенности пространственного и временного изменений характеристик ионосферной плазмы. Районирование ионосферы по широте. Суточные, сезонные и циклические изменения в ионосфере.

VII. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации данной программы применяются образовательные технологии, описанные в Таблице 2.

Таблица 2 - Применяемые образовательные технологии

Технологии	Виды занятий		
	Лекции	Практ.з.	СРС
Слайд-материалы	+	-	-
Работа в команде	-	-	-
Исследовательский метод	+	-	+
Другие методы	-	-	-

VIII. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Виды контрольных мероприятий, применяемых контрольноизмерительных технологий и средств

- Проверка наличия конспектов лекций по дисциплине.
- Экзамен по дисциплине.

8.2. Критерии оценки уровня освоения учебной программы (рейтинг)

Критериями оценки освоения программы являются:

1. Наличие конспектов лекций по дисциплине (наличие предоставляет допуск к экзамену).

2. Сдача экзамена по дисциплине.

8.3. Фонд оценочных средств для итоговой аттестации по дисциплине

Вопросы для проведения экзамена:

Нейтральная атмосфера. Состав и строение атмосферы Земли. Высотное распределение состава, плотности, давления, влажности. Классификация различных областей атмосферы. Вертикальная структура атмосферы, механизмы ее формирования. Энергетика и тепловой баланс. Источники и стоки энергии. Динамика атмосферы. Общая циркуляция атмосферы на ионосферных уровнях, уравнения движения нейтральной атмосферы. Теория планетарных волн, приливов и внутренних гравитационных волн. Модели нейтральной атмосферы. Особенности и характеристики средней атмосферы. Атмосферное электричество (общие представления).

Ионосфера. Фотохимические процессы в ионосфере. Фотоионизация. Ионизирующее излучение Солнца. Поглощающие свойства атмосферы. Ионизационная функция. Фотоэлектроны. Рекомбинационные процессы. Классификация реакций. Эффективный коэффициент рекомбинации. Уравнение непрерывности. Образование ионосферных слоев. Уравнение простого слоя. Особенности фотохимии в областях D, E, F ионосферы.

Морфология ионосферных слоев. Область D. Область E. Регулярный слой E. Слой E – спорадический. Область F. Слой F1: морфология и механизмы образования. Особенности поведения слоя F2 («аномалия» слоя F2, главный ионосферный провал). Механизмы формирования слоя F2 и крупномасштабной неоднородности структуры. Ионосферные неоднородности. Классификация, радиофизические и геофизические аспекты проявления (замирания радиосигналов, явление F-рассеяния и т.п.). Основы теории генерации и движения неоднородностей. Динамический режим ионосферы и взаимодействие различных слоев (сводка экспериментальных данных). Внешняя ионосфера и экзосфера. Плазмосфера и ее роль в формировании ионосферы.

Процессы переноса в ионосферной плазме. Уравнения движения электронов и ионов. Взаимодействие с нейтралами. Проводимость ионосферной плазмы.

Электродинамические дрейфы в ионосфере. Принципы динамотеории. Диффузия в ионосфере. Амбиполярное приближение. Роль диффузии в формировании основного максимума ионосферы. Нерегулярные явления в ионосфере. Эффекты солнечных вспышек. Эффекты магнитных бурь. Ионосферные возмущения: классификация, морфология, механизмы.

Особенности ионосферных процессов в высокоширотной ионосфере. Ионосферно – магнитосферное взаимодействие.

Высокоширотная ионосфера. Формирование высокоширотной ионосферы. Корпускулярная ионизация, механизмы образования регулярной ионосферы. Ионосферные неоднородности, механизмы формирования ионосферных неоднородностей. Структура высокоширотной ионосферы. Геофизическое районирование (главный ионосферный провал, ионосфера авроральной зоны, ионосфера полярной шапки).

Сведения об ионосферах других планет солнечной системы.

Глобальные изменения окружающей среды и климата (общее представление). Проблема глобального потепления. Парниковый эффект. Проблема озона. Связь вариаций озона с внутриатмосферными, гелио-, геофизическими и антропогенными факторами. Солнечно-атмосферные связи. Долговременные вариации параметров верхней атмосферы.

Экспериментальные исследования верхней и средней атмосферы

Радиофизические методы исследования. Основы теории распространения электромагнитных волн в ионосферной плазме. Метод вертикального радиозондирования (наземный и спутниковый варианты). Наклонное зондирование. Возвратно-наклонное зондирование. Метод частичных отражений.

Кросс-модуляция и нелинейные эффекты при распространении радиоволн в ионосферной плазме. Измерение поглощения радиоволн в

ионосфере. Метод некогерентного рассеяния. Эксперименты по распространению радиоволн с использованием ракет и ИСЗ (метод дисперсионного интерферометра, фарадеевское вращение плоскости поляризации и т.п.). Метод разнесенного приема и его модификации. Радиолокация метеорных следов и искусственных образований.

