



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства

УТВЕРЖДАЮ

  
Декан географического факультета,  
канд. геогр. наук, доцент  
С.Ж. Воложжина

« 15 » 05 2023 г.

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля)

### **Б1.В.16 ФИЗИКА ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЫ**

Направление подготовки – 05.03.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль) подготовки –  
Информационные технологии в гидрометеорологии

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная/заочная

Согласовано с УМК географического  
факультета

Протокол № 5 от «15» мая 2023г.  
Председатель, канд. геогр. наук, доцент

  
С.Ж. Воложжина

Рекомендовано кафедрой метеорологии и  
физики околоземного космического  
пространства

Протокол №6 от «15» мая 2023 г.

Зав. кафедрой  Латышева И.В.

Иркутск 2023 г.

## Содержание

	стр.
I Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV Содержание и структура дисциплины (модуля)	
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	7
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
4.3 Содержание учебного материала	16
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	16
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	16
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	18
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	20
а) перечень литературы	20
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	20
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	22
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	22
6.2. Программное обеспечение	22
6.3. Технические и электронные средства обучения	22
VII Образовательные технологии	23
VIII Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	24

## **I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):**

Основной целью освоения дисциплины «**Физика верхней атмосферы**» является формирование у магистрантов фундаментальных представлений о структуре верхней атмосферы и современных радиофизических методах диагностики этой области.

### **Задачи:**

- формирование базовых знаний о структуре и стратификации верхней атмосферы;
- получение знаний о методе дистанционного радиозондирования верхних атмосферных слоев, включая обзор современных инструментальных радиофизических установок.
- приобретение навыков работы с реальными данными радиофизических обсерваторий.

## **II МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «**Физика верхней атмосферы**» относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.17 «Общая метеорология», Б1.О.21.01 «Автоматизация и коммуникационные технологии в метеорологии», Б1.0.26 «Физическая метеорология», Б1.О.32 «Гидрометеорологические информационные системы», Б1.О.24 «Веб-программирование в гидрометеорологии», Б1.О.35 «Методы статистической обработки гидрометеорологических наблюдений», Б1.О.36 «Базы данных реанализов: проектный практикум», Б1.В.01 «Климатология», Б1.В.03 «Климатические базы данных», Б1.В.09 «Информационные технологии в аэрологии».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Б2.В.01(П) Технологическая (проектно-технологическая) практика; Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## **III ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология»:

**ПК-2.** Способен использовать знания, выбирать и использовать методы при решении научно-исследовательских задач в области гидрометеорологии.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<p align="center"><b>ПК-2</b></p> <p>Способен использовать теоретические знания и современные методы гидрометеорологических исследований при решении научно-исследовательских задач</p>	<p align="center"><b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b></p> <p>Использует базовые теоретические представления при решении фундаментальных и прикладных задач в области гидрометеорологии</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>- современные теоретические представления и актуальные методы исследований верхней атмосферы при решении научно-исследовательских задач гидрометеорологической направленности.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- использовать базовые теоретические представления о физических процессах и явлениях, происходящих в верхней атмосфере Земли, при решении фундаментальных и прикладных задач в области гидрометеорологии.</p>

#### IV СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

Форма промежуточной аттестации: зачет

#### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов (очное/заочное обучение)

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
<b>1</b>	<b>Верхняя атмосфера. Особенности формирования и общая структура.</b>	<b>8/5</b>	<b>36/48</b>		<b>8/4</b>	<b>8/4</b>		<b>20/40</b>	
1.1	Принципы формирования различных слоев верхней атмосферы. Высотная стратификация.		2/4					2/4	конспект
1.2	История исследований верхней атмосферы. Сложности проведения комплексных экспериментов.		2/4					2/4	конспект
1.3	Стратосфера. Поглощение солнечной радиации в УФ спектре и образование		7/7		1/1	4/2		2/4	тест конспект

