

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

*Декан геолого-географического
факультета*

_____ Г.М. Татьянин
“ ____ ” _____ 20__ г.

**КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В
МЕТЕОРОЛОГИИ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Направление подготовки **021600 Гидрометеорология**

Профиль Метеорология

Квалификация выпускника

Бакалавр

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 курсу «Космические методы исследований в метеорологии» составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 021600 Гидрометеорология квалификация «бакалавр» (приказ Минобрнауки России № 539 от 20.05.2010 г.).

Общий объем дисциплины 144 часов. Из них лекции – 36 ч., практические занятия - 28 ч, самостоятельная работа студентов – 80 ч.
Экзамен в 7 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины 4 зачетных единицы.

Составитель:

Кужевская Ирина Валерьевна – кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Космические методы исследования в метеорологии» является ознакомление студентов с общими представлениями и состоянием дистанционного способа получения информации на современном уровне; теоретическое освоение и овладение некоторыми практическими методами интерпретации данных метеоспутников для использования в службе диагноза и прогноза погоды.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Космические методы исследования в метеорологии» является компонентом профильной части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавра по направлению подготовки 021600 Гидрометеорология. Для успешного освоения дисциплины студенты должны владеть знаниями, полученными после усвоения дисциплин «Синоптическая метеорология», «Физическая метеорология», «Физика», «Астрономия».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Космические методы исследования в метеорологии»:

владеет базовыми знаниями в области информатики и современных геоинформационных технологий: навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернет (ОК-3);

владеет теоретическими основами физической и динамической метеорологии, синоптической и авиационной метеорологии, климатологии, численных методов анализа и прогнозирования погоды, аэрологических и космических методов исследований в метеорологии (ПК-14).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

современную группировку спутников;
современные методы обработки и использования спутниковой информации в Службе погоды.

уметь:

составлять диаграмму слежения за спутником;
рассчитывать зону радиовидимости;
определять основные формы облачности на снимках;
определять стадии развития циклонов и антициклонов по данным снимка;
определять направление движения основных облачных систем синоптического масштаба на снимках.

владеть:

навыками составления нефологического анализа;
навыками использования снимков для уточнения локального прогноза погоды.

4. Структура и содержание дисциплины «Космические методы исследования в метеорологии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

4.1 Структура преподавания дисциплины

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинары	Самостоятельная работа студента с преподавателем	Самостоятельная работа студента	
1	Введение. Основы теории движения	7	1-2	6		8		6	2	Индивидуальные задания коллоквиум
2	Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса	7	3	4		4		4	2	
3	Метеорологические спутники Земли	7	4	2				4	2	
4	Основные виды метеорологической информации, получаемой с МСЗ	7	5-6	4		4		6	4	
5	Использование данных наблюдений с МСЗ в синоптическом анализе и прогнозе:	7	7-16	4				4	6	Индивидуальные задания Тестовые задания
6	Облачность атмосферных фронтов	7		6		4		6	4	
7	Оценка эволюции облачного поля	7		4		4		6	4	
8	Облачные системы тропической зоны.	7		4		4		6	4	

9	Применение данных об облачности при оценке некоторых метеорологических параметров	7	17	2				6	4	
	ИТОГО:			36	0	28	0	48	32	

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение. Предмет и задачи космических методов исследования и их место среди метеорологических дисциплин. Социально-экономическая роль космических исследований для научно-технического прогресса. Основные этапы развития спутниковых метеорологических исследований. Международное сотрудничество в области освоения космического пространства. Организация международных центров для систематической обработки и анализа информации, поступающей с МСЗ.

Основы теории движения искусственного спутника Земли. Невозмущенное движение. Астрономические координаты. Вспомогательная небесная сфера, основные точки, линии и круги на ней. Закон всемирного тяготения. Траектория полета ИСЗ. Плоскость орбиты спутника. Элементы орбиты ИСЗ. Уравнение движения ИСЗ в плоскости орбиты. Скорость движения спутника по орбите. Период обращения спутника. Возмущенное движение ИСЗ. Понятие о возмущенной силе. Уравнения движения спутника с учетом возмущающих сил. Возмущения, вызываемые несферичностью Земли и сопротивлением атмосферы. Орбита и тепловой режим спутника. Возмущающее влияние планет, Солнца и светового давления. Время существования спутника. Типы орбит ИСЗ. Определение географических координат ИСЗ.

Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса. Физические основы получения метеорологической информации из космоса. Общая характеристика методов дистанционного зондирования. Основные понятия теории излучения. Модели атмосферы. Типы подстилающих поверхностей. Радиационные процессы в атмосфере и на поверхности Земли. Основы методов дистанционного зондирования. Дистанционные измерения метеорологических величин. Определение температуры поверхности моря и верхней границы облачности. Определение вертикальных профилей температуры и влажности атмосферы. Определение содержания водяного пара и жидкой воды в атмосфере. Определение ветра по снимкам облачности с геостационарных ИСЗ. Использование дистанционного температурного зондирования атмосферы в численном анализе метеорологических полей.

Метеорологические спутники Земли. Научная и служебная аппаратура метеорологических спутников Земли. Научная аппаратура, работающая в видимом диапазоне электромагнитных волн, инфракрасная аппаратура, микроволновая (СВЧ) аппаратура. Перспективы развития спутниковых

измерений. Система управления движением. Радиотелеметрическая система. Сбор и регистрация спутниковой информации. Глобальная система метеорологических наблюдений. Российские метеорологические спутники. Метеорологическая космическая система (МКС) "Метеор". Геоостанционный метеорологический спутник. Спутники для изучения природных ресурсов "Метеор-Природа", и "Метеор-ресурс", океанографические спутники. Метеорологические спутники зарубежных стран. Научно-исследовательский спутник серии "Нимбус", спутник для исследования природных ресурсов "Лэндсат". Спутник для океанографических исследований «Сисат». Геоостанционный спутник ГОЭС, «Метеосат».

Основные виды метеорологической информации, получаемой с МСЗ.

Общая характеристика спутниковой метеорологической информации. Основные требования к метеорологической информации, получаемой с МСЗ. Космические снимки, получаемые в видимом, инфракрасном и микроволновом участках спектра. Радиационные, спектрометрические и микроволновые данные. Понятие о цифровом и аналоговом методах передачи информации с ИСЗ. Автоматизация обработки спутниковой информации. Временная и географическая привязка космических изображений. Математические основы географической привязки. Географическая привязка космических снимков, полученных в режиме непосредственной передачи информации. Планшет и диаграмма слежения. Расчет целеуказаний. Ошибки географической привязки снимков. Метеорологическое дешифрирование космических снимков облачности. Особенности получения изображений в различных участках спектра. Основы методики дешифрирования космических снимков. Основные дешифровочные признаки. Текстура, мезо- и макроструктура изображения. Дешифрирование снимков облачности. Основные типы и количество облачности. Распознавание на космических снимках облачности над снегом и льдом. Солнечный блик, литометеоры и гидрометеоры на космических снимках. Особенности совместного дешифрирования космических снимков, одновременно полученных в видимом и инфракрасном участках спектра. Дешифрирование снимков, полученных в микроволновом участке спектра. Дешифрирование объектов подстилающей поверхности, береговой линии, льдов. Фотокарты и карты нефанализа. Перспективы автоматизации дешифрирования изображений.

Использование данных наблюдений с МСЗ в синоптическом анализе и прогнозе. Использование космических снимков облачного покрова в анализе синоптического положения. Внутримассовая облачность. Облачные системы теплых и холодных воздушных масс. Облачность атмосферных фронтов. Облачность вторичных фронтов, предфронтальных и зафронтальных линий шквалов. Влияние орографии на фронтальные облачные системы. Облачность циклонических образований, фронтальных циклонов, орографических циклонов, местных циклонов, высотных барических ложбин. Облачность антициклонов и барических гребней, струйных течений. Использование космических снимков облачного покрова в прогнозе синоптического положения. Оценка эволюции

облачного поля. Признаки формирования и эволюции облачной полосы атмосферного фронта; возникновения циклонов. Основные признаки эволюции циклонического образования. Признаки и оценка скорости перемещения циклонов. Оценка перестройки атмосферных процессов. Карты прогноза эволюции облачных образований. Особенности использования данных об облачности при синоптическом анализе в тропической зоне. Классификация облачных систем тропической зоны. Облачные системы внутритропической зоны конвергенции (ВЗК), пассатных (восточных) волн, тропических циклонов, муссонного происхождения. Анализ мезо-масштабных и локальных атмосферных процессов. Конвективные облачные системы на космических снимках. Конвективные ячейки и их связь с движением воздуха в атмосфере. Конвективные гряды облачности. Оценка скорости и направления ветра в тропосфере. Массивы и гряды кучево-дождевых облаков. Конвективные облачные вихри. Орографические облачные системы. Облачные системы, связанные с фёновыми эффектами. Влияние островов, горных хребтов и изолированных препятствий на формирование облачности. Облачные системы, связанные с неоднородностью температуры и шероховатостью подстилающей поверхности. Облачные системы вблизи береговой линии, связанные с эффектами трения. Влияние температурной неоднородности подстилающей поверхности на распределение облачности. Облачные системы, связанные с местными циркуляциями. Применение данных об облачности при оценке некоторых метеорологических параметров. Определение поля скорости ветра по распределению температуры, влажности и облачности. Перспективы использования спутниковой информации в службе погоды, в том числе использование спутниковой информации для анализа и прогноза осадков.

