

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра физики и геофизики

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Филиала МГУ в г. Севастополе
О.А. Шпырко
« » 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Введение в физику атмосферы

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:
специалитет

Направление подготовки:
03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:
общий

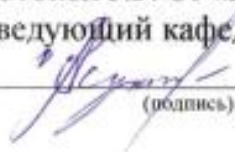
(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:
очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры физики и геофизики
протокол №4 от «21» июня 2023 г.

Заведующий кафедрой


(подпись)

(К.В. Показеев)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г. Севастополе
Протокол №6 от «28» июня 2023 г.


(подпись)

(Л.И. Теплова)

Севастополь, 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика» в редакции приказа МГУ №1780 от 29 декабря 2018 г.

Год (годы) приема на обучение: с 2020

курс – 4

семестры – 8

зачетных единиц – 2

академических часов – 34, в т.ч.

лекций – 34 часа

практических занятий – нет

Форма промежуточной аттестации:

зачет в 8 семестре

Курс «Введение в физику атмосферы», читаемый в 8 семестре представляет собой основу для профильного образования студента-физика в области геофизики. В нем вводятся основные принципы физики атмосферы и дается представление о методах решения современных научно-исследовательских задач в области метеорологии, в том числе путем численного моделирования.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Успешное освоение профильных физических дисциплин.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

- основные понятия и методы физики атмосферы в рамках тематики лекционного курса,
- основные свойства атмосферы Земли.

Уметь:

- решать уравнения, определяющие законы термодинамики и механики,
- отвечать на вопросы, связанные с переносом излучения в атмосфере.

Владеть:

- методами физики облаков и атмосферного погранслоя.

Иметь опыт:

- решения прикладных задач в области физики облаков.

4. Формат обучения – контактный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з. е., в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

6.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по	Номинальные трудозатраты обучающегося		Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы	Самостоятельная работа обучающегося, академические часы		

дисциплине (модулю)	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Свойства атмосферы Земли	Консультации, 3	Решение задач, 5	6	14	-
Термодинамика атмосферы	Консультации, 2	Решение задач, 5	6	13	-
Динамика атмосферы	Консультации, 2	Решение задач, 5	6	13	-
Перенос излучения в атмосфере	Консультации, 2	Решение задач, 4	6	12	Контрольная работа
Микрофизика облаков	Консультации, 3	Решение задач, 5	6	14	-
Другие виды самостоятельной работы (при наличии): например, курсовая работа, творческая работа (эссе)	-	-	-	-	-
	17	34	15	66	
Промежуточная аттестация (зачет)			6	6	
Итого				72	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
Лекции		
1.	Тема 1.	История исследований атмосферы. Актуальность этих исследований. Масса атмосферы Земли. Химический состав. Оптические свойства. Вертикальный профиль температуры. Определение тропосферы, стратосферы, ионосферы, термосферы. Среднезональная структура циркуляции атмосферы. Ячейка Гадлея. Пассаты. Западный перенос в средних широтах. Среднезональное распределение осадков.
2.	Тема 2.	Уравнение гидростатики. Уравнение адиабаты. Сухо-адиабатический градиент температуры. Влажность воздуха. Абсолютная, удельная и относительная влажность. Отношение смеси. Виртуальная температура воздуха. Нагревание воздуха при конденсации водяного пара. Удельная теплота

		<p>парообразования/конденсации. Влажно-адиабатический градиент температуры. Эквивалентная потенциальная температура. Температура смоченного термометра. Точка росы.</p> <p>Термодинамические диаграммы. Устойчивость сухого и влажного воздуха. Абсолютная, условная и конвективная неустойчивость.</p>
3.	Тема 3.	<p>Уравнения движения атмосферы. Уравнение переноса тепла. Гидростатическое приближение. Сила Кориолиса. Геострофический ветер. Градиентный ветер. Термический ветер. Синоптические циклоны средних широт. Механизмы возникновения, структура. Атмосферные фронты, связанные с циклонами. Тропические циклоны – структура, термодинамика и динамика. Общая циркуляция атмосферы. Атмосфера как тепловая машина.</p>
4.	Тема 4.	<p>Спектр электромагнитного излучения в атмосфере. Излучение черного тела. Функция распределения Планка. Законы Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Парниковый эффект. Рассеяние и поглощение излучения молекулами воздуха и частицами. Уравнение переноса излучения в атмосфере. Закон Бэра. Поглощение и испускание инфракрасного излучения в атмосфере. Вертикальные профили радиационного нагревания.</p>
5.	Тема 5.	<p>Ядра конденсации в атмосфере. Аэрозоли. Механизмы роста облачных капель – конденсация, поглощение, слияние. Образование и рост ледяных кристаллов в облаках. Различные формы твердых осадков – снег, град.</p>
6.	Тема 6.	<p>Турбулентность в атмосферном пограничном слое. Турбулентные потоки импульса, тепла и влаги. Уравнение переноса кинетической энергии турбулентности. Турбулентные замыкания. Теория подобия Монина-Обухова для поверхностного пограничного слоя. Баланс тепла на поверхности. Отражение солнечного излучения поверхностью, альбедо. Инфракрасное излучение поверхностью. Турбулентные потоки явного и скрытого тепла на поверхности.</p>