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоятельная работа		
	озонового слоя. Особенности стратосферной циркуляции и ее влияние на тропосферные процессы.							отчет по практической работе
1.4	Озонафера. Реакции фотохимического образования и разрушения озона. Проблема глобального потепления и озоновые аномалии.		7/7		1/1	4/2	2/4	тест конспект отчет по практической работе
1.5	Мезосфера. Особенности циркуляции и температурный режим мезосферы. Мезосферные электрические явления.		3/5		1/1		2/4	конспект
1.6	Термосфера. Установление гидростатического равновесия. Особенности химического состава верхней атмосферы и амбиполярная диффузия.		3/5		1/1		2/4	конспект
1.7	Ионизация атмосферного газа и формирование ионосферы. Понятие низкотемпературной плазмы. Различие сортов ионов, реакции образования и		3/4		1/		2/4	конспект

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоятельная работа		
	рекомбинации.							
1.8	Глобальная структура ионосферы. Ионосфера как главный компонент космической погоды. Циркуляционные процессы. Взаимодействие с солнечным ветром и магнитосферой.		3/4		1/		2/4	конспект
1.9	Магнитное поле земли. Влияние солнечного ветра на ионосферу. Магнитные бури.		3/4		1/		2/4	конспект
1.10	История открытия ионосферы. Отражение и рассеяние радиоволн ионосферой. Первые эксперименты по радиозондированию ионосферы.		3/4		1/		2/4	конспект
<b>2</b>	<b>Радиофизические методы исследования верхней атмосферы.</b>	<b>8/5</b>	<b>20/24</b>		<b>8/</b>		<b>12/24</b>	
2.1	Распространение радиоволн в плазме. Основные свойства радиоволн. Общие требования для радиофизических установок по зондированию атмосферы.		4/4		2/		2/4	конспект
2.2	Ионозонд как основной инструмент мониторинга состояния ионосферы. Принцип работы ионозондов. Глобальная		4/4		2/		2/4	конспект

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоятельная работа		
	сеть и виды современных ионозондов.							
2.3	Особенности первичных данных ионозондов (ионограмм) и методы восстановления профилей электронной концентрации. Виды ионограмм, критическая частота. Вертикальное, наклонное и возвратно наклонное зондирование ионосферы. Внешнее спутниковое зондирование. Радиотрассы и радиосвязь.		3/4		1/		2/4	конспект
2.4	Радары некогерентного рассеяния. Общие принципы метода некогерентного рассеяния радиоволн. Теоретические предпосылки и история создания первых радаров НР.		3/4		1/		2/4	конспект
2.5	Мировая сеть радаров НР. Уникальные мировые установки НР. Иркутский радар НР и новый НР-МСТ радар.		3/4		1/		2/4	конспект
2.6	GPS-приемники как средство диагностики ионосферы. Глобальные карты полного электронного содержания		3/4		1/		2/4	конспект



№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоятельная работа		
	ПЭС.							
<b>3</b>	<b>Обработка данных радиозондирования</b>	<b>8/5</b>	<b>44/30</b>		<b>8/</b>	<b>16/</b>	<b>20/30</b>	
3.1	Получение и обработка реальных ионограмм иркутских ионозондов на базе ИСЗФ.		11/8		2/	4/	5/8	тест конспект отчет по практической работе
3.2	Получение и обработка данных Иркутского радара НР. Восстановление профилей электронной концентрации, ионных и электронных температур, скорости дрейфа плазмы.		11/8		2/	4/	5/8	тест конспект отчет по практической работе
3.3	Модели верхней атмосферы. Сравнение экспериментальных данных с данными глобальных справочных моделей.		11/8		2/	4/	5/8	тест конспект отчет по практической работе
3.4	Спутниковое зондирование верхних слоев атмосферы. Работа с данными спутникового зондирования на примере Aura/MLS.		11/6		2/	4/	5/6	тест конспект отчет по практической

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоя тельная работа		
								работе
	<b>Контроль самостоятельной работы студентов (КСР)</b>		<b>4/2</b>					
	<b>Консультации</b>		<b>4/4</b>					
	<b>Итого часов</b>		<b>108/ 108</b>		<b>24/4</b>	<b>24/4</b>	<b>52/94</b>	<b>зачет</b>

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (очное/заочное обучение)

