

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Физика пограничного слоя атмосферы М2.ДВ.3**

Направление подготовки: 021600.68 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Гоголь Ф.В.

**Рецензент(ы):**

Переведенцев Ю.П.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Переведенцев Ю. П.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 214013

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Гоголь Ф.В. , Felix.Gogol@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Физика пограничного слоя" являются:

- изучить особенности физических процессов, происходящих в пограничном слое атмосферы;
- приобрести практические навыки обработки и анализа информации пограничного слоя атмосферы.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 021600.68 Гидрометеорология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина реализуется как дисциплина по выбору в профессиональном цикле дисциплин (М2. ДВ3), изучается на 6 курсе, в семестре В.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	знанием современных компьютерных технологий и самостоятельно использовать их для решения задач профессиональной деятельности и в новых областях знаний
ПК-11 (профессиональные компетенции)	умеет составлять оперативные гидрометеорологические прогнозы различной заблаговременности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	глубоким пониманием и творческим использованием в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин ОПП магистратуры
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умением анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно- исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность
ПК-6 (профессиональные компетенции)	самостоятельным выполнением экспедиционных, лабораторных, вычислительных исследований в области гидрометеорологии при решении научно-исследовательских задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств
ПК-8 (профессиональные компетенции)	владеет основными методами проектирования, экспертноаналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов (в соответствии с ООП магистратуры)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные сведения о структуре и моделях пограничного слоя и физических процессах, происходящих в нем.

2. должен уметь:

- анализировать колебания метеорологических характеристик и метеорологических полей в пограничном слое.

3. должен владеть:

- практическими навыками обработки информации о состоянии пограничного слоя.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	3	1,2	4	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Пограничный слой атмосферы при стационарных условиях	3	3-5	0	0	8	устный опрос
3.	Тема 3. Суточные колебания метеорологических элементов в пограничном слое	3	6-8	0	0	6	устный опрос
4.	Тема 4. Изменения метеорологических полей, возникающие из-за неоднородности деятельной поверхности.	3	9-11	0	0	8	устный опрос
5.	Тема 5. Некоторые специальные вопросы	3	12-14	0	0	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			4	0	28	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение

###### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Введение. Определение пограничного слоя атмосферы. Пограничный слой и прикладные проблемы метеорологии. Уравнения гидротермодинамики для пограничного слоя. Анализ уравнений. Ознакомление слушателей с учебной программой дисциплины, видами учебной работы и формами отчетности, промежуточного и заключительного контроля успеваемости.

##### Тема 2. Пограничный слой атмосферы при стационарных условиях

###### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Пограничный слой атмосферы при стационарных условиях. Строение приземного и пограничного слоя атмосферы. Техника обработки градиентных наблюдений. Расчет турбулентных потоков.

##### Тема 3. Суточные колебания метеорологических элементов в пограничном слое

###### *лабораторная работа (6 часа(ов)):*

Суточные колебания метеорологических элементов в пограничном слое. Анализ суточных колебаний температуры воздуха. Анализ суточных колебаний влажности воздуха. Анализ суточных колебаний ветра.

##### Тема 4. Изменения метеорологических полей, возникающие из-за неоднородности деятельной поверхности.

###### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Изменения метеорологических полей, возникающие из-за неоднородности деятельной поверхности. Качественный анализ процесса трансформации. Расчет изменения полей температуры и влажности. Трансформация поля ветра.

##### Тема 5. Некоторые специальные вопросы

###### *лабораторная работа (6 часа(ов)):*

Некоторые специальные вопросы. Расчеты и оценка загрязнения нижних слоев атмосферы за счет труб предприятий.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение	3	1,2	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
2.	Тема 2. Пограничный слой атмосферы при стационарных условиях	3	3-5	подготовка к устному опросу	16	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Суточные колебания метеорологических элементов в пограничном слое	3	6-8	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
4.	Тема 4. Изменения метеорологических полей, возникающие из-за неоднородности деятельной поверхности.	3	9-11	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
5.	Тема 5. Некоторые специальные вопросы	3	12-14	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
	Итого				76	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- лекции (в сочетании с активными формами их проведения);
- выполнение лабораторных работ с использованием ПЭВМ.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Введение

устный опрос , примерные вопросы:

Изучение теоретических вопросов курса "Физика пограничного слоя" по учебной и научной литературе, Интернет ресурсам.

