

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мурманский арктический государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «МАГУ»)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.01 Науки об атмосфере и климате**  
(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**05.06.01 Науки о Земле**

**направленность (профиль) Науки об атмосфере и климате**  
(код и наименование направления подготовки)

с указанием направленности (наименования магистерской программы))

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**  
уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование – специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

квалификация

**заочная**

форма обучения

**2021**

год набора

**Составитель(и):** Намгаладзе А.А.,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Утверждена на заседании кафедры  
математики, физики и информационных  
технологий  
факультета математических и естественных  
наук  
(протокол № 06 от 17.02.2022г.)

Зав. кафедрой



Ляш О.И.

## **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель** дисциплины - формирование у аспирантов навыков научного мышления, обучение методам организации и методики проведения научно-исследовательской работы.

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- способы осуществления научно-исследовательской деятельности;
- категории, понятия, термины, используемые в методологии;
- основные методы проведения научного исследования;
- характеристики этапов научного исследования;

### **Уметь:**

- подбирать способы научно-исследовательской деятельности, соответствующие предмету исследования;

адаптировать результаты современных исследований в области физики средней и верхней атмосферы Земли

- планировать стадии научного исследования применительно к своей проблемной области;
- использовать основные методы научного исследования;

обрабатывать, анализировать и осуществлять физическую интерпретацию данных спутниковых и наземных наблюдений, результатов численного моделирования параметров средней и верхней атмосферы Земли

### **Владеть:**

- навыками критического анализа и оценки современных научных концепций;
- навыками формулирования цели и задачи, соответственно этапам научного исследования;
- навыками проведения научного исследования;

системой фундаментальных и прикладных знаний в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн методами численного моделирования для решения фундаментальных и прикладных задач в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

### **УК-1:**

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

### **ОПК-1:**

Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

### **ПК-1:**

владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн

### **ПК-2:**

владение методами численного моделирования для решения фундаментальных и прикладных задач в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн

### **ПК-3:**

способность обрабатывать, анализировать и осуществлять физическую интерпретацию данных спутниковых и наземных наблюдений, результатов численного моделирования параметров средней и верхней атмосфера Земли

**ПК-4:**

способность адаптировать результаты современных исследований в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн, для решения актуальных фундаментальных и прикладных задач в области мониторинга и прогнозирования состояния околоземной среды

**УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле, Направленность (профиль): Физика атмосферы и гидросферы.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы или 180 часов, из расчета 1 ЗЕТ = 36 часов.

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
2	3	2	72	12	6	-	18		54	-	-	-
2	4	3	108	6	12	-	18		81	-	9	реферат, экзамен
Итого:		5	180	18	18	-	36		135	-	9	

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.**

№	Наименование раздела, темы	Контактная работа												
			Л	А	К	П	Р	А	К	Ч	С	В	Ч	С

п/п		ЛК	ПР	ЛБ				
курс 2, семестр 3								
1	ФИЗИКА ПЛАЗМЫ И МАГНИТНАЯ ГИДРОДИНАМИКА	6	2	-	8	-	26	-
2	ФИЗИКА ОКОЛОЗЕМНОЙ СРЕДЫ	6	4	-	10	-	28	-
курс 2, семестр 4								
3	ФИЗИКА ИОНОСФЕРЫ	6	12	-	18	-	81	-
	Экзамен							9
	<b>Всего</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>135</b>	<b>9</b>