Семестр /курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8/5	<p><b>Верхняя атмосфера. Особенности формирования и общая структура.</b> Принципы формирования различных слоев верхней атмосферы. Высотная стратификация. История исследований верхней атмосферы. Сложности проведения комплексных экспериментов. Стратосфера. Поглощение солнечной радиации в УФ спектре и образование озонового слоя. Особенности стратосферной циркуляции и ее влияние на тропосферные процессы. Озоносфера. Реакции фотохимического образования и разрушения озона. Проблема глобального потепления и озоновые аномалии. Мезосфера. Особенности циркуляции и температурный режим мезосферы. Мезосферные электрические явления. Термосфера. Установление гидростатического равновесия. Особенности химического состава верхней атмосферы и амбиполярная диффузия. Ионизация атмосферного газа и формирование ионосферы. Понятие низкотемпературной плазмы. Различие сортов ионов, реакции образования и рекомбинации. Глобальная структура ионосферы. Ионосфера как главный компонент космической погоды. Циркуляционные процессы. Взаимодействие с солнечным ветром и магнитосферой. Магнитное поле земли. Влияние солнечного ветра на ионосферу. Магнитные бури. История открытия ионосферы. Отражение и рассеяние радиоволн ионосферой. Первые эксперименты по радиозондированию ионосферы.</p>	составление письменного конспекта ответов	В течение семестра	20/40	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-4 ДЛ: 1-6 ДЛ1: 1-15

Семестр /курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8/5	<b>Радиофизические методы исследования верхней атмосферы.</b> Распространение радиоволн плазме. Основные свойства радиоволн. Общие требования для радиофизических установок по зондированию атмосферы. Инозонд как основной инструмент мониторинга состояния ионосферы. Принцип работы ионозондов. Глобальная сеть и виды современных ионозондов. Особенности первичных данных ионозондов (ионограмм) и методы восстановления профилей электронной концентрации. Виды ионограмм, критическая частота $f_0F_2$ . Вертикальное, наклонное и возвратно наклонное зондирование ионосферы. Внешнее спутниковое зондирование. Радиотрассы и радиосвязь. Радары некогерентного рассеяния. Общие принципы метода некогерентного рассеяния радиоволн. Теоретические предпосылки и история создания первых радаров НР. Мировая сеть радаров НР. Уникальные мировые установки НР. Иркутский радар НР и новый НР-МСТ радар. GPS-приемники как средство диагностики ионосферы. Глобальные карты полного электронного содержания ПЭС.	составление письменного конспекта ответов	В течение семестра	12/24	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-4 ДЛ: 1-6 ДЛ1: 1-15
8/5	Получение и обработка реальных ионограмм иркутских ионозондов на базе ИСЗФ. Получение и обработка данных Иркутского радара НР. Восстановление профилей электронной концентрации, ионных и электронных температур, скорости дрейфа плазмы. Модели верхней атмосферы. Сравнение экспериментальных данных с данными глобальных справочных моделей.	составление письменного конспекта ответов	В течение семестра	20/30		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>52/94</b>		

### 4.3 Содержание учебного материала

#### **I. Верхняя атмосфера. Особенности формирования и общая структура.**

1. Принципы формирования различных слоев верхней атмосферы. Высотная стратификация.
2. История исследований верхней атмосферы. Сложности проведения комплексных экспериментов.
3. Стратосфера. Поглощение солнечной радиации в УФ спектре и образование озонового слоя. Особенности стратосферной циркуляции и ее влияние на тропосферные процессы.
4. Озоносфера. Реакции фотохимического образования и разрушения озона. Проблема глобального потепления и озоновые аномалии.
5. Мезосфера. Особенности циркуляции и температурный режим мезосферы. Мезосферные электрические явления.
6. Термосфера. Установление гидростатического равновесия. Особенности химического состава верхней атмосферы и амбиполярная диффузия.
7. Ионизация атмосферного газа и формирование ионосферы. Понятие низкотемпературной плазмы. Различие сортов ионов, реакции образования и рекомбинации.
8. Глобальная структура ионосферы. Ионосфера как главный компонент космической погоды. Циркуляционные процессы. Взаимодействие с солнечным ветром и магнитосферой.
9. Магнитное поле земли. Влияние солнечного ветра на ионосферу. Магнитные бури.
10. История открытия ионосферы. Отражение и рассеяние радиоволн ионосферой. Первые эксперименты по радиозондированию ионосферы.

