

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра метеорологии и охраны атмосферы

Авторы-составители: **Калинин Николай Александрович**

Рабочая программа дисциплины

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Код УМК 86191

Утверждено
Протокол №6
от «08» апреля 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Метеорология, климатология, агрометеорология

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.06.01** Науки о Земле
направленность Геоинформатика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Метеорология, климатология, агрометеорология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.06.01 Науки о Земле (направленность : Геоинформатика)

ПК.1 Владеет фундаментальными знаниями в области наук о Земле в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикаторы

ПК.1.7 Владеет фундаментальными знаниями в области метеорологии и климатологии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.06.01 Науки о Земле (направленность: Геоинформатика)
форма обучения	заочная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	9,11
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	12
Проведение лекционных занятий	4
Проведение практических занятий, семинаров	8
Самостоятельная работа (ак.час.)	132
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Метеорология, климатология, агрометеорология.

Предмет и задачи метеорологии

Метеорология и климатология. Основные этапы развития метеорологии. Задачи метеорологии. Разделы и прикладные разделы метеорологии. Связь метеорологии с другими науками. Методы исследований в метеорологии: наблюдение и эксперимент, статистический и физико-математический анализы. Метеорологическая сеть. Метеорологические наблюдения. Требования к метеорологической сети. Программа наблюдений на метеорологических станциях. Метеорологическая служба. Всемирная метеорологическая организация.

Синоптическая метеорология

Поверхности раздела и воздушные массы. Теплый и холодный фронты, высотные фронтальные зоны и струйные течения. Условия погоды. Прогноз перемещения фронта. Фронтотенез и фронтотиз. Фронтотенетические и фронтотитические поля воздушных течений. Внетропические циклоны и антициклоны. Возникновение, эволюция и прогноз перемещения. Атмосферная циркуляция в умеренных широтах: центры действия атмосферы, циклоническая деятельность, струйные течения. Внетропические муссоны. Атмосферная циркуляция в тропиках: пассаты, муссоны, внутритропическая зона конвергенции, Эль-Ниньо — Южное колебание, тропические циклоны. Методология краткосрочного прогноза температуры и осадков, ветров и опасных погодных явлений.

Климатология

Климат. Классификация климатов Алисова, Кеппена, Будыко, Берга. Моделирование климата. Постановка задачи численного моделирования. Иерархия климатических моделей: энергетические модели, модели общей циркуляции атмосферы и океана, модели промежуточной сложности. Изменения климатообразующих факторов в современную эпоху: оксиды углерода и другие парниковые газы, оксиды серы, изменения солнечной постоянной. Атмосферные примеси в тропосфере и стратосфере. Изменения климата в современную эпоху: проявления в термическом режиме, режиме увлажнения и поведения оледенения, изменения уровня Мирового океана и др. Методология построения доказательств антропогенного воздействия на состояние глобального климата. Основы теории колебаний климата в плейстоцене и голоцене. Астрономическая теория климата.

Агрометеорология

Погода и состояние сельскохозяйственных культур. Климат почвы и его влияние на сельскохозяйственные культуры. Влияние агроклиматических условий на продуктивность сельского хозяйства. Агроклиматическое районирование России. Методы прогноза урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Состав и строение атмосферы

Состав атмосферного воздуха и его изменение с увеличением высоты. Водяной пар, газовые примеси, аэрозоли. Антропогенные изменения локального соотношения газовых и аэрозольных компонент. Уравнение статики. Барометрическая формула и ее применение. Строение атмосферы: основные слои и их особенности.

Радиация и тепловой баланс атмосферы

Атмосфера как оптическая мутная среда. Уравнение переноса излучения. Уравнение Шварцшильда. Приближение Эддингтона. Основные законы излучения. Рассеяние и поглощение радиации в атмосфере. Рассеяние по Рэлею и Ми. Солнечная постоянная. Распределение энергии в солнечном спектре. Прямая и рассеянная радиация. Прозрачность атмосферы. Земное излучение и излучение атмосферы. Радиационный баланс земной поверхности. Окно прозрачности 8–12 мкм. Парниковый

эффект. Солярный климат верхней границы атмосферы (ВГА). Планетарное альbedo. Уходящее длинноволновое излучение. Радиационный баланс на ВГА. Тепловой баланс системы Земля—атмосфера. Тепловой баланс земной поверхности. Методы расчета турбулентных потоков явного и скрытого тепла в приземном слое атмосферы. Основы теории подобия Монина—Обухова.

