

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

*Декан геолого-географического
факультета*

Г. М. Татьянин

« _____ » _____ 2010 г.

ФИЗИКА ОБЛАКОВ И ОСАДКОВ

Рабочая программа

Направление подготовки **021600 Гидрометеорология**

Магистерская программа **021600.68.05 Метеорология**

021600.68.10 Экологическая климатология

Квалификация выпускника

Магистр

Форма обучения очная

ТОМСК 2011

ОДОБРЕНО кафедрой метеорологии и климатологии
Протокол № ____ от « ____ » _____ 2011 __ г.

Зав. кафедрой, профессор _____ Г.О. Задде

РЕКОМЕНДОВАНО методической комиссией геолого-географического факультета

Председатель комиссии, _____
« ____ » _____ 2011 __ г.

Рабочая программа по курсу магистерской подготовки «Физика облаков и осадков» составлена на основе требований Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 510900 «Гидрометеорология» по программе 510901 «Метеорология».

Общий объём курса составляет 108 часов, из них лекций – 18 часа, семинарских занятий -14, самостоятельная работа студентов – 76 часов. Зачет – в первом семестре. Общая трудоёмкость курса – 3 зач. ед.

Составитель:

Рыбакова Жанна Вениаминовна – кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии

Рецензент:

Блинкова Вера Георгиевна – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры общей физики

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель курса заключается в углублении понимания студентами-метеорологами процессов зарождения динамики облаков, их свойств, формирования в облаках осадков и условий их выпадения.

Задачи курса: овладеть знаниями о происхождении различных облаков в свете термодинамических процессов, протекающих в атмосфере; изучить вопросы микроструктуры различных облаков; изучить радиационные свойства различных облаков; изучить электрические и оптические явления, связанные с облаками; изучить физические свойства атмосферных осадков; изучить процессы укрупнения облачных частиц, формирования осадков и их выпадения из облаков различных форм.

Место курса

Курс входит в блок дисциплин специализаций и представляет собой логическое стройное завершение и развитие курса физической метеорологии, являющегося базовым для студентов-метеорологов, – термодинамики атмосферы, оптических и электрических явлений в облачной атмосфере, радиационных свойств облачной атмосферы.

Требования к уровню освоению курса предполагают знания всех процессов зарождения и развития облаков вплоть до их разрушения, всех характеристик различных облаков и связанных с ними осадков настолько, чтобы студенты могли решить обратную задачу – по наличию, стадии развития различных облаков, их параметрам, процессам, связанным с их развитием, судить о состоянии атмосферы в настоящее время и в отдельных случаях – определить состояние атмосферы на некоторое время вперёд.

Настоящая дисциплина может быть изучена только студентами, успешно овладевшими следующими предметами – физика, математика, физическая метеорология.

II. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Введение. История развития физики облаков и осадков. История выделения форм облаков и создания их классификаций.

1. Микрофизическое строение облаков. Переохлаждение как метастабильное состояние воды в атмосфере. Распределение капель воды в облаках по размерам. Форма кристаллов, её зависимость от различных факторов. Характерные формы кристаллов в облаках различных форм.

2. Формирование облаков. Конвективные и турбулентные движения, температурная стратификация, радиационное охлаждение как факторы формирования облаков. Способы достижения состояния насыщения.

3. Облака, порождённые различными процессами. Конвективные облака. Основные факторы образования. Зависимость водности, границ облака и его мощности от различных факторов. Расчёт уровня конденсации, определение его положения по аэрологической диаграмме. Турбулентный режим движения атмосферы. Влияние степени развития турбулентности на образование облаков и их динамику. Восходящие и нисходящие потоки в развитых конвективных облаках и околооблачном пространстве. Значения скорости и температуры в этих потоках, их зависимость от стадии развития облака. Сезонный и суточный ход значений нижней границы облаков и их мощности. Зависимость характеристик кучевообразных облаков от широты и характера подстилающей поверхности, в частности, от рельефа местности.

Вовлечение в облачную систему околооблачных объёмов воздуха. Влияние интенсивности этого процесса на динамику кучевообразного облака, зависимость интенсивности процесса от различных условий. Коэффициент вовлечения. Влияние вовлечения на профили температуры и влажности в облаке.