5. Образовательные технологии

Наряду с классическими технологиями обучения (лекции, семинары, практические 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;
- 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.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной успеваемости, по итогам освоения дисциплины.

6.1. Примерная тематика самостоятельных работ

1. Нефанализ: изучение текстуры подстилающей поверхности и облаков, а также мезоструктуры облачных скоплений.

2. Работа со спектрометрической информацией ИСЗ: статистическая обработка данных, использование пороговых яркостей для разделения облачных и безолачных полей.

3. Восстановление температуры поверхности океана и верхней границы облаков для тропической зоны по измерениям ИСЗ в окнах прозрачности атмосферы.

4. Спутниковый мониторинг пожаров и паводков.

5. Наблюдение за айсбергами со спутников.

6. Нефтяные пятна.

7. Мониторинг земель (лесов) со спутников (кадастры).

Кроме того, выбор темы для самостоятельного изучения приветствуется, он может быть основан на тематике бакалаврской квалификационной работы.

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 реферативной работы

Реферативные материалы должны представлять письменную модель первичного документа — научной работы, монографии, статьи. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенную тему на семинарах, конференциях. Регламент озвучивания реферата — 7—10 мин.

Создание материалов-презентаций

Материалы-презентации готовятся магистрантом 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. во время лекционных либо семинарских занятий.

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.

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.

6.2. Примерная тематика лабораторных работ

Лабораторные занятия призваны закрепить знания студентов по отдельным разделам курса «Космические методы исследования в метеорологии», привить им первые навыки самостоятельной работы со спутниковой информацией.

1. Распознавание приземных объектов на снимках МСЗ.
 2. Географическая привязка снимков.
 3. Составление целеуказаний для наблюдения за МСЗ в зоне радиовидимости наземной наблюдательной станции.
 4. Нефанализ. Построение карт.
 5. Распознавание облаков на снимках ТВ и ИК диапазона, анализ облачности.
 6. Связь облаков с синоптическими объектами.
 7. Определение характеристики (стадии развития) внетропических циклонов.
- Опознавание атмосферных фронтов.
8. Определение направления ветра и скорости струйных течений.
 9. Анализ в тропической зоне. Тропические циклоны.

6.3. Фонд контрольных заданий

Примерный перечень вопросов к экзамену и зачету

1. Возмущающие факторы, их влияние на полет ИСЗ, орбитальные и телеметрические данные, виды орбит.
2. Основные понятия движения ИСЗ, параметры орбиты.

3. Основные виды метеорологических ИСЗ России, США, Европы и других стран.

4. Задачи ИСЗ в общей программе исследования глобальных атмосферных процессов.

5. Телевизионная информация, особенности ее получения и первичная обработка, разрешение, полоса обзора.

6. Основные принципы получения и характеристики инфракрасных изображений.

7. Принципы дешифрирования облачного покрова, текстура и мезоструктура, формы и количество облаков.

8. Карты нефанализа, техника составления, различия в оценках количества и типов облаков по спутниковым и наземным данным.

9. Дешифрирование поверхности, связь яркости изображения с альбедо ландшафта, виды текстуры поверхности, их распознавания по снимкам в различных диапазонах спектра излучения.

10. Облачные системы мезомасштаба: ячейковая, полосная, вихревая, их связь с атмосферными процессами.

11. Облачные системы макромасштаба во внетропических широтах.

12. Облачные системы тропической зоны.

13. Прогностические признаки эволюции облачных систем атмосферных фронтов, вихрей на изображениях.

14. Влияние островов и рельефа на мезомасштабные облачные структуры.

15. Восстановление температуры поверхности по данным ИСЗ, прямой и косвенные методы.

16. Восстановление вертикального распределения температуры в атмосфере, затрудняющие факторы, способы обработки, точность.

17. Дистанционное зондирование в радиодиапазоне, уравнение СВЧ излучения, пассивная и активная радиолокация.

18. Получение сведений о метеопараметрах по измерениям ИСЗ в СВЧ (микроволновом) диапазоне.

19. Климатология облачного покрова Земли на основе спутниковой информации, влияние площади осреднения на точность получения информации.

20. Климатология радиационного баланса Земли, особенности актинометрической информации и её обработки на спутниках системы «Ресурс».

6.4. Образцы тестовых билетов для промежуточной оценки остаточных знаний

Тон изображения открытой водной поверхности

Выберите один правильный ответ из числа предложенных вариантов.