Водный режим атмосферы

Испарение, транспирация, суммарное испарение. Методы измерений и расчетов испарения с естественных поверхностей. Распределение влажности с увеличением высоты в приземном слое и в свободной атмосфере. Су-точный и годовой ход влажности воздуха. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере. Облака, микроструктура и водность. Классификации облаков и туманов. Образование осадков. Географическое распределение. Типы годового хода осадков. Химический состав осадков, диффузия атмосферных примесей в пограничном слое и трансграничный перенос. Кислотные дожди. Искусственное воздействие на облака и осадки. Снежный покров: физические свойства, географическое распределение. Климатическое значение.

Воздушные массы и барический режим атмосферы

Барическое поле и ветер. Линии тока и траектории частиц воздуха. Характеристики поля ветра: дивергенция, вихрь, циркуляция скорости. Геострофический ветер. Термический ветер. Воздушные массы: термодинамическая и географическая классификация, трансформация, особенности погоды. Орографически и термически возбужденные местные циркуляции: фены, подветренные волны, бризы, вихревые цепочки, горно-долинные ветры. Аэрозоли. Источники и стоки. Распределение с увеличением высоты. Озон в тропосфере и стратосфере. Озоновые дыры. Радиоактивные и стабильные изотопы в атмосфере. Использование их как трассеров.

Основные уравнения гидротермодинамики атмосферы

Уравнения движения, сохранения массы и притока тепла в локальных декартовых координатах. Критерии подобия. Системы упрощенных уравнений, некоторые виды стационарных течений: геострофический поток, потоки Куэтта и Пуазейля. Уравнения гидротермодинамики в сферических координатах. Уравнения гидротермодинамики в системе координат, связанных с давлением. Уравнения гидротермодинамики в орографических координатах (система координат). Уравнения гидротермодинамики для турбулентной атмосферы. Уравнение переноса атмосферных примесей.

Пограничные слои в атмосфере

Пограничные слои в атмосфере, изменение ветра с увеличением высоты в планетарном пограничном слое.

Волновые движения атмосферы

Инерционные волны в баротропной атмосфере (волны Россби). Гравитационно-инерционные волны в геострофическом потоке (волны Пуанкаре и Кельвина). Внутренние гравитационные волны, адаптация полей ветра и давления.

Энергетика атмосферы

Гидродинамическая неустойчивость зонального потока (баротропный и бароклинный случаи). Уравнение энергии, переходы одних видов энергии в другие. Кинетическая и доступная потенциальная энергия общей циркуляции атмосферы. Цикл Лоренца.

Численный анализ и прогноз погоды

Численный анализ синхронных метеорологических полей (методы полиномиальной интерполяции, последовательных коррекций, оптимальной интерполяции). Согласование начальных данных для прогностических моделей, четырехмерное усвоение данных. Постановка задачи численного прогноза погоды, проблема предсказуемости. Общие сведения о методах численного решения уравнений гидротермодинамики (конечно-разностные, полулагранжевы и спектральные подходы). Общие сведения о параметризации физических процессов в моделях прогноза (подсеточной турбулентности, радиационных потоков, крупно-масштабной конденсации, конвекции). Прогностические модели и системы усвоения данных в Гидрометцентре РФ. Методы статистической интерпретации численных прогнозов погоды.

Итоговое контрольное мероприятие

Основные вопросы к семинару:

Предмет и задачи метеорологии

Состав и строение атмосферы

Радиация и тепловой баланс атмосферы

Водный режим атмосферы

Воздушные массы и барический режим атмосферы

Основные уравнения гидротермодинамики атмосферы

Пограничные слои в атмосфере

Волновые движения атмосферы

Энергетика атмосферы

Численный анализ и прогноз погоды

Синоптическая метеорология

Климатология

Агрометеорология

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Русин, И. Н. Основы метеорологии и климатологии : курс лекций / И. Н. Русин, П. П. Арапов. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2008. — 199 с. — ISBN 978-5-86813-208-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17954>