Фронтальные и внутримассовые кучевообразные облака, различия в их характеристиках.

Волновые движения в атмосфере. Причины развития волновых движений в атмосфере. Метеорологические условия, благоприятные для формирования и сохранения волнистообразных облаков. Синоптические ситуации, при которых возможно образование волнистообразных облаков. Волнистообразные облака как результат трансформации других облаков. Температурная стратификация, её влияние на формирование волнистообразных облаков. Изменение температурной стратификации под влиянием облаков.

Фронтальные слоистообразные облака и облачные системы. Процессы формирования фронтальных облаков. Внутримассовые слоистообразные облака. Влияние температурной стратификации на образование и сохранение слоистообразных облаков. Отличие в параметрах фронтальных и внутримассовых слоистообразных облаков.

4. Лучистая энергия и облака. Радиационные характеристики различных облаков, их влияние на потоки лучистой энергии от Солнца и подстилающей поверхности Земли.

5. Водность облаков и параметры их расположения в пространстве и времени. Распределение водности с высотой в различных облаках. Колебания повторяемости различных облаков и высоты их расположения в пространстве и времени. Горизонтальная протяжённость облаков. Влияние широты, времени года и суток, характера подстилающей поверхности на водность, мощность облаков и высоту их нижней границы.

6. Атмосферные осадки. Осадки, образующиеся на подстилающей поверхности её предметов; осадки, выпадающие из облаков различных форм. Классификации осадков. Процессы укрупнения облачных частиц и выпадение

осадков. Роль восходящих движений в формировании осадков. Формирование осадков в облаках различного микрофизического строения. Различия в формировании осадков в низких и высоких широтах. Движение осадков от облака к подстилающей поверхности в зависимости от полей температуры и влажности в безоблачном пространстве, от вертикальных движений воздуха, от скорости выпадения осадков, от высоты нижней границы облака и от состояния подстилающей поверхности. Расчёт скорости выпадения различных осадков. Условия достижения выпавшими из различных облаков осадками подстилающей поверхности.

7. Процессы трансформации облаков. Трансформация облаков различных форм, её причины. Термодинамические процессы, связанные с трансформацией облаков.

8. Сравнительная характеристика облаков. Разбор облаков всех форм (морфологическая классификация) по условиям формирования, микрофизическому строению, выпадению или отсутствию осадков. Распределение капель облаков и осадков по размерам в зависимости от формы облака. Виды твёрдых осадков, выпадающие из облаков различных форм. Формирование града.

9. Электрические явления в облачной атмосфере. Электрическое строение облаков различных форм. Электрические явления в атмосфере, связанные с облаками. Электричество осадков.

10. Оптические явления в облачной атмосфере. Оптические явления, связанные с облаками, – радуга, гало, венец, иризация, цвет облака. Видимость в облаках и в зоне дождя, её расчёт.

11. Стратосферные и мезосферные облака. Перламутровые и серебристые облака, высоты их расположения и условия формирования.

Темы самостоятельной работы студентов.

1. Зависимость формы кристаллов в облаках от различных факторов – температуры, влажности, скорости формирования.

2. Характер вертикальных движений, формирующих различные облака.

3. Коэффициент вовлечения, его расчёт.

4. Трансформация облаков различных форм, её причины; интенсивность этого процесса.

5. Средние и модальные радиусы в облаках различных форм.

6. Различия в параметрах фронтальных и внутримассовых кучевообразных облаков, фронтальных и внутримассовых слоистообразных облаков.

7. Синоптические ситуации, благоприятные для образования волнистообразных облаков. Термодинамические процессы, соответствующие волновым движениям в атмосфере и образованию облаков под их влиянием.

8. Разбор облаков всех форм по условиям формирования, преобладающему микрофизическому строению, параметрам расположения в пространстве, выпадению осадков и другим характеристикам.

9. Строение градового облака и формирование града.

10. Облака в стратосфере и мезосфере. Причины их формирования и высоты расположения. Районы, благоприятные для образования перламутровых и серебристых облаков.

Разработка тем самостоятельной работы студентов контролируется преподавателем в форме «круглых столов» - обсуждения, в которых участвуют студенты и преподаватели.

