

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Утверждаю**

*Декан геолого-географического  
факультета*

\_\_\_\_\_ *Г.М. Татьянин*  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ *2011 г.*

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Направление подготовки **021600 Гидрометеорология**  
Магистерская программа **020600.68.05 Метеорология**

Квалификация выпускника  
**Магистр**

Форма обучения очная

**Томск 2011**

**ОДОБРЕНО** кафедрой метеорологии и климатологии

Протокол \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой, профессор \_\_\_\_\_ Г.О. Задде

**РЕКОМЕНДОВАНО** методической комиссией

геолого-географического факультета

Председатель комиссии, доцент \_\_\_\_\_ Н.И. Савина

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа по дисциплине «Физические основы воздействия на атмосферные процессы» составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 021600 Гидрометеорология квалификация «магистр» (приказ Минобрнауки России № 539 от 20.05.2010 г.).

**Общий объем дисциплины** 114 часов. Из них лекции – 16 ч., лабораторные занятия 10 ч, самостоятельная работа студентов – 88 ч.

**Зачет** в 11 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единицы.

**Автор:**

Кужевская Ирина Валерьевна - доцент кафедры метеорологии и климатологии.

**Рецензент:**

Кижнер Любовь Ильинична – кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Физические основы воздействия на атмосферные процессы» являются общетеоретическая подготовка к участию в мероприятиях по воздействиям на атмосферные процессы с целью предотвращения опасных явлений погоды или ослабления их разрушительной силы, создания благоприятных условий для выполнения сельскохозяйственных программ; подготовка к решению проблемы целенаправленного экологически безопасного управления атмосферными процессами, предотвращения опасных явлений погоды или ослабления их разрушительной силы и уменьшение связанного с ними ущерба для народного хозяйства.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина «Физические основы воздействия на атмосферные процессы» является компонентом базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки магистра по направлению подготовки 021600 Гидрометеорология. Для успешного освоения дисциплины студенты должны владеть знаниями, полученными после усвоения дисциплин «Физическая метеорология», «Водный режим атмосферы», «Гидрометеорологические основы охраны окружающей среды», «Аэрология (методов зондирования атмосферы)».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Физические основы воздействия на атмосферные процессы»:**

умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность (ПК-5);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- теорию гидродинамической устойчивости атмосферы;
- теорию фазовых переходов;
- теорию электрических процессов в облаках.

**уметь:**

- понимать основные физические закономерности развития атмосферных процессов и принципиально возможные пути управления ими;
- быть подготовленным к участию в операциях по воздействию на атмосферные процессы;
- предвычислять или оценивать возможные результаты воздействия при конкретных метеорологических условиях, ориентироваться в общих вопросах науки об управлении атмосферными процессами.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Физические основы воздействия на атмосферные процессы»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 114 часов.

##### 4.1 Структура преподавания дисциплины

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
		Неделя-семестра	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинары	Самостоятельная работа студента с преподавателем	Самостоятельная работа студента		
1	Вода в атмосфере	1 1	5 - 1 0	5		4		8	1 4	коллоквиум
2	Реагенты и способы их доставки в облака и туманы	1 1	1 - 1 4	4				6	1 0	индивидуальные задания промежуточный тест
3	Рассеяние и создание туманов	1 1	1 5	1		2		2	1 0	
4	Воздействие на градовые процессы	1 1	1 6	2		2		2	8	
5	Воздействие на облака	1 1	1 5	2		2		4	1 2	
6	Лесные пожары, их распространение, ущерб от лесных пожаров	1 1	1 7	2				2	1 0	индивидуальные задания

ВСЕГО			1 6		1 0		2 4	6 4	
-------	--	--	--------	--	--------	--	--------	--------	--

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Введение

Предмет и задачи курса. Проблемы взаимодействия природы и общества. Возможность и целесообразность воздействия на метеорологические процессы, управление процессом. Непреднамеренные и преднамеренные воздействия. Глобальные проблемы непреднамеренных воздействий (загрязнение атмосферы, кислотные дожди, состояние озоносферы, изменение климата). Классификация преднамеренных воздействий. Право и международное право. Метеорологическая война. Каналы воздействий. Краткий исторический очерк. Современное состояние проблемы.

### 1. Вода в атмосфере

Основы физики облаков и осадков. Фазовые переходы в атмосфере. Гомогенные и гетерогенные фазовые переходы. Конденсационный и коагуляционный рост частиц. Естественная кристаллизация облаков. Генерирование влаги в облаках.