## Содержание дисциплины

### Тема 1. Физика плазмы и магнитная гидродинамика.

Основные понятия. Квазинейтральность и разделение зарядов. Электростатическое экранирование. Плазма как сплошная среда. Основные уравнения магнитной гидродинамики. Сила Ампера и тензор Максвелловских натяжений. Идеальная проводимость и дрейфовое движение. Вмороженное поле. Диффузия магнитного поля. Модель двух жидкостей. Проводимость плазмы. Столкновения в плазме. Кулоновские столкновения. Столкновения с нейтральными частицами и перезарядка. Плазма как система независимых частиц. Траектории частиц в плазме. Дрейфовое движение. Наглядное объяснение дрейфового движения. Количественное рассмотрение дрейфового движения. Дрейфовое приближение, движение ведущего центра. Физический смысл дрейфа ведущего центра. Электрический дрейф. Дрейф в неоднородном магнитном поле. Поляризационный дрейф. Ток намагничивания. Адиабатические инварианты. Магнитные зеркала, конус потерь, дрейфовые оболочки. Квазигидродинамическое приближение. Плазма как диамагнитная среда. Колебания и волны в холодной плазме. Основные понятия и определения. Волны в плазме без магнитного поля. Простейшие случаи распространения волн при наличии магнитного поля. Магнитогидродинамические волны. Дисперсия вблизи циклотронных частот. Магнитный звук. Гибридные частоты. Дисперсия магнитного звука. Структура прямых волн в плотной плазме. Косые волны и тензорные характеристики плазмы. Волны в плазме с конечной проводимостью. Резонансы поглощения. Плазменные волноводы. Магнито-звуковой резонанс. Колебания и волны в горячей плазме в гидродинамическом приближении. Уравнения гидродинамического приближения. Скорость звука. Плазменные волны и ионный звук. Тензорные характеристики горячей плазмы и пространственная дисперсия. Ускоренные и замедленные магнито-звуковые волны. Дисперсия магнитного звука в горячей плазме.

Физическая кинетика плазмы. Функция распределения. Фазовое пространство. Моменты функции распределения. Теорема Лиувилля. Уравнение Больцмана. Уравнение Власова. Уравнение Фоккера-Планка. Феноменологическое описание процессов переноса. Кинетическое уравнение без столкновений. Самосогласованное поле. Интегрирование кинетического уравнения, вывод макроскопических уравнений магнитной гидродинамики. Кинетическая теория плазменных волн. Волны в магнитном поле и тензорные характеристики плазмы. Специфическое затухание и раскачка колебаний. Слабая и сильная пространственная дисперсия. Волны на анизотропном фоне. Тензорные характеристики термической плазмы. Предельные случаи. Релятивистские эффекты и синхротронное излучение. Интегрирование по траекториям. Флуктуационное взаимодействие и кулоновские столкновения.

## **Тема 2. Физика околоземной среды**

Физика Солнца. Общие сведения. Солнечная активность, её проявления и циклы. Механизм циклических изменений. Солнечная корона. Геоактивная радиация Солнца. Коротковолновое излучение Солнца. Солнечный ветер. Образование солнечного ветра (теория расширяющейся короны Паркера). Параметры солнечного ветра на орбите Земли. Магнитное поле солнечного ветра, конфигурация силовых линий, секторная структура поля. Связь межпланетного магнитного поля с магнитными полями на Солнце. Высокоскоростные потоки солнечного ветра и их связь с корональными дырами и униполярными областями. Солнечные вспышки. Геофизические проявления солнечной активности. Геомагнитные вариации. Классификация геомагнитных возмущений, локализация источников. Геомагнитная буря. Геомагнитная суббуря. Геомагнитные пульсации. Индексы геомагнитной активности. Полярные сияния. Высотные распределения интенсивности свечения сияний, оптический спектр, основные эмиссии. Энергетический спектр вторгающихся электронов. Протонные и водородные сияния. Солнечно-земные связи. Физика магнитосферы. Магнитное поле Земли. Обтекание солнечным ветром геомагнитного поля, ударная волна, параметры плазмы в переходном слое, формирование магнитопаузы. Модели магнитосферы. Структура магнитосферного магнитного поля. Головная ударная волна. Магнитосферное электрическое поле. Поле коротации. Вязкое трение. Конвекция в магнитосфере при южном ММП. Слой Альфвена. Действие азимутальной компоненты ММП. Измерения электрического поля. Токи в магнитосфере. Плазма в магнитосфере. Плазмосфера. Пограничные слои. Плазменный слой. Кольцевой ток. Высыпающиеся частицы. Магнитосферная суббуря. Фазы суббури, суббуря в геомагнитном поле и в авроральных явлениях. Процессы в магнитосфере в периоды суббури. Физика нейтральной атмосферы. Введение. Характерные высотные области нейтральной атмосферы. Гидростатическое распределение плотности и давления с высотой. Состав нейтральной атмосферы. Диффузионное равновесие. Фотодиссоциация. Поглощение диссоциирующего излучения. Химические реакции кислородных компонент. Диффузия. Распределения частиц в экзосфере. Среднемассовые движения. Геострофическое приближение. Роль ионного трения и вязкости. Ветры в термосфере от солнечного и высокоширотного источников. Изменения состава, связанные с термосферной циркуляцией. Приливы. Акустико-гравитационные волны. Планетарные волны. Тепловой режим нейтральной атмосферы. Уравнение теплового баланса. Нагрев солнечным излучением. Нагрев высыпающимися частицами. Джоулев нагрев. Охлаждение за счёт излучения. Вариации параметров и модели нейтральной атмосферы.