#### **II. Радиофизические методы исследования верхней атмосферы.**

1. Распространение радиоволн в плазме. Основные свойства радиоволн. Общие требования для радиофизических установок по зондированию атмосферы.
2. Ионозонд как основной инструмент мониторинга состояния ионосферы. Принцип работы ионозондов. Глобальная сеть и виды современных ионозондов.
3. Особенности первичных данных ионозондов (ионограмм) и методы восстановления профилей электронной концентрации. Виды ионограмм, критическая частота  $f_0F_2$ . Вертикальное, наклонное и возвратно наклонное зондирование ионосферы. Внешнее спутниковое зондирование. Радиотрассы и радиосвязь.
4. Радары некогерентного рассеяния. Общие принципы метода некогерентного рассеяния радиоволн. Теоретические предпосылки и история создания первых радаров НР.
5. Мировая сеть радаров НР. Уникальные мировые установки НР. Иркутский радар НР и новый НР-МСТ радар.
6. GPS-приемники как средство диагностики ионосферы. Глобальные карты полного электронного содержания ПЭС.

#### **III. Обработка данных радиозондирования**

1. Получение и обработка реальных ионограмм иркутских ионозондов на базе ИСЗФ.
2. Получение и обработка данных Иркутского радара НР. Восстановление профилей электронной концентрации, ионных и электронных температур, скорости дрейфа плазмы.
3. Модели верхней атмосферы. Сравнение экспериментальных данных с данными глобальных справочных моделей.

**4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ  
(очное/заочное обучение)**

Семестр/ курс	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции* (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
8/5	I (3)	В компьютерном классе – практическая работа на тему: Особенности циркуляции в стратосфере. Задание: Используя данные реанализа Era-5 получить карты распределения скоростей ветра для различных сезонов года на различных уровнях давления.	4/2		Письменный ответ	ПК-2 ИДК <sub>ПК2.1</sub>
8/5	I (4)	В компьютерном классе – практическая работа на тему: Особенности распределения озона в стратосфере. Задание: Используя данные реанализа Era-5 построить карты распределения озона для различных сезонов года на различных уровнях давления. Исследовать высотные профили озона на разных широтах.	4/2		Оценка письменного ответа	ПК-2 ИДК <sub>ПК2.1</sub>
8/5	III (1)	В компьютерном классе – практическая работа на тему: Получение и обработка ионограмм иркутских ионозондов на базе ИСЗФ Задание. По исходным данным ионозонда DPS-4 получить профиль электронной плотности. Изучить особенности ионограмм.	4/		Оценка письменного ответа	ПК-2 ИДК <sub>ПК2.1</sub>
8/5	III (2)	В компьютерном классе – практическая работа	4/		Оценка письменного	ПК-2 ИДК <sub>ПК2.1</sub>

		на тему Получение и обработка данных Иркутского радара НР. Задание. Используя исходные данные иркутского радара НР изучить методику восстановления ионосферных параметров			ответа	
8/5	<b>III (3)</b>	В компьютерном классе – практическая работа: Глобальные справочные модели ионосферы. Задание. Используя данные моделей IRI и NRLMSIS из сети интернет получить характерные параметры для ионосферы и нейтральной атмосферы для иркутского региона и сравнить их с данными радиофизических инструментов.	<b>4/</b>		Оценка письменного ответа	<b>ПК-2</b> <b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b>
8/5	<b>III (4)</b>	В компьютерном классе – практическая работа: Спутниковое зондирование верхних слоев атмосферы. Задание. На фактических данных спутников внешнего зондирования построить высотные зависимости ионосферных параметров для иркутского региона.	<b>4/</b>		Оценка письменного ответа	<b>ПК-2</b> <b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b>
Всего часов:			<b>24/4</b>			

**4.3.2. Перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) (очное/заочное обучение)**

Семестр/курс	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
8/5	Мезосфера. Особенности циркуляции и температурный	Подготовить письменный конспект (презентация, доклад)	<b>ПК-2</b>	<b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b>

	режим мезосферы. Мезосферные электрические явления. Термосфера. Установление гидростатического равновесия. Особенности химического состава верхней атмосферы и амбиполярная диффузия. Ионизация атмосферного газа и формирование ионосферы. Понятие низкотемпературной плазмы. Различие сортов ионов, реакции образования и рекомбинации.			
8/5	Мировая сеть радаров НР. Уникальные мировые установки НР. Иркутский радар НР и новый НР-МСТ радар.	Подготовить письменный конспект (презентация, доклад)	<b>ПК-2</b>	<b>ИДК ПК2.1</b>
8/5	Модели верхней атмосферы.	Подготовить письменный конспект (презентация, доклад)	<b>ПК-2</b>	<b>ИДК ПК2.1</b>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Методические указания по организации самостоятельной работы, с подробным описанием каждого задания, представленного в таблице 4.3.2, размещены в ЭИОС по соответствующей дисциплине «**Физика верхней атмосферы**».