### 2. Реагенты и способы их доставки в облака и туманы

Классификация реагентов. Хладореагенты, кристаллизующие гигроскопические, поверхностно-активные реагенты. Сыпучие порошки. Реагенты, поглощающие солнечную радиацию. Оценка активности реагентов. Механизмы взаимодействия реагентов с облаками и туманами. Классификация способов доставки (воздушные шары, наземные и самолетные генераторы, ракеты, артиллерийские снаряды). Преимущества и недостатки каждого из них.

### 3. Рассеяние и создание туманов

Общая характеристика туманов (повторяемость, происхождение, основные показатели). Классификация методов и механизмов воздействия. Тепловой способ. Применение хладореагентов и кристаллизующих реагентов при воздействии на холодные туманы. Рассеяние теплых туманов с помощью гигроскопических реактивов. Динамический, акустический, лазерный метод воздействия на туманы. Изменение поглощательных свойств туманов с целью их просветления. Преимущество и недостатки каждого метода. Практическая реализация методов рассеяния туманов. Создание туманов для защиты растений от заморозков. Смоги.

### 4. Воздействие на градовые процессы

Теория градообразования. Метод прогноза градоопасности облаков. Радиолокационные наблюдения за облаками в различных стадиях развития. Методы воздействия на градовые процессы. Состояние и перспективы работ по градозащите.

### 5. Воздействие на облака:

- с целью вызывания дополнительных осадков (Вызывание осадков из переохлажденных облаков слоистых форм. Методы воздействия на теплые облака. Увеличение осадков из конвективных облаков. Использование вертикальной неустойчивости атмосферы для создания и разрушения облаков. Стимулирование атмосферной конвекции. Метеотроны.);

- с целью защиты городов от снега;

- с целью тушения лесных пожаров (Прогноз пожароопасности. Оценка облачных ресурсов. Наблюдение за лесными пожарами: авиационный, космический способы).

## **6. Воздействие на верхние слои атмосферы**

Проблема озона в атмосфере, роль антропогенных факторов. Влияние летательных аппаратов (самолеты, ракеты) на состав верхней атмосферы. Ядерная угроза и последствия ядерной войны. Локальные конфликты и их влияние на атмосферу. Воздействие на электрические процессы в атмосфере.

## **5. Образовательные технологии**

Наряду с классическими технологиями обучения (лекции, семинары, лабораторные работы и самостоятельная подготовка студентов) преподаватели практических занятий и лекторы применяют другие методы, включающие:

- лекции с применением мультимедийных средств, облегчающих понимание темы или вопроса. Так, при чтении лекционного курса используются презентации, интерактивная доска и демонстрация анимационных роликов, иллюстрирующих, например, механизмы адсорбционных процессов на гигроскопическом реагенте;
- часть лекционного материала и материалов семинарских занятий доступны через сеть Интернет, режим доступа к которым сообщается лектором или преподавателями практики; подобное самостоятельное обучение развивает способности к поиску и отбору студентом требуемой информации в сети Интернет;
- режим собеседования с преподавателем, реализуемый через коллоквиумы, позволяет, кроме функции контроля, развить у обучаемых навыки профессиональной речи;
- самоконтроль, реализуемый посредством сетевого компьютерного тестирования, позволяет обучающимся самостоятельно оценивать собственный уровень знаний, наличие пробелов и вовремя их устранять, не дожидаясь контрольных процедур, осуществляемых по расписанию (контрольные работы и др.);
- преподаватели практики могут применять на семинарах и лабораторных занятиях (иногда и на лекциях) другие педагогические приемы - мозговой штурм, диспуты, компьютерное моделирование и т.п.

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

### **6.1. Темы лабораторных занятий**

Цикл лабораторных работ позволяет приобрести навыки расчета оценки физического эффекта активного воздействия на отдельные атмосферные процессы, а также оценки статистической значимости достигнутого результата.

1. Природа действия хладореагентов. Рассеяние переохлажденных облаков и туманов.
2. Природа действия гигроскопических реагентов. Рассеяние теплых туманов и облаков.
3. Струйная модель конвективной облачности.
4. Самостоятельная (индивидуальная) работа по расчету различных физических параметров при воздействии на облака и туманы.

*Примечание:* все работы выполняются на персональных компьютерах.