Оптические методы исследований. Свечение ночного неба (эмиссии 557,7 нм и 630 нм). Серебристые облака. Полярные сияния. Исследования в оптическом диапазоне со спутников (космический мониторинг).

Другие методы наблюдений за состоянием верхней атмосферы. Прямые измерения параметров ионосферной плазмы с помощью ИСЗ и ракет (зондовые, масс-спектрометрические, инжекционные). Акустический метод. Инфразвуковые измерения.

Особенности экспериментальных исследований высокоширотной ионосферы (радиофизические, оптические, магнитные, ракетно-спутниковые).

IX. РЕКОМЕНДУЕМОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Основная учебная литература

Акасофу СИ. Полярные и магнитосферные суббури. М.: Мир, 1971.

Акасофу СИ., Чепмен С. Солнечно-земная физика. М.: Мир, 1973—1974. Т. 1 и 2.

Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.А., Хргиан А.Х. Озонный щит Земли и его применение. Л.: Гидрометеиздат, 1992.

Альперт Я.Л. Волны и искусственные тела в приземной плазме. М.: Наука, 1974.

Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера. М.: Наука, 1972.

Альвен Г., Фельтхаммар К.-Г. Космическая электродинамика. М.: Мир, 1967.

- Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. М.: Мир, 1976.
- Афраймович Э.Л. Интерференционные-методы радиозондирования ионосферы. М.: Наука, 1982.
- Бауэр З. Физика планетных ионосфер. М.: Мир, 1976.
- Базаржапов А.Д., Матвеев М.И., Мишин В.М. Геомагнитные вариации и бури. Новосибирск: Наука, 1979.
- Бакунин П.И. Курс общей астрономии. М.: Наука, 1966.
- Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1973.
- Бендат Дж.С., Пирсол А.Г. Измерения и анализ случайных процессов. М.: Мир, 1971.
- Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. М.: Наука, 1966.
- Библиографические указатели. // Международный геофизический год. М.: Изд. АН СССР, 1954-63.
- Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам. М.: Радиосвязь, 1985.
- Брюнелли В.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. М.: Наука, 1988.
- Брасье Г., Соломон С. Аэрномия средней атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1980.
- Витинский Ю.И. Солнечная активность. М.: Наука, 1983.
- Витинский Ю.И., Оль А.И., Сазонов Б.А. Солнце и атмосфера Земли. М.: Гидрометиздат, 1976.
- Ионосферные измерения / А.И. Галкин, Н.М. Ерофеев, Э.С. Казимировский, В.Д. Кокоуров. М.: Наука, 1971.
- Гандин Л.С. Объективный анализ метеорологических полей. Л.: Гидрометеиздат, 1963.
- Геофизический бюллетень. М.: Наука, 1958-74. № 1-27.
- Явление F-рассеяния в ионосфере / Б.Н. Гершман, Э.С. Казимировский, В.Д. Кокоуров, Н.А. Чернобровкина. М.: Наука, 1984.
- Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. М.: Физматгиз, 1947.

Грушинский Н.П. Теория фигуры Земли. М.: Наука, 1976.

Гусев А.М. Свободная конвекция в атмосфере и океане. М.: Изд-во МГУ, 1978.

Гульельми А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы. М.: Наука, 1973.

Данилов А.Д., Казимировский Э.С., Вергасова Г.В., Хачикян Г.Я. Метеорологические эффекты в ионосфере. Л.: Гидрометеоиздат, 1987.

Дженкинс Г.М., Ваттс Д.Г. Спектральный анализ и его приложение. М.: Мир, 1971-72.

Дорман Л.И. Вариации космических лучей. М.: Наука, 1981.

Дэвис К. Радиоволны в ионосфере. М.: Мир, 1973.

Зирин. Г. Солнечная атмосфера. М.: Мир, 1969.

Жарков В.Н., Трубицын В.П., Самсоненко Л.В. Физика Земли и планет. М.: Наука, 1971.

Жеребцов Г.А., Мизун Ю.Г., Мингалев В.С. Физические процессы в полярной ионосфере. М.: Наука, 1988.

Жеребцов Г.А. От магнитно-метеорологических наблюдений до проблем солнечно-земной физики. // Исследования по геомагнетизму, аэрномии и физике Солнца. Наука, 1986. Вып. 76.

Иванов-Холодный Г.С., Никольский Г.М. Солнце и ионосфера. М.: Физматгиз, 1969.

Ионосферно-магнитная служба. / Под ред. С.И. Авдюшина и А.Д. Данилова. Л.: Гидрометеоиздат, 1987.