**Устный опрос:** Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного теоретического материала данного курса. При подготовке следует внимательно изучить вопросы для подготовки, использовать лекционный материал, презентации преподавателя и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется ознакомиться с указанной в данной программе дополнительной литературой. Готовясь к устному опросу, студент должен, внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую литературу. При этом важно научиться выделять в рассматриваемой проблеме самое главное и сосредотачивать на нем основное внимание при подготовке. Ответ на каждый вопрос должен быть доказательным и аргументированным, студенту нужно уметь



отстаивать свою точку зрения. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

**Работа с литературой (подготовка письменных ответов):** студенту следует изучить список основной и дополнительной литературы, указанный в программе дисциплины. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода). При оформлении письменного ответа на вопрос необходимо продумывать каждое предложение, стремиться к емкости предложения. Пользуясь справочными изданиями, выяснить значения терминов, понятий.

**Доклад и презентация:** Самостоятельную работу над темой доклада следует начать с изучения литературы. В поисках литературы по заданной тематике необходимо обратиться к библиотечным каталогам, справочникам, тематическим аннотированным указателям литературы, периодическим изданиям (газетам и журналам), электронным каталогам, Интернету. Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет как в России, так и за рубежом. Осуществив отбор необходимой литературы, студенту необходимо составить рабочий план доклада. В соответствии с составленным планом производится распределение материала по разделам доклада. Необходимо отмечать основные, представляющие наибольший интерес положения изучаемого источника. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным. Изучая литературу, студент должен показать все многообразие точек зрения, а в случае выбора какой-либо одной из них аргументировано обосновать свою позицию. Продолжительность доклада не более 15-20 минут. Для получения положительной оценки наличие компьютерной презентации обязательно. Для подготовки компьютерной презентации используется специализированная программа PowerPoint, Canva. Презентация предполагает сочетание информации различных типов: графических изображений, анимации и видеофрагментов. Графическая информация рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде. Желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки. Все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле. *Презентация должна содержать минимум текста.*

**Эссе:** Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. Объем работы должен составлять не более 5 страниц.

**Реферат:** Выбор темы реферата определяется студентом самостоятельно в соответствии с перечнем тем, предлагаемых преподавателем. Структура реферата должна включать: введение, основную часть, заключение и список литературы. Введение должно включать в себя краткое обоснование актуальности темы реферата. В этой части необходимо также показать, почему данный вопрос может представлять научный интерес и какое может иметь практическое значение. Студент должен выделить цель и задачи, которые требуется решить для реализации цели. Основная часть реферата содержит материал, который отобран для рассмотрения проблемы. Необходимо обратить внимание на обоснованность распределения материала на параграфы, умение формулировать их название, соблюдение логики изложения. Основная часть реферата, кроме содержания, выбранного из разных научных источников, также должна включать в себя собственное мнение автора и самостоятельно сформулированные выводы, опирающиеся на приведенные факты. Заключение – часть реферата, в которой формулируются выводы по параграфам, обращается внимание на выполнение поставленных во введении задач и

цели. Заключение должно быть четким, кратким, вытекающим из основной части. Объем реферата – 15-20 страниц.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### ***а) основная литература:***

1. Модели и методы в проблеме взаимодействия атмосферы и гидросферы [Электронный ресурс] / В. П. Дымников. - Электрон. текстовые дан. - Москва: ТГУ (Национальный исследовательский Томский государственный университет), 2014. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94621-393-6+
2. Физика Земли: учебник / В. П. Гаврилов ; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - М.: Недра-Бизнесцентр, 2008. - 287 с. (28 экз.)+
2. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли = GPS-monitoring of the earth's upper atmosphere : научное издание / Э. Л. Афраймович, Н. П. Перевалова ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики. - Иркутск: Изд-во ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАН, 2006. - 479 с. (5 экз.)+
4. Статистические методы обработки и интерпретации геофизических данных: учеб. для студ. вузов, обуч. по физич. спец. / В.Н. Троян, Ю.В. Киселев; Фед. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундамент. науки на 1997-2000 годы", С.-Петербург. гос. ун-т. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000. - 577 с. (10 экз.)+