13. Примерный перечень вопросов к зачёту.

1. Микрофизическое строение капельных, смешанных и кристаллических облаков.

2. Форма кристаллов облачных частиц как показатель формирующих их процессов.

3. Зависимость интенсивности процессов вовлечения от параметров околооблачного пространства, от соотношения параметров в облаке и за его пределами.

4. Влияние турбулентного характера движения и степени развития турбулентности на формирование облаков. Коэффициент турбулентности в облаках различных форм.

5. Параметры воздушных потоков в развитых кучевообразных облаках в зависимости от направления движения потоков. Возможное расположение различных потоков в кучевообразных облаках на различных стадиях их развития.

6. Причины трансформации облаков различных форм. Привести примеры термодинамических процессов, связанных с трансформацией облаков.

7. Ячейки как устойчивый вид волнистообразных облаков. Причины образования конвективных ячеек. Конвективные ячейки как диагностический признак состояния атмосферы.

8. Рассмотреть предложенную преподавателем форму (вид, разновидность) облака по условиям образования, микрофизическому строению, формированию и выпадению из облака осадков, достижению ими подстилающей поверхности, по параметрам расположения облака в пространстве (высоты границ, мощности, горизонтальной протяжённости).

9. Рассмотреть предложенную преподавателем форму облака по электрическому строению.

10. Рассмотреть предложенную преподавателем форму облака по возможным атмосферным явлениям (электрическим, оптическим, акустическим), связанным с развитием этого облака.

11. Рассмотреть возможные направления процесса трансформации, предложенной преподавателем формы (вида, разновидности) облака, указав условия, благоприятные для этого процесса.

12. Сравнить между собой ливневое и градовое облака по условиям формирования, строению и различным параметрам.

13. Перламутровые и серебристые облака в высоких слоях атмосферы. Причины и условия их образования. Высот их расположения и районы наибольшей повторяемости.

II. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ КУРСА ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ

№ п/ п	Наименование раздела	Всего часов	А у д и т о р н ы е з а н я т и я (ч а с .)	С а м о с т о я т е л ь н а я р а б о т а
	Введение		1	
1	Микрофизическое строение облаков		2	4
2	Формирование облаков		3	4
3	Кучевообразные облака		3	5

4	Волнистообразные облака		2	5
5	Слоистообразные облака		3	5
6	Лучистая энергия и облака		2	4
7	Водность и параметры расположения облаков в пространстве и времени		1	4
8	Атмосферные осадки		2	4
9	Трансформация облаков		4	9
10	Разбор облаков всех форм и их сравнительная характеристика		6	12
11	Электрические явления в облачной атмосфере		2	3
12	Оптические явления в облачной атмосфере		2	3
13	Стратосферные и мезосферные облака		1	4
	Итого	100	34	66

IV. ФОРМЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

Экзамен в девятом семестре.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

Основная литература

1. Боровиков А.М., Гайворонский И.И., Зак Е.Г., Костарев В.В., Мазин И.П., Минервин В.Е., Хргиан А.Х., Шмелер С.М. Физика облаков / Под ред. А.Х. Хргиана. Л.: Гидрометеиздат, 1961.- 459 с.
2. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеиздат, 2000.-778 с.
3. Мейсон Б.Дж. Физика облаков / Под ред. В.Г.Морачевского, Е.С. Селезнёвой. Л.: Гидрометеиздат, 1961.-542 с.
4. Роджерс Р.Р. Краткий курс физики облаков / Под ред. И.П.Мазиной, Л.: Гидрометеиздат, 1979.- 231 с.
5. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. М.: Изд-во МГУ, 1986.- 328 с.

Дополнительная литература

1. Абрамович К.Г., Хргиан А.Х. Исследование условий возникновения слоистообразной облачности нижнего яруса // Труды ЦАО, 1960. вып. 28. С. 3 – 48 .
2. Вейкман Х.К., Левин Л.Н., Мазин И.П. Вопросы физики облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1978.-287 с.
3. Вейкман Х.К. Типы роста атмосферных ледяных кристаллов // Вопросы физики атмосферы, 1978. с. 97 – 101.