1. однородный
2. светлее суши
3. всегда с бликами
4. зависит от широты места

Высота геостационарного спутника.

Выберите один правильный ответ из числа предложенных вариантов.

1. 600 км
2. 36 000 км
3. 1500 км
4. более 100 км

Максимальная скорость перемещения облачной зоны наблюдается в стадии развития

Выберите один правильный ответ из числа предложенных вариантов.

1. окклюдированный циклон
2. молодой циклон
3. волновой циклон
4. максимально развитый циклон

Облачность орографических препятствий можно узнать по признакам

Выберите один правильный ответ из числа предложенных вариантов.

1. облачная полоса состоит из гряд направленных параллельно ветру
2. облачная полоса состоит из гряд направленных перпендикулярно ветру
3. облачная полоса состоит из кучевообразной облачности
4. не различима

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Космические методы исследований в метеорологии»

а) основная литература:

1. Калинин Н.А. Космические методы исследований в метеорологии. /Н.А. Калинин, Н.И. Толмачева – Пермь: Изд-во ПГУ, 2005. – 347 с.
2. Говердовский В.Ф. Космическая метеорология с основами астрономии. / В.Ф. Говердовский – СПб.: Гидрометеиздат, 1995. – 350 с.
3. Герман М.А. Космические методы исследования в метеорологии. / М.А. Герман – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 351 с.
4. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды / Под ред. И.П.Ветлова, Н.Ф.Вельтищева. Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 299 с.
5. Кондратьев К.Я. Спутниковая климатология. / К.Я. Кондратьев – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 261 с.
6. Использование изображений со спутников в анализе и прогнозе погоды. Техническая записка ВМО №124. – Изд-во ВМО, 1973. – 275 с.
7. Кужевская И.В. Космические методы исследования в метеорологии. Практикум. [Электронный ресурс] доступ http://ido.tsu.ru/iop_res/

б) дополнительная литература:

1. Калинин Н.А. Практикум по космическим методам исследований в метеорологии. / Н.А. Калинин, Н.И. Толмачева – Пермь: Изд-во Пермского гос. ун-та, 2004. – 204 с.
2. Справочник потребителя спутниковой информации / под ред. В.В. Асмуса, О.Е. Милехина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 108 с.
3. Синоптический анализ облачного покрова, получаемых с ИСЗ/ Под ред. Т.П. Поповой Л.: Гидрометеиздат, 1976.
4. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование: Пособие для самостоятельной работы студентов / Под ред. Н.Ф. Вельтищева, Изд-во ВМО, 1988. – 188 с.

в) Интернет-ресурсы:

Организация	Сайт открытого доступа
НИЦ Планета	http://planet.iitp.ru/index1.html
Институт космических исследований РАН	http://www.iki.rssi.ru/
Виртуальная лаборатория ДЗ	http://meteovlab.meteorf.ru/
ГИС центр Пермского государственного университета	http://www.gis.psu.ru/InterCarto/
Институт глобального климата и экологии федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и российской академии наук (ИГКЭ)	http://www.igce.ru/
European Space Agency (ESA) Европейское космическое агентство (ECA)	http://www.esa.int
The US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Национальная администрация США по океанографии и атмосфере (НОАА)	http://www.noaa.gov
The US National Environmental Satellite, Data and Information Service (NOAA/NESDIS) Национальная служба США по спутникам наблюдения окружающей среды, данным и информации	http://www.nesdis.noaa.gov
Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) Национальный центр космических исследований Франции (КНЕС)	http://www.cnes.fr
Nansen Environmental and Remote Sensing Center (NERSC) Центр Нансена окружающей среды и дистанционного зондирования. Норвегия	http://www.nersc.no

Организация	Сайт открытого доступа
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Аэрокосмический центр Германии	http://www.dlr.de
Deutscher Wetterdienst (DWD) Метеослужба Германии	http://www.dwd.de
Bureau of Meteorology of Australia (BOM) Бюро метеорологии Австралии (БМА)	http://www.bom.gov.au
National Satellite Meteorological Centre (NSMC). China Meteorological Administration (CMA) Китайский национальный спутниковый метеорологический центр. Китайское метеорологическое управление (КМУ)	http://www.nsmc.cma.gov.cn
Japan Meteorological Agency (JMA) Японское метеорологическое агентство (ЯМА)	http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html
India Meteorological Department (IMD) Метеорологическое управление Индии	http://www.imd.ernet.in
SDO Yuzhnoye ГКБ "Южное". Украина	http://www.yuzhnoye.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Обучение по дисциплине «Космические методы исследований в метеорологии» осуществляется на базе:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором, доступов в сеть Интернет.
- дисплейный класс с 10-12 индивидуальными рабочими местами.