### ***б) литература библиотечного фонда ИСЗФ СО РАН***

1. Брасье Г., Соломон С. Аэрономия средней атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1987, 413с.
2. Крейг Р.А. Метеорология и физика верхней атмосферы // Л.: Гидрометеиздат. - 1970. 505с.
3. Акасофу С.-И., Чепмен С. Солнечно-Земная физика // М.: Мир.-1974. 384 с.
4. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы // М.: Наука.- 1988. 528с.
5. Иванов-Холодный Г.С., Никольский Г.М. Солнце и ионосфера // М.: Наука.-1969. 456 с.
6. Кринберг И.А., Тащилин А.В. Ионосфера и плазмосфера // М.: Наука.- 1984. 188 с.
7. Ратклифф Дж. А. Введение в физику ионосферы и магнитосферы // М.: Мир.-1975. 296 с.
8. Ришбет Г., Гарриот О.К. Введение в физику ионосферы // Л.: Гидрометеиздат. - 1975. 304с.
9. Кошелев В.В., Климов Н.Н., Сутырин Н.А. Аэрономия мезосферы и нижней термосферы // М.: Наука. -1983. 182с.
10. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. Л.: Гидрометеиздат, 1979, 407 с.
11. Моханакумар К. Взаимодействие стратосферы и тропосферы // М.: Физматлит. -2011. 452с.
12. Жеребцов Г.А., Перевалова Н.П., Шпынев Б.Г., Медведева И.В., Ратовский К.Г., Хабитуев Д.С., Ясюкевич А.С. Волновые процессы в атмосфере Земли и их влияние на ионосферу. // М.: ГЕОС. -2020. 198с.
13. Альперт Я.Л. Распространение электромагнитных волн и ионосфера // М.: Наука.-1972. 564с.
14. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы // М.: Наука.-1988. 493с.
15. Брюнелли Б.Е., Кочкин М.И., Пресняков И.Н., Терещенко Е.Д., Терещенко В.Д. Метод некогерентного рассеяния радиоволн // Л.: Наука.-1979. 188с.

### ***в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы***

1. База данных Web of Science (*webofknowledge.com*) (подписка ИГУ).

2. База данных Scopus (*scopus.com*) (подписка ИГУ).
3. Научная электронная библиотека *e-library.ru* (подписка ИГУ).
4. Справочно-правовая система ГАРАНТ (подписка ИГУ).

*Список ресурсов с данными:*

1. <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>. Глобальная модель реанализа Era-5 от Европейского центра прогнозирования погоды. Позволяет получить данные об основных параметрах атмосферы (температура, влажность, давление, скорость ветра, содержание основных компонент и др.) до высот ~55км. Временное разрешение 1ч, пространственное до 0.25град.
2. <http://ckp-angara.iszf.irk.ru/sci.html>. Центра коллективного пользования данных ЦКП Ангара ИСЗФ СО РАН. Позволяет получить доступ к данным ионозондов и Иркутского радара HP.
3. [https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2012\\_vitmo.php](https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2012_vitmo.php). Глобальная справочная полуэмпирическая модель ионосферы IRI-2012 от американского центра NASA. Позволяет получить данные об ионосфере для любой точки земного шара до высот 2000км.
4. <https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/nrlmsise00.php>. Глобальная справочная полуэмпирическая модель нейтральной атмосферы NRLMSISE-00. Позволяет получить данные об основных параметрах атмосферы для любой точки земного шара до высот 2000км.

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

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий

Компьютерные классы для выполнения практических и самостоятельных работ (ауд.324, 427).