## **Тема 3. Физика ионосферы**

Ионосфера как среда распространения радиоволн. Плазменная оболочка Земли. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Сила Лоренца, гиросрадиус, гироскорость. Магнитный момент его постоянство. Дрейфы. Вмороженность. Движение заряженных частиц вдоль силовых линий геомагнитного поля, продольный инвариант.

Гидродинамическое описание, токи в ионосферной плазме. Квазинейтральность, плазменная частота, радиус Дебая. Соударения в ионосферной плазме. Ток в ионосферной плазме. Магнитное давление. Ток под действием градиента давления, диамагнетизм ионосферной плазмы. Закон Ома, проводимости ионосферной плазмы в стационарных полях. Влияние границ на проводимость ионосферной плазмы. Волны в ионосферной плазме - Введение. Преобразования Фурье-Лапласа. Дисперсия, групповая скорость, показатель преломления, отсечки и резонансы. Волновое уравнение, диэлектрическая проницаемость плазмы. Проводимость плазмы в переменном электрическом поле. Тензор диэлектрической проницаемости. Дисперсионное уравнение. Электромагнитные волны, распространяющиеся вдоль магнитного поля. Поляризация волн. Альфвеновские волны. Распространение электромагнитной волны перпендикулярно внешнему магнитному полю. Распространение радиоволн в ионосфере. Магнитоионная теория. Формула Эпплтона-Хартри, поляризация волн. Условия отражения радиоволн. Квазипродольное и квазипоперечное приближения. Отражение радиоволн от ионосферы при наклонном распространении. Траектории радиосигналов. Поглощение радиоволн. Фарадеевское вращение. Электростатические волны в ионосферной плазме. Звуковые волны в неионизованном газе. Электростатические волны в плазме без магнитного поля. Электростатические волны в холодной плазме с магнитным полем. Гидродинамические неустойчивости ионосферной плазмы. Кинетическое рассмотрение электростатических волн. Кинетическое уравнение Больцмана. Проводимость и диэлектрическая проницаемость плазмы в кинетической теории. Дисперсионные соотношения для электростатических волн. Затухание электростатических волн, аномальные соударения. Неустойчивости, влияние направленных движений. Методы наблюдений за состоянием ионосферы (ионосферные измерения). Введение. Величины, характеризующие состояние ионосферы, и принципы их измерений. Исследования ионосферы зеркально отражёнными от неё радиоволнами. Вертикальное зондирование ионосферы. Наклонное зондирование. Возвратно-наклонное зондирование. Зондирование ионосферы сверху. Измерения поглощения отражённых радиоволн. Исследования движений ионосферной плазмы отражёнными радиоволнами. Измерения при радиопросвечивании ионосферы. Риометрические измерения поглощения космического радишума. Измерения интегрального электронного содержания. Средства исследования нижней ионосферы. Метод частичных отражений. Метод кросс-модуляции. Радиолокационные исследования ионосферы. Экваториальные радиоотражения. Радиоаврора. Радиолокаторы, применяемые для исследований ионосферы. Метод некогерентного рассеяния радиоволн. Мощность рассеянного сигнала. Спектр некогерентно рассеянного сигнала. Техника наблюдений некогерентного рассеяния. Измерения параметров ионосферной плазмы с помощью ракет и спутников. Регулярные вариации ионосферных параметров. Введение. Широтное районирование ионосферы. Вариации в средних широтах. Область D ионосферы. Зимняя аномалия. Регулярный E-слой. Слой F1. Спорадический слой Es и ночная долина между E и F-слоями. Область F2 и внешняя ионосфера (плазмосфера). Сезонно-суточные вариации, сезонная аномалия. Полугодовые вариации и декабрьская аномалия. Вариации с солнечной активностью. Низкоширотная ионосфера. Экваториальная аномалия. Физическая интерпретация наблюдаемого поведения экваториальной ионосферы. Субавроральная ионосфера. Главный ионосферный провал, провал лёгких ионов и плазмопауза: результаты наблюдений. Механизмы формирования провала. Теоретическое моделирование субавроральной ионосферы. Роль магнитосферной конвекции и высыпаний энергичных частиц. Роль процессов наполнения и опустошения плазменных трубок в формировании главного ионосферного провала, провала лёгких ионов и плазмопаузы. Эффекты несовпадения географического и геомагнитного полюсов. Влияние продольных токов. Температурные эффекты. Роль вариаций параметров термосферы в поведении высокоширотной и субавроральной ионосферы. Высокоширотная ионосфера. Нижняя ионосфера высоких широт. Область F2