		Эмпирические формулы (балк формулы) для турбулентных потоков. Режимы устойчивости атмосферного пограничного слоя. Конвективный, нейтральный, устойчивый атмосферный пограничный слой. Вертикальные профили скорости ветра, температуры и влажности для разных режимов атмосферного пограничного слоя. Спираль Экмана. Суточный цикл структуры атмосферного пограничного слоя.
Семинары		
1.	Тема 1.	Масса атмосферы Земли. Химический состав. Оптические свойства. Вертикальный профиль температуры. Определение тропосферы, стратосферы, ионосферы, термосферы.
2.	Тема 2.	Уравнение гидростатики. Уравнение адиабаты. Сухо-адиабатический градиент температуры. Влажность воздуха. Абсолютная, удельная и относительная влажность. Отношение смеси.
3.	Тема 3.	Уравнения движения атмосферы. Уравнение переноса тепла. Гидростатическое приближение.
4.	Тема 4.	Сила Кориолиса.
5.	Тема 5.	Излучение черного тела. Функция распределения Планка. Законы Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа.
6.	Тема 6.	Образование и рост ледяных кристаллов в облаках. Различные формы твердых осадков – снег, град.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Система текущего контроля знаний включает проведение контрольных работ по темам. Система промежуточного контроля знаний включает зачет в конце восьмого семестра после прохождения курса. Зачет проводится в устной форме.

7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

- для зачета

Вопросы к зачету:

- История исследований атмосферы. Актуальность этих исследований.

- Масса атмосферы Земли. Химический состав. Оптические свойства. Вертикальный профиль температуры. Определение тропосферы, стратосферы, ионосферы, термосферы. Среднезональная структура циркуляции атмосферы. Ячейка Гадлея. Пассаты. Западный перенос в средних широтах. Среднезональное распределение осадков.

- Уравнение гидростатики. Уравнение адиабаты. Сухо-адиабатический градиент температуры. Влажность воздуха. Абсолютная, удельная и относительная влажность. Отношение смеси. Виртуальная температура воздуха. Нагревание воздуха при конденсации водяного пара. Удельная теплота парообразования/конденсации. Влажно-адиабатический градиент температуры. Эквивалентная потенциальная температура. Температура смоченного термометра. Точка росы.

- Термодинамические диаграммы. Устойчивость сухого и влажного воздуха. Абсолютная, условная и конвективная неустойчивость.

- Уравнения движения атмосферы. Уравнение переноса тепла. Гидростатическое приближение.

- Сила Кориолиса. Геоострофический ветер. Градиентный ветер. Термический ветер.

- Синоптические циклоны средних широт. Механизмы возникновения, структура. Атмосферные фронты, связанные с циклонами. Тропические циклоны – структура, термодинамика и динамика. Общая циркуляция атмосферы. Атмосфера как тепловая машина.

- Спектр электромагнитного излучения в атмосфере.

- Излучение черного тела. Функция распределения Планка. Законы Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа.

- Парниковый эффект. Рассеяние и поглощение излучения молекулами воздуха и частицами.

- Уравнение переноса излучения в атмосфере. Закон Бэра. Поглощение и испускание инфракрасного излучения в атмосфере. Вертикальные профили радиационного нагревания.

- Ядра конденсации в атмосфере. Аэрозоли. Механизмы роста облачных капель – конденсация, поглощение, слияние. Образование и рост ледяных кристаллов в облаках. Различные формы твердых осадков – снег, град.

- Турбулентность в атмосферном пограничном слое. Турбулентные потоки импульса, тепла и влаги. Уравнение переноса кинетической энергии турбулентности. Турбулентные замыкания. Теория подобия Монина-Обухова для поверхностного пограничного слоя. Баланс тепла на поверхности. Отражение солнечного излучения поверхностью, альбедо. Инфракрасное излучение поверхностью. Турбулентные потоки явного и скрытого тепла на поверхности. Эмпирические формулы (балк формулы) для турбулентных потоков. Режимы устойчивости атмосферного пограничного слоя. Конвективный, нейтральный, устойчивый атмосферный пограничный слой. Вертикальные профили скорости ветра, температуры и влажности для разных режимов атмосферного пограничного слоя. Спираль Экмана. Суточный цикл структуры атмосферного пограничного слоя.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
РО и соответствующие виды оценочных средств	Оценка			
	Не зачтено	Зачтено		
Знания (домашние задания)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (контрольные работы)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (зачет)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

– **Перечень основной и дополнительной литературы.**

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. – М.: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 2012. – 584 с.
2. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. – 4-е изд. – М.: Лань, 2008. – 480 с.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие / И.Е. Иродов. – 15-е изд. стер. – М.: Лань, 2018. – 420 с.

– **Описание материально-технического обеспечения.**

- Учебный кабинет №174, (33,21 м²)
- Учебных столов – 9 шт., стульев – 19 шт.,
- 3-х створчатая доска для мела – 1 шт.,
- Стол для преподавателя – 1 шт.
- Стационарный экран для проектора – 1 шт.
- Мультимедийный проектор – Персональный компьютер в комплекте Стол для преподавателя
Возможность подключения ноутбука и мультимедийного оборудования, беспроводной доступ в интернет
Список ПО на ноутбуках: Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016, Google Chrome, Mozilla Firefox, Adobe Reader DC, VLC Media Player

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.

10. Язык преподавания русский.

11. Преподаватель (преподаватели).

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Владислав Сергеевич Барабанов.

12. Автор (авторы) программы.

Старший преподаватель кафедры физики и геофизики Андрей Валерьевич Сулимов.