4. Дубровина Л.С. Облака и осадки по данным самолётного зондирования. Л.: Гидрометеиздат, 1982.- 216 с.
5. Косарев А.Л., Мазин И.П., Невзоров А.Н., Потёмкин В.Г., Шугаев В.Ф. Некоторые микрофизические характеристики облаков разных географических районов // Вопросы физики облаков 1979. с. 113 – 131.
6. Косарев А.Л., Мазин И.П., Невзоров А.Н., Потёмкин В.Г., Шугаев В.Ф. Сравнение некоторых микрофизических характеристик облаков разных географических районов // Вопросы физики облаков 1978. с. 113 – 134.
7. Мазин И.П. О стратификации температуры и влажности в облаках // Труды ЦАО, 1966, вып. 71. с. 3 – 15
8. Мазин И.П., Невзоров А.Н. О микроструктуре кристаллических облаков. 1987. с. 37 – 49
9. Рыбакова Ж.В. Облака. Учебное пособие. Томск.: Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2008.-243 с.
10. Фейгельсон Е.М. Радиационные процессы в слоистообразных облаках. М.: «Наука», 1964.-200 с.
11. Шметер С.М. Структура полей метеорологических элементов в зоне кучево-дождевых облаков // Труды ЦАО, 1969.вып. 28.-119 с.
12. Шметер С.М. Термодинамика и физика конвективных облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1987.-288 с.

Литература для любознательных студентов

1. Абрамович К.Г. Условия образования низких облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1073.-122 с.
2. Акимов Н.М. Исследование ледяных кристаллов и частиц искусственных осадков при засеве зимних облаков // Вопросы физики облаков, 1978.- с. 26 – 41.
3. Бибилашвили Н.Ш., Евстратов В.В., Ковальчук А.Н. Некоторые аспекты взаимодействия кучево-дождевого облака с окружающей средой // Труды ВГИ, 1985. вып. 61.с. 93 – 97.
4. Боровиков А.М., Мазин И.П. Микрофизические характеристики облаков / В кн.: Авиационно-климатический атлас-справочник СССР / Под ред. Л.С.Дубровиной. М.: Гидрометеиздат, 1975. вып. 3, т. 1, гл. 2.с. 127 – 148.
5. Воронцов П.А. Строение облаков и условия обледенения самолётов // Труды ГГО, 1951.вып. 013.с. 72 – 77.
6. Вульфсон Н.И. Компенсационные нисходящие течения, обусловленные развивающимися кучевыми облаками // Изв. АН СССР, 1957.№ 1. с. 94 – 103.

7. Вульфсон Н.И., Лактионов А.Г., Скатский В.И. Структура кучевых облаков на различной стадии развития // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1973. т. 9, № 5.с. 500 – 510.
8. Заболоцкая Т.Н., Крочак С.А., Рудько Ю.С. Температурный режим в облаках и околооблачном пространстве // Труды УкрРНИИ, 1988. вып. 229. с. 86 – 95.
9. Косарев А.Л., Мазин И.П., Невзоров А.Н., Шугаев В.Ф. Микроструктура перистых облаков // Вопросы физики облаков, 1989. с. 160 – 186.
10. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака, строение и физика образования. Л.: Гидрометеиздат, 1983.-279 с.
11. Матвеев Л.Т. О причинах образования облаков // Метеорология и гидрология, 1978.-№ 8.с. 25 – 31.
12. Матвеев Л.Т. Динамика облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1981.-312 с.
13. Машуков Х.М., Шугунов Л.Ж., Зашакуев Т.З., Зекореев Р.Х., Камбиев М.М., Машуков Х.Х. Некоторые результаты исследования структуры электрических зарядов в грозовых облаках // Труды ВГИ, 1985.вып. 61.с. 13 – 16.
14. Минервин В.Е. Водность кристаллических облаков // Труды ЦАО, вып. 64. с. 3 – 10.
15. Минервин В.Е. Турбулентность в нижнем слое атмосферы и в облаках нижнего яруса // Труды ЦАО, 1966.вып. 71.с. 76 – 91.
16. Хргиан А.Х. О строении высоко-кучевых облаков // Труды ЦАО, 1974. вып. 106.с. 33 – 51.
17. Шметер С.М. Физика конвективных облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1972.-203 с.