высокоширотной ионосферы. Ионосферные возмущения. Типы ионосферных возмущений. Каналы передачи энергии от Солнца. Общая морфологическая картина и физическая схема развития возмущений. Ионосферные эффекты ионизирующего волнового и корпускулярного излучения солнечных вспышек. Внезапные ионосферные возмущения. Поглощение в полярной шапке. Ионосферные эффекты высыпаний энергичных частиц из магнитосферы. Авроральное поглощение. Поглощение на средних широтах. Эффекты высыпаний в E и F областях ионосферы. Ионосферные эффекты магнитосферных электрических полей. Ионосферные эффекты магнитосферного кольцевого тока. Ионосферные эффекты термосферных возмущений. Ионосферные эффекты внутренних гравитационных волн (перемещающиеся ионосферные возмущения). Ионосферные эффекты крупномасштабной термосферной циркуляции (ионосферная буря).

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Основная литература**

1. Волощенко, А. П. Нелинейные волновые процессы : учебное пособие : [16+] / А. П. Волощенко, С. П. Тарасов, П. П. Пивнев ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – 114 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612323> (дата обращения: 01.06.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3572-9. – Текст : электронный.

2. Васильев, А. А. Физическая метеорология : учебное пособие / А. А. Васильев, Ю. П. Переведенцев. — Казань : КФУ, 2017. — 72 с. — ISBN 978-5-00019-804-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101180> (дата обращения: 01.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Полянин, А. Д. Нелинейные уравнения математической физики и механики. Методы решения : учебник и практикум для вузов / А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Журов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 256 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02317-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471074> (дата обращения: 01.06.2021).

### **Дополнительная литература**

Кузнецов, В. А. Гидрогазодинамика : учебное пособие для вузов / В. А. Кузнецов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11813-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476269> (дата обращения: 01.06.2021).

Динамическая метеорология. Общая циркуляция атмосферы : учебное пособие / составители Р. Г. Закинян, А. Р. Закинян. — Ставрополь : СКФУ, 2015. — 159 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155062> (дата обращения: 01.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Кузьмин, В. И. Физика Земли. Строение атмосферы и гидросферы Земли : учебное пособие / В. И. Кузьмин. — Новосибирск : СГУГиТ, 2017. — 269 с. — ISBN 978-5-906948-49-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157315> (дата обращения: 01.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Кураев, А. А. Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие : в 2 частях : [16+] / А. А. Кураев, А. П. Шашкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – Ч. 1. Гидродинамика. – 122 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573832> (дата обращения: 01.06.2021). – Библиогр.: с. 113-114. – ISBN 978-5-7782-3680-6. - ISBN 978-5-7782-3681-3 (ч. 1). – Текст : электронный.

Александров, Д. В. Прикладная гидродинамика : учебное пособие для вузов / Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 109 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07621-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455360> (дата обращения: 01.06.2021).