#### Тема 2. Пограничный слой атмосферы при стационарных условиях

устный опрос , примерные вопросы:

Внешние факторы, определяющие строение пограничного слоя атмосферы. Строение приземного слоя. Модель Обухова-Эллисона. Нелинейная модель приземного слоя. Степенные законы для приземного слоя. Техника обработки градиентных наблюдений. Влияние водяного пара. Вертикальная структура приземного слоя при тумане. Пограничный слой. Однопараметрическая модель. Замкнутая система уравнений для пограничного слоя. Режим турбулентного потока внутри растительного покрова. Облачность в пограничном слое. Пограничный слой над морем. Система уравнений для пограничных слоев атмосферы и моря. Расчет турбулентных потоков над морем. Ветровой дрейф льдов.

#### Тема 3. Суточные колебания метеорологических элементов в пограничном слое

устный опрос , примерные вопросы:

Простейшая модель суточных колебаний температуры (коэффициент турбулентности не зависит от высоты). Суточные колебания температуры над сушей. Суточные колебания температуры над водой. Суточные колебания температуры (коэффициент турбулентности меняется с высотой). Учет изменений турбулентного обмена во времени. Влияние лучистого притока тепла на суточный ход температуры. Ночное понижение температуры. Прогноз радиационных заморозков. Суточные колебания влажности. Радиационные туманы. Суточные колебания скорости ветра.

#### Тема 4. Изменения метеорологических полей, возникающие из-за неоднородности деятельной поверхности.

устный опрос , примерные вопросы:

Трансформация поля ветра под влиянием изменения шероховатости подстилающей поверхности. Загрязнение нижних слоев атмосферы дымом, поступающим из труб предприятий. Расчет концентраций выбросов. Влияние осадков на загрязнение нижних слоев атмосферы. Электрическое поле в приземном слое атмосферы.

### **Тема 5. Некоторые специальные вопросы**

устный опрос, примерные вопросы:

Выполнение лабораторных работ (вне учебного расписания), начатых на учебных занятиях, и подготовка отчетов об их выполнении.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

А. Контрольные вопросы

Анализ уравнений гидротермодинамики.

Теория подобия для пограничного слоя. Упрощение уравнений.

Некоторые сведения о временном и пространственном режиме метеорологических элементов в пограничном слое.

Внешние факторы, определяющие строение пограничного слоя атмосферы.

Строение приземного слоя. Модель Обухова-Эллисона. Нелинейная модель приземного слоя. Степенные законы для приземного слоя.

Техника обработки градиентных наблюдений.

Влияние водяного пара. Вертикальная структура приземного слоя при тумане.

Пограничный слой. Однопараметрическая модель.

Замкнутая система уравнений для пограничного слоя.

Режим турбулентного потока внутри растительного покрова.

Облачность в пограничном слое.

Пограничный слой над морем. Система уравнений для пограничных слоев атмосферы и моря.

Расчет турбулентных потоков над морем.

Ветровой дрейф льдов.

Простейшая модель суточных колебаний температуры (коэффициент турбулентности не зависит от высоты). Суточные колебания температуры над сушей. Суточные колебания температуры над водой.

Суточные колебания температуры (коэффициент турбулентности меняется с высотой).

Учет изменений турбулентного обмена во времени.

Влияние лучистого притока тепла на суточный ход температуры.

Ночное понижение температуры. Прогноз радиационных заморозков.

Суточные колебания влажности. Радиационные туманы.

Суточные колебания скорости ветра.

Теория взаимосвязанных суточных колебаний метеорологических элементов.

Качественный анализ процесса трансформирования.

Расчет изменения полей температуры и влажности.

Образование адвективных туманов.

Изменения микрометеорологического режима при орошении.

Влияние небольших водоемов на строение нижних слоев атмосферы.

Нестационарные процессы над неоднородной подстилающей поверхностью.

Местные ветры.