### **6.2. Программное обеспечение:**

- Libreoffice (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://www.libreoffice.org/about-us/licenses/> (бессрочно).
- ОС «Альт Образование». Лицензия № ААО.0323.00 от 01.05.2023 (3 года).
- GIS QGIS (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <https://qgis.org/ru/site/> (бессрочно).
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition (обновляемое ПО) Лицензия № 1B08-211201-040133-810-136 от 12.01.2021 (2 года).
- 7zip (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <https://www.7-zip.org/license.txt> (бессрочно).
- Adobe Reader DC 2019.008.20071 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: [https://www.images2.adobe.com/www.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses/terms/pdf/PlatformClients\\_PC\\_WWEULA-en\\_US-20150407\\_1357.pdf](https://www.images2.adobe.com/www.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses/terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf) (бессрочно).
- Google Chrome (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: [https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula\\_text.html](https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula_text.html) (бессрочно).
- Mozilla Firefox (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/> (бессрочно).
- AST-Test plus 75. Лицензионный договор Л-129-21 от 01.05.2021 (3 года).
- «Антиплагиат.ВУЗ». Номер лицензии: №5789/347/22 от 30.12.2022 от 30.12.2022 (1 год)

- GIMP 2.8.18 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <https://www.gimp.org/about/COPYING> (бессрочно).
- Inkscape 0.92 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <https://inkscape.org/en/about/license/> (Программа распространяется на условиях GNU General Public License.) (бессрочно).
- Система автоматизации библиотек ИРБИС64 (ежегодно обновляемое ПО). Договор подряда 04-040-12 от 21.09.2012 Лицензия №670/1 от 16.12.2015 (бессрочно).
- 2GIS (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://law.2gis.ru/licensing-agreement/> (бессрочно).
- Mapinfo Professional 16. Лицензионный сертификат S/N MINWRS150001065 от 12.01.2017 (бессрочно).

### 6.3. Технические и электронные средства:

Преподавание дисциплины «Физика верхней атмосферы» ведется с применением следующих видов образовательных технологий.

В рамках лекционных занятий для обеспечения функций наглядности используется соответствующий тематике занятия иллюстрационный материал, переведенный в электронный формат и оформленный в виде презентаций. Для проведения практических работ используются архивы данных радиофизических инструментов ИСЗФ СО РАН, данные международных справочных моделей IRI и NRLMSIS, а также данные модели реанализа Era-5.

По каждой теме дисциплины подготовлены презентации, размещенные в открытом доступе в ЭИОС.

Семестр /курс	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы/технологии дистанционного, интерактивного обучения	Количество часов
7/5	I-III	Лекция	<a href="https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezntatsiya/">https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezntatsiya/</a> <a href="https://teams.microsoft.com">teams.microsoft.com</a>	24/4

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Физика верхней атмосферы» ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по проходимым темам.

**Проектная технология:** организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

**Проблемное обучение:** стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

**Контекстное обучение:** мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

**Обучение на основе опыта:** активизация познавательной деятельности студента проводится за счет ассоциации и собственного опыта.

**Обучение критическому мышлению:** построение занятия по определенному алгоритму – последовательно, в соответствии с тремя фазами: вызов, осмысление и рефлексия. Цель данной образовательной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только при изучении учебных предметов, но и в обычной жизни, и в профессиональной деятельности (умение принимать взвешенные решения, работать с информацией и др.).

**Станционное обучение:** организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.1 Оценочные материалы (ОМ):**

*Оценочные материалы для входного контроля – не предусмотрены.*

*Оценочные материалы текущего контроля*

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
I. Верхняя атмосфера. Особенности формирования и общая структура.	Знает структуру верхней атмосферы. Понимает принципы стратификации и взаимодействия различных областей верхней атмосферы.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	<b>ПК-2</b> <b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b>
II. Радиофизические методы исследования верхней атмосферы.	Понимает основные принципы работы установок дистанционного радиозондирования верхней атмосферы. Знает особенности их применения.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	<b>ПК-2</b> <b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b>
III. Обработка данных радиозондирования	Понимает принципы восстановления параметров верхней атмосферы из исходных данных радиозондирования.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	<b>ПК-2</b> <b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b>

### **Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы (текущий контроль, формирование компетенций):**

«5» (отлично) - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (хорошо) - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (удовлетворительно) - дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении

сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«2» (неудовлетворительно) - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

### **Критерии оценки эссе (формирование компетенций):**

**зачтено:** Смысл высказывания полностью раскрыт, а содержание ответа дает представление об его понимании, избранная тема раскрывается с опорой на соответствующие понятия, теоретические положения, приведены доказательства выдвинутой гипотезы, достигнуто смысловое единство текста, дополнительно привлечены материалы, заключение содержит аргументированные выводы.