2. Хромов, С. П. Метеорология и климатология : учебник / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. — 584 с. — ISBN 978-5-211-06334-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/54639.html>

3. Ермакова Л. Н., Ермаков В. М. Агрометеорология: учебное пособие / Л. Н. Ермакова, В. М. Ермаков. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1847-7. -1. <http://www.campus.psu.ru/library/node/34688>

Дополнительная:

1. Толмачева Н. И., Ермакова Л. Н. Метеорология и климатология. Практикум / Н. И. Толмачева, Л. Н. Ермакова. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0858-8. -148. -Библиогр.: с. 145-147

2. Хромов С. П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 51140 "География и картография" и специальностям 012500 "География" и 013700 "Картография" / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. - Москва: Издательство Московского университета, 2006, ISBN 5-02-035762-6. -582.

3. Калинин Н. А. Динамическая метеорология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Гидрометеорология", специальности "Метеорология" / Н. А. Калинин. - Пермь: Пермское книжное издательство, 2009, ISBN 978-5-904037-06-2. -256. -Библиогр.: с. 237-244

4. Поморцева А. А. Синоптическая метеорология: практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Гидрометеорология" / А. А. Поморцева. - Пермь: Издательский центр "Perm University Press", 2014, ISBN 978-5-7944-2424-9. -92. -Библиогр.: с. 91

5. Матвеев, Л. Т. Облака и вихри - основа колебаний погоды и климата / Л. Т. Матвеев, Ю. Л. Матвеев. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2005. — 326 с. — ISBN 5-86813-162-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17947>

6. Журина Л. Л. Агрометеорология: Учебник / Журина Л. Л. - Санкт-Петербург: Квадро, 2014, ISBN 978-5-91258-201-1. -368. <http://www.iprbookshop.ru/57304.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://k.psu.ru/library/> Цифровая библиотека ПГНИУ

<http://library.psu.ru/node/1170> Электронно-библиотечная система IPRbooks

<http://meteoinfo.ru/> Гидрометеоцентр России

<http://meteo.ru/> ФГБУ "ВНИИГМИ МЦД"

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Метеорология, климатология, агрометеорология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
- офисный пакет приложений

Дисциплина не предусматривает использования специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль и промежуточная аттестация

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа

Аудитория для самостоятельной работы, оснащённая компьютерной техникой с возможностью

подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Метеорология, климатология, агрометеорология**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Владеет фундаментальными знаниями в области наук о Земле в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.7 Владеет фундаментальными знаниями в области метеорологии и климатологии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач</p>	<p>ЗНАТЬ: основы и особенности метеорологии и климатологии, терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике проблем метеорологии и климатологии, основы и особенности анализа и прогноза метеорологической и климатологической информации УМЕТЬ: применять полученные теоретические знания в практической и научно-исследовательской деятельности, анализировать и прогнозировать информацию в области метеорологии и климатологии, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач метеорологии и климатологии, в том числе в междисциплинарных областях ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в области метеорологии и климатологии</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний основ метеорологии и климатологии, необходимых при формировании компетенции. Отсутствие умений. Отсутствие навыков.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основ метеорологии и климатологии, терминологии и основных понятий, используемых в теории и практике проблем метеорологии и климатологии, основ и особенностей анализа и прогноза метеорологической и климатологической информации. Частично сформированные умения применять полученные теоретические знания в практической и научно-исследовательской деятельности, анализировать и прогнозировать информацию в области метеорологии и климатологии. Неумение самостоятельно генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач метеорологии и климатологии, в том числе в междисциплинарных областях . Фрагментарное применение навыков критического анализа и оценки современных научных достижений в области метеорологии и климатологии</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ метеорологии и климатологии, терминологии и основных понятий, используемых в теории и практике проблем метеорологии и климатологии, основ и особенностей анализа и прогноза</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>метеорологической и климатологической информации. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения применять полученные теоретические знания в практической и научно-исследовательской деятельности, анализировать и прогнозировать информацию в области метеорологии и климатологии. Умение, с подсказкой научного руководителя, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач метеорологии и климатологии, в том числе в междисциплинарных областях . В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков критического анализа и оценки современных научных достижений в области метеорологии и климатологии</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основ метеорологии и климатологии, терминологии и основных понятий, используемых в теории и практике дисциплинарных проблем, основ и особенностей анализа и прогноза метеорологической и климатологической информации. Сформированное умение самостоятельно выделять главное и определять второстепенное, ставить цели и выбирать пути их достижения в процессе профессиональной деятельности. Успешное и систематическое применение навыков в ретроспективном понимании прошлого метеорологии и климатологии, постановке проблем, решаемых в настоящее время и в будущем.</p>