Изменение характеристик нижней облачности при движении воздушной массы над неоднородной подстилающей поверхностью.

Трансформация поля ветра под влиянием изменения шероховатости подстилающей поверхности.



Загрязнение нижних слоев атмосферы дымом, поступающим из труб предприятий. Расчет концентраций выбросов.

Влияние осадков на загрязнение нижних слоев атмосферы.

Электрическое поле в приземном слое атмосферы.

Б. Задания для самостоятельной работы студентов (СРС)

1. Изучение теоретических вопросов курса "Физика пограничного слоя" по учебной и научной литературе, Интернет ресурсам.

2. Выполнение лабораторных работ (вне учебного расписания), начатых на учебных занятиях, и подготовка отчетов об их выполнении.

Вопросы к зачету:

1. Анализ уравнений гидротермодинамики.

2. Теория подобия для пограничного слоя.

3. Некоторые сведения о временном и пространственном режиме метеорологических элементов в пограничном слое.

4. Внешние факторы, определяющие строение пограничного слоя атмосферы.

5. Модели строения приземного слоя.

6. Техника обработки градиентных наблюдений.

7. Вертикальная структура приземного слоя при тумане.

8. Пограничный слой. Однопараметрическая модель.

9. Облачность в пограничном слое.

10. Пограничный слой над морем. Расчет турбулентных потоков над морем.

11. Ветровой дрейф льдов.

12. Простейшая модель суточных колебаний температуры (коэффициент турбулентности не зависит от высоты). Суточные колебания температуры над сушей. Суточные колебания температуры над водой.

13. Суточные колебания температуры (коэффициент турбулентности меняется с высотой).

14. Влияние лучистого притока тепла на суточный ход температуры.

15. Ночное понижение температуры. Прогноз радиационных заморозков.

16. Суточные колебания влажности. Радиационные туманы.

17. Суточные колебания скорости ветра.

18. Теория взаимосвязанных суточных колебаний метеорологических элементов.

19. Качественный анализ процесса трансформирования.

20. Расчет изменения полей температуры и влажности.

21. Образование адвективных туманов.

22. Влияние небольших водоемов на строение нижних слоев атмосферы.

23. Нестационарные процессы над неоднородной подстилающей поверхностью.

24. Местные ветры.

25. Изменение характеристик нижней облачности при движении воздушной массы над неоднородной подстилающей поверхностью.

26. Трансформация поля ветра под влиянием изменения шероховатости подстилающей поверхности.

27. Загрязнение нижних слоев атмосферы дымом, поступающим из труб предприятий. Расчет концентраций выбросов.

### 7.1. Основная литература:

1. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. Л., Гидрометеоиздат, 1970. - 342 с.

2. Учение об атмосфере / Ю. Г. Хабутдинов, К. М. Шанталинский, А. А. Николаев. - Казань : Казанский гос. ун-т, 2010. - 244 с.



## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1961. - 253 с.
2. Матвеев Л. Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы, Л., 1965; СПб, Гидрометеоиздат, 2000. ? 751 с.
3. Метеорология и климатология. Учение об атмосфере / Ю.Г.Хабутдинов, К.М.Шанталинский. - Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2000. - 182 с
4. Семенченко Б.А. Физическая метеорология.- М., Аспект Пресс, 2002. - 415 с.

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

Официальный сайт Всемирной метеорологической организации -  
[http://www.wmo.int/pages/index\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/index_ru.html)

Сайт ВНИИГМИ-МЦД - <http://www.meteo.ru/>

Сайт Главной Геофизической Обсерватории (ГГО) - <http://voeikovmgo.ru/ru/>

Сайт Института физики атмосферы - <http://www.ifaran.ru/>

Энциклопедия "Ломоносов" - Физика атмосферы -  
<http://lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:01325:article>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Физика пограничного слоя атмосферы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

1. Библиотечный фонд НБ им. Н.И. Лобачевского при КФУ;
2. Архив результатов зондирования атмосферы АМСГ Казань;
3. Метеорологические данные ВНИИГМИ-МЦД;
4. Компьютерный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 021600.68 "Гидрометеорология" и магистерской программе Метеорология .

Автор(ы):

Гоголь Ф.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.