### **6.2. Перечень примерных вопросов для самостоятельной работы**

1. Естественные и искусственные турбулентные струи в атмосфере.
2. Основные свойства свободных турбулентных струй. Стимулирование атмосферной конвекции.
3. Численные модели облачной конвекции. Численные модели градовых облаков.
4. Радиолокационные наблюдения за облаками и осадками в различных стадиях их развития.
5. Оценка пригодности облаков для воздействия.
6. Физическая модель градового облака.
7. Регулирование облачного покрова на больших площадях с целью изменения теплового режима нижней тропосферы.
8. Безопасность активных воздействий. Классы опасности реагентов.
9. Механизмы генерации электричества облаков.
10. Наблюдения за электрическим состоянием облаков в разных стадиях их развития.
11. Создание туманов (цели и методы).
12. Разрушение туманов (цели и методы).
13. Воздействия на верхние слои атмосферы.
14. Воздействие на градовые процессы.

Кроме того, студент может самостоятельно сформулировать тему для самостоятельной работы и согласовывать её с преподавателем.

### **Формы представления самостоятельной работы**

*При выполнении заданий самостоятельной работы студентам предстоит:*

- самостоятельная формулировка темы задания (при необходимости);
- сбор и изучение информации;

- *анализ, систематизация и трансформация информации;*
- *отображение информации в необходимой форме;*
- *консультация у преподавателя;*
- *коррекция поиска информации и плана действий (при необходимости);*

*Написание конспекта первоисточника (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) либо опорного конспекта*

Работа выполняется письменно. Озвучиванию подлежат главные положения и выводы работы в виде краткого устного сообщения (3~4 мин) в рамках теоретических и практических занятий. Контроль может проводиться и в виде проверки конспектов преподавателем, в рамках семинарских занятий может быть проведен конкурс конспектов по принципу: какой из них более краткий по форме, емкий и универсальный по содержанию.

*Написание рецензии, аннотации (статьи, научные труды по теме)*

Рецензия (Аннотация) может быть представлена на практическом занятии или быть проверена преподавателем.

*Составление глоссария*

Подбор и систематизация терминов, непонятных слов и выражений, встречающихся при изучении темы. Оформляется письменно, включает название и значение терминов, слов и понятий в алфавитном порядке.

*Составление схем, иллюстраций (рисунков), графиков, диаграмм*

Рисунки носят чаще схематичный характер. В них выделяются и обозначаются общие элементы, их топографическое соотношение. Рисунком может быть отображение действия, что способствует наглядности и, соответственно, лучшему запоминанию алгоритма. Схемы и рисунки широко используются в заданиях на практических занятиях в разделе самостоятельной работы. Эти задания могут даваться всем студентам как обязательные для подготовки к практическим занятиям.

*Составление кроссвордов по теме и ответов к ним*

Составление кроссвордов рассматривается как вид внеаудиторной самостоятельной работы и требует от студентов не только тех же качеств, что необходимы при разгадывании кроссвордов, но и умения систематизировать информацию. Кроссворды могут быть различны по форме и объему слов.

*Создание материалов-презентаций*

Материалы-презентации готовятся студентом в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций. Регламент озвучивания — 7—10 мин.

Роль студента:

- изучить материалы темы, выделяя главное и второстепенное;
- установить логическую связь между элементами темы;

- представить характеристику элементов в краткой форме;
- выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы;
- оформить работу и предоставить к установленному сроку.

Критерии оценки:

- соответствие содержания теме;
- правильная структурированность информации;
- наличие логической связи изложенной информации;
- соответствие оформления требованиям;
- аккуратность и грамотность изложения;
- работа сдана в срок.

### **6.3. Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Предмет и задачи курса.
2. Возможность и целесообразность воздействия на метеорологические процессы. Непреднамеренные и преднамеренные воздействия.
3. Основные положения теории фазовых переходов.
4. Гомогенные и гетерогенные обратимые и необратимые фазовые переходы.
5. Конденсационный и коагуляционный рост частиц.
6. Генерирование влаги в облаках.
7. Классификация реагентов. Хладореагенты, кристаллизующие гигроскопические, поверхностно – активные реагенты. Сыпучие порошки.
8. Реагенты, поглощающие солнечную радиацию. Оценка активности реагентов.
9. Механизмы взаимодействия реагентов с облаками и туманами.
10. Классификация способов доставки (воздушные шары, наземные и самолетные генераторы, ракеты, артиллерийские снаряды). Преимущества и недостатки каждого из них.
11. Общая характеристика туманов (повторяемость, происхождение, основные показатели).
12. Классификация методов и механизмов воздействия на туманы.
13. Применение хладореагентов и кристаллизующих реагентов при воздействии на холодные туманы.
14. Рассеяние теплых туманов с помощью гигроскопических реактивов.
15. Динамический, акустический, лазерный метод воздействия на туманы.
16. Создание туманов для защиты растений от заморозков. Смоги
17. Теория градообразования.
18. Методы воздействия на градовые процессы.
19. Вызывание осадков из переохлажденных облаков слоистых форм.