Оценочные средства

Схема доставки : заочная

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Защищаемое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :
время отводимое на доклад 30

Показатели оценивания

<ul style="list-style-type: none">– Не демонстрирует знание основного содержания дисциплины;– Не владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения атмосферных процессов и явлений, закономерностей в распределении изучаемых характеристик;– не умеет выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой;	Неудовлетворител
<ul style="list-style-type: none">– Демонстрирует знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом;– Владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения атмосферных процессов и явлений, закономерностей в распределении изучаемых характеристик;– показывает умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой;– выполняет расчеты с ошибками	Удовлетворительн
<ul style="list-style-type: none">– ответ по вопросу или заданию аргументированный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;– демонстрирует понимание материала, приводит примеры;– Владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения атмосферных процессов и явлений, закономерностей в распределении изучаемых характеристик;– показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой;– выполняет расчеты с ошибками	Хорошо
<ul style="list-style-type: none">– ответ по вопросу или заданию аргументированный, логически выстроенный, полный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;– демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры;– свободное владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения атмосферных процессов и явлений, закономерностей в распределении изучаемых характеристик;– показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой;– выполняет расчеты без ошибок;– демонстрирует способность творчески применять знание теории к решению профессиональных практических задач	Отлично

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Предмет и задачи метеорологии

Состав атмосферного воздуха и его изменение с увеличением высоты

Уравнение статики атмосферы

Строение атмосферы: основные слои и их особенности

Атмосфера как оптическая мутная среда

Основные законы излучения

Солнечная постоянная. Распределение энергии в солнечном спектре

Солярный климат верхней границы атмосферы

Тепловой баланс земной поверхности

Испарение, транспирация, суммарное испарение

Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере

Атмосферные осадки

Снежный покров

Барическое поле и ветер

Воздушные массы: термодинамическая и географическая классификация, трансформация, особенности погоды

Орографически и термически возбужденные местные циркуляции: фены, подветренные волны, бризы, вихревые цепочки, горно-долинные ветры

Аэрозоли

Озон в тропосфере и стратосфере

Радиоактивные и стабильные изотопы в атмосфере

Уравнения движения, сохранения массы и притока тепла в локальных декартовых координатах

Уравнения гидротермодинамики атмосферы

Пограничные слои в атмосфере, изменение ветра с увеличением высоты в планетарном пограничном слое

Волновые движения атмосферы

Уравнение энергии, переходы одних видов энергии в другие

Численный анализ синхронных метеорологических полей

Согласование начальных данных для прогностических моделей, четырехмерное усвоение данных

Постановка задачи численного прогноза погоды, проблема предсказуемости

Общие сведения о параметризации физических процессов в моделях прогноза

Прогностические модели и системы усвоения данных в Гидрометцентре РФ

Методы статистической интерпретации численных прогнозов погоды

Поверхности раздела и воздушные массы

Фронтогенез и фронтолиз

Внетропические циклоны и антициклоны

Атмосферная циркуляция в умеренных широтах

Атмосферная циркуляция в тропиках

Методология краткосрочного прогноза температуры и осадков, ветров и опасных погодных явлений

Классификация климатов

Моделирование климата

Изменения климатообразующих факторов в современную эпоху

Изменения климата в современную эпоху

Основы теории колебаний климата в плейстоцене и голоцене

Погода и состояние сельскохозяйственных культур

Климат почвы и его влияние на сельскохозяйственные культуры

Влияние агроклиматических условий на продуктивность сельского хозяйства

Агроклиматическое районирование России

Методы прогноза урожайности основных сельскохозяйственных культур