Арцимович Л.А. Физика плазмы для физиков. - Москва : Атомиздат, 1979. - 317 с.

Брюнелли Б.Е. Физика ионосферы / Б. Е. Брюнелли, А. А. Намгаладзе; Отв. ред. Г. С. Иванов-Холодный, М. И. Пудовкин; АН СССР, Ин-т земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн. - М. : Наука, 1988. - 526 с.

Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме / В. Л. Гинзбург. - Изд. 3-е. - Москва : Ленанд, 2014. - 683 с.

Иванов-Холодный Г.С. Прогнозирование состояния ионосферы : (детерминированный подход) / Г. С. Иванов-Холодный, А. В. Михайлов. - Ленинград : Гидрометеиздат, 1980. - 190 с.

Иванов-Холодный Г.С. Солнце и ионосфера : Коротковолновое излучение Солнца и его воздействие на ионосферу / Г. С. Иванов-Холодный, Г. М. Никольский. - Москва : Наука, 1969. - 455 с.

Кринберг И.А. Ионосфера и плазмосфера / И. А. Кринберг, А. В. Ташилин; АН СССР, Сибирское отд-ние, Сибирский ин-т земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн ; отв. ред. П. А. Щепкин. - Москва : Наука, 1984. - 189 с.

Лайонс Л. Физика магнитосферы. - Москва : Мир, 1987.

Ляцкий В.Б. Токовые системы магнитосферно-ионосферных возмущений. - Ленинград : Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. - 198 с.

Ляцкий В.Б. Магнитосферно-ионосферное взаимодействие / В. Б. Ляцкий, Ю. П. Мальцев. - М. : Наука, 1983. - 192 с.

Мак-Ивен М., Филлипс Л. Химия атмосферы. - Москва : Мир, 1978

Мальцев Ю.П. Возмущения в магнитосферно-ионосферной системе. - Апатиты : ПГИ КНЦ АН ССР, 1986.

Акасофу С. И. Солнечно-земная физика : [В 2 ч.] / С. И. Акасофу, С. Чепмен ; Перевод с англ. В. П. Головкова [и др.] ; Под ред. Г. М. Никольского [и др.]. - Москва : Мир, 1974.

Мизун Ю.Г. Полярная ионосфера / Ю. Г. Мизун. - Л. : Наука : Ленингр. отд-ние, 1980. - 216 с.

Сергеев В.А. Магнитосфера Земли / В. А. Сергеев, Н. А. Цыганенко. - М. : Наука, 1980. - 174 с.

Щепкин Л.А. Термосфера Земли : Эксперим. сведения. - М. : Наука, 1980. - 220 с.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

– специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории);

– помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);



– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:**

1. Свободное программное обеспечение Python3
2. Свободные научные Python-библиотеки NumPy, SciPy, xarray, Pandas, matplotlib
3. Свободная среда интерактивных вычислений Jupyter Notebooks
4. Microsoft Office

#### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

#### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX
2. Электронная база данных Scopus
3. Базы данных компании CLARIVATE ANALYTICS

#### **7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
2. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». – Режим доступа: <http://www.informio.ru/>

### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

<https://uamod.wordpress.com> – сайт модели UAM – Upper Atmosphere Model

<http://www.astronet.ru> – научно-

популярный ресурс, который ведут астрономы и физики МГУ

<http://www.kosmofizika.ru> –

сайт профессора Л. Лазутного, источник информации для студентов, интересующихся СЗФ, приведено много исторических данных по развитию СЗФ в России

<http://image.gsfc.nasa.gov/poetry/> –

сайт посвящен образовательным программам NASA, использующим данные спутника IM AGE, название сайта POETRY расшифровывается как «Public Outreach, Education, Teaching and Reaching Youth». Основная задача проекта –

популярно объяснить, как солнечные бури воздействуют на Землю, разъяснить заблуждения по поводу магнитного поля Земли, образования в нем радиационных поясов, и появления полярных сияний.

<http://solar-center.stanford.edu/resources.html> –

большая библиотека образовательных ресурсов для студентов и преподавателей

<http://www.elibrary.ru>

### **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.