Исаев С.И., Пудовкин М.И. Полярные сияния и процессы в магнитосфере Земли. Л.: Наука, 1972.

Казимировский Э.С., Кокоуров В.Д. Движения в ионосфере. Новосибирск: Наука, 1979.

Калиткин Н. Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.

Кендалл М. Временные ряды. М.: Финансы и статистика, 1981.

Коваленко В.А. Солнечный ветер. М.: Наука, 1983.

- Кошелев В.В., Климов Н.Н., Сутырин Н.А. Аэрoнoмия мезoсферы и нижней термосферы. М.: Наука, 1983.
- Кринберг И.А. Кинетика электронов в ионосфере и плазмoсфере Земли. М.: Наука, 1978.
- Кринберг И.А., Тащилин А.В. Ионосфера и плазмoсфера. М.: Наука, 1984.
- Магницкий В. А. Внутреннее строение и форма Земли. М.: Наука, 1965.
- Мейндоналд Дж. Вычислительные алгоритмы в прикладной статистике. М.: Финансы и статистика, 1988.
- Мишин В.М. Спокойные геомагнитные вариации и токи в магнитосфере. Новосибирск: Наука, 1976.
- Национальная программа по космической погоде, FCM-P31-1997, США, Вашингтон, 1997.
- Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, 1982.
- Паркер Е. Динамические процессы в межпланетной среде. М.: Мир, 1965.
- Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М.: Мир, 1986.
- Перов С.П., Хргиан АХ. Современные проблемы атмосферного озона. Л.: Гидрометеoиздат, 1980.
- Повзнер А.Д. К истории организации Международного геофизического года // История и методология естественных наук. МГУ. 1961—1967.
- Поляков В.М., Щепкин Л.А., Казимировский Э.С., Кокоуров В.Д. Ионосферные процессы. Новосибирск: Наука, 1968.
- Пономарев Е.А. Механизмы магнитосферных суббурь. М.: Наука, 1985.
- Ратклифф Д. Введение в физику иoносферы и магнитосферы. М.: Мир, 1975.
- Рикитаки Т. Электромагнетизм и внутреннее строение Земли. М.: Недра, 1968.

Ришбет Г., Гарриот О. Введение в физику ионосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1975.

Смирнов Н.В., Дудин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математическая статистика для технических приложений. М.: Наука, 1965.

Тихонов АН., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1972.

Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений. Разведочный анализ. М.: Мир, 1981.

Уиттен Р., Поппов И. Основы аэронавигации. Л.: Гидрометеиздат, 1977.

Поток энергии Солнца и его изменения. / Под ред. О. Уайта. М.: Мир, 1980.

Харгривс Дж.К. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи. Л.: Гидрометеиздат, 1982.

Хргиан АХ. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1970.

Хргиан АХ. Физика атмосферного озона. Л.: Гидрометеиздат, 1973.

Чемберлен Дж. Теория планетных атмосфер. Введение в их физику и химию. М.: Мир, 1981.

Чемберлен Дж. Физика полярных сияний и излучения атмосферы. М.: ИЛ. 1963.

Щепкин Л.А., Климов Н.Н. Термосфера Земли. М.: Наука, 1980.

Яновский Б.М. Земной магнетизм. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978.

Akasofu S.-I. Physics of Magnetospheric Substorms. Boston, 1977.

Heikkila W.J. Earth`s Magnetosphere. Elsevier, 2011.

Kelley M.C. The Earth`s ionosphere: Plasma Physics and Electrodynamics. 2th ed. New York: Academic Press, 2009.

Schunk R.W., Nagy A.F. Ionospheres: Physics, Plasma physics, and Chemistry. 2th ed. Cambridge University Press, 2009.

9.3. Ресурсы сети Интернет

Ресурсами по рабочей программе являются:

научная библиотека eLIBRARY.RU, более 20 полнотекстовых версий журналов по тематике курса;

информационная система доступа к российским журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://vinitit.ru>);

хранилище электронных копий всех издаваемых компанией Springer журналов <http://www.springerlink.com/>;

научная библиотека ИСЗФ СО РАН.

9.4. Рекомендуемые специализированные программные средства

Наряду стандартных офисных программ (MSExcel), расчеты производятся в программе математико-статистического моделирования IDL.

9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийное оборудование.

Компьютеры отдела 1.00 ИСЗФ СО РАН.

Составители:

Зав. аспирантурой, к. ф.-м. н.

 В.И. Поляков

ученый секретарь, к.ф.-м.н.

 И.И. Салахутдинова

Согласовано:

зам. директора по научной работе, д.ф.-м.н.

 В.И. Куркин

зав. лабораторией, д.ф.-м.н.

 А.В. Тащилин

Одобрено Ученым советом ИСЗФ СО РАН (Протокол № 9 от 27 августа 2014 г.).