20. Методы воздействия на теплые облака.
21. Увеличение осадков из конвективных облаков.
22. Рассеяние облаков с целью защиты городов от снега.
23. Лесные пожары, их распространение, ущерб от лесных пожаров.
24. Прогноз пожароопасности. Оценка облачных ресурсов.
25. Наблюдение за лесными пожарами (авиационный, космический).
26. Воздействие на процессы мезометеорологического и синоптического масштабов.
  27. Мониторинг, проблемы оценки антропогенного влияния, экология.
  28. Современное потепление климата.
  30. Воздействие на электрические процессы в атмосфере.
  31. Фазовые переходы воды в атмосфере.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Физические основы воздействия на атмосферные процессы»**

а) основная литература:

1. Бекряев В. И. Практикум по основам воздействия на атмосферные процессы. / В. И. Бекряев. - Л.: Гидрометеиздат, 1991.
2. Качурин Л. Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. / Л. Г. Качурин Л.: Гидрометеиздат, 1989.-455 с.

б) дополнительная литература:

1. Арцибашев Е. С. Тушение лесных пожаров искусственно вызываемыми осадками из облаков. Л.: Изд – во Лесная промышленность, 1973. – 84 с.
2. Методы оценки эффективности воздействия на градовые процессы. РД 52. 37. 67 – 98. Методические указания. Фед. Служба России по мониторингу окружающей среды. М.: Гидрометеиздат, 1999. - 20 с.
3. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ – 4, МРЛ – 5 и МРЛ – 6 в системе градозащиты // М. Г. Абшаев, И. И. Бурцев, Ваксенбург С. И., Шевел Г. Ф. Л.: Гидрометеиздат., 1980. - 231с.
4. Кирюхин Б.В., Красиков П.Н. Дождь и снег по воле человека. Л.: Гидрометеиздат, 1963. -164 с.
5. Амелин А.Г. Туманы служат человеку. М.: Изд – во “АН СССР”, 1961.– 108 с.
6. Синькевич А.А. Конвективные облака Северо-Запада России / А.А. Синькевич, - СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 108 с.
7. Половина И.П. Воздействия на внутримассовые облака слоистых форм. Л.: Гидрометеиздат, 1971. -203 с.
8. Доклады Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы (Нальчик, 23-25 октября 2001 г.) / под ред. Х.М. Калова, В.Н Стасенко. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 316 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

**Расчеты:** Пакет прикладных программ для решения задач по основам воздействия на атмосферные процессы / автор Слуцкий В. И.

**Сайты открытого доступа:**

Федеральная служба РФ по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)	<a href="http://www.meteorf.ru">www.meteorf.ru</a>
Агентство атмосферных технологий	<a href="http://www.attech.ru/mainr.htm">http://www.attech.ru/mainr.htm</a>
Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России (Центр «Антистихия»)	<a href="http://www.mchs.gov.ru">www.mchs.gov.ru</a>
Институт радарной метеорологии	<a href="http://www.iram.ru">www.iram.ru</a>
ОАО "Пеленг"	<a href="http://www.peleng.by">www.peleng.by</a>
Российский метеорологический консорциум	<a href="http://rnc.mecom.ru">rnc.mecom.ru</a>
Все о погоде	<a href="http://www.vseopogode.com">http://www.vseopogode.com</a>
All Weather Inc.	<a href="http://www.allweatherinc.com">www.allweatherinc.com</a>
Vaisala	<a href="http://www.vaisala.com">www.vaisala.com</a>
Weather Decision Technologies, Inc.	<a href="http://www.wdtinc.com">www.wdtinc.com</a>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Обучение по дисциплине «Физические основы воздействия на атмосферные процессы» осуществляется на базе:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором;
- дисплейный класс с 10 индивидуальными рабочими местами.