**незачтено:** Смысл высказывания не раскрыт, содержание ответа не даёт представления об его понимании, аргументация на теоретическом уровне отсутствует (смысл ключевых понятий не объяснен; теоретические положения, выводы отсутствуют), не достигнуто смысловое единство текста, заключение не содержит выводов или выводы не логичны и не аргументированы.

### **Критерии оценки практических заданий (формирование компетенций):**

«5» (отлично): выполнены все задания практических работ, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;

«4» (хорошо): выполнены все задания практических работ, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания практических работ с замечаниями, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания практических работ, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

### **Критерии оценивания индивидуального отчета о выполнении практических работ (текущий контроль, формирование компетенций):**

«5» (отлично) - выполнены все задания практической работы; работа выполнена в срок, оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите отчета;

«4» (хорошо) – теоретическая часть и расчеты практической работы выполнены с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок, в оформлении, структуре и стиле проекта нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите отчета;

«3» (удовлетворительно) - выполненные задания практической работы имеют значительные замечания; работа выполнена с нарушением графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; ответы не на все вопросы при защите отчета;

«2» (неудовлетворительно) - задания в практической работе выполнены не полностью или неправильно; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и

обобщения; оформление работы не соответствует требованиям; нет ответов на вопросы при защите отчета.

### Примерный список вопросов к зачету

1. Высотная стратификация атмосферы. Критерии разделения областей.
2. Влияние озонового слоя на температурный режим стратосферы.
3. Поглощение солнечной радиации в различных областях спектра.
4. Полярный вихрь и его связь в ВСП.
5. Главные источники разрушения озона. Проблема глобального потепления.
6. Сложности исследования мезосферы.
7. Электрические мезосферные явления.
8. Гидростатическое равновесие. Гетеропауза.
9. Ионосфера и причины ее возникновения.
10. Ионосферные слои. Глобальная структура ионосферы.
11. Магнитосфера и солнечный ветер. Магнитные бури.
12. Электромагнитная волна. Взаимодействие с плазмой.
13. Ионозонд. Принцип действия и типы ионозондов.
14. Радар НР. Принцип действия и отличие от ионозонда.
15. GPS-приемники как средство диагностики ионосферы.
16. Модели верхней атмосферы.
17. Внешнее спутниковое зондирование.

### Критерии оценки зачета


Критерии оценки	Оценка
1. Раскрыто содержание материала билета: исчерпывающие и аргументированные ответы на вопросы в билете. 2. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, не требует дополнительных пояснений, точно используется терминология. 3. Демонстрируются глубокие знания. 4. Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы	отлично
1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие пробелы (неточности), не исказившие содержание ответа. 3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. 4. При ответе на дополнительные вопросы полные ответы даны только при помощи наводящих вопросов.	хорошо
1. Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса. 2. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов. 3. Демонстрируются поверхностные знания; имеются затруднения с выводами. 4. При ответе на дополнительные вопросы ответы даются только	удовлетворительно


при помощи наводящих вопросов.	
1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине, не раскрыто его основное содержание. 2. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов. 3. Демонстрирует незнание и непонимание существа экзаменационных вопросов. 4. Не даны ответы на дополнительные или наводящие вопросы.	неудовлетворительно

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена или зачета).

п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
	проверочный тест	<b>I-III</b>	<b>ПК-2</b> <b>ИДК<sub>ПК2.1</sub></b>

**Разработчики:**

  
(подпись)      доцент кафедры метеорологии и физики  
околоземного космического пространства      И.В. Латышева  
(занимаемая должность)      (инициалы, фамилия)

  
(подпись)      младший научный сотрудник  
института солнечно-земной физики СО РАН      Д.С. Хабитуев  
(занимаемая должность)      (инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 05.03.04 Гидрометеорология, направленность (профиль) «Информационные технологии в метеорологии»

Программа рассмотрена на заседании кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства

«15» мая 2023 г. Протокол № 6

Зав. кафедрой  И.В. Латышева

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