

**ФАНО России**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт мониторинга климатических и экологических систем  
Сибирского отделения Российской академии наук**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИМКЭС СО РАН, д.ф.-м.н.  
Крутиков В.А.  
«20» Июня 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.6 ЭНЕРГЕТИКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛИ**

Трудоемкость в зачетных единицах – 2

Наименование подготовки: 05.06.01 Науки о земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Направленность (профиль) подготовки: 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

г. Томск  
2015 г.

Целью изучения дисциплины «Энергетика климатической системы Земли» является развитие у аспирантов систематизированных знаний об энергетике климатической системы и особенностях ее трансформации в формировании глобального и регионального климатов планеты, развития представлений о причинах и механизмах изменения климата Земли и практических навыков моделирования этих процессов.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- дать представление о бюджете энергии климатической системы, основных механизмах энергообмена и практических приемах его анализа и моделирования;
- обеспечить понимание особенностей и роли в бюджете энергоактивных зон планеты;
- расширить у аспирантов знания о механизмах формирования глобального климата и их реализации в отдельных регионах, методах классификации климата;
- развить теоретические и практические навыки анализа осцилляций параметров климата с учетом влияющих факторов различной природы.

## **2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации**

Учебная дисциплина «Энергетика климатической системы Земли» входит в вариативную часть основной образовательной программы, соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО) по направлению 05.06.01 Науки о Земле, направленность (профиль) подготовки: 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы. Эта дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с дисциплинами соответствующего направления.

Курс имеет интегрально-прикладной характер. В качестве теоретической основы выступают фундаментальные дисциплины: «Климатология», «Физическая метеорология», «Динамическая метеорология», «Геоэкология», «Ландшафтоведение», а также базовые физико-математические дисциплины.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенными с планируемыми результатами освоения ООП**

В результате освоения дисциплины аспирант должен обладать следующими *профессиональными компетенциями*:

- способность выполнять информационный поиск, анализ и обобщение научно-технической информации по объектам фундаментальных и прикладных исследований в области физики атмосферы и гидросферы (ПК 1);
- способность использовать новейшие методы и достижения физики атмосферы и гидросферы и климатологии в научно-исследовательской деятельности (ПК-4)
- владение методами и средствами оценивания величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой, электрического состояния атмосферы (ПК-5).

Аспирант, освоивший содержание дисциплины в рамках планируемых результатов обучения, должен:

### **знать:**

- 1) современное состояние науки в области физики атмосферы и гидросферы;
- 2) нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР;

- 3) требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;
- 4) методы сбора, обработки, систематизации и фиксации материалов по объектам научного исследования.
- 5) новейшие методы и достижения физики атмосферы и гидросферы и климатологии;
- б) основные методы оценивания величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой.

**уметь:**

- 1) представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;
- 2) готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области геоэкологии;
- 3) анализировать, систематизировать современную информацию по физике атмосферы и гидросферы; использовать информационно-библиографические технологии;
- 4) применять полученные знания для решения конкретных научно-практических, производственных и исследовательских задач в области физики атмосферы и гидросферы;
- 5) Самостоятельно работать со специальной научной литературой, связанной с проблемами оценки величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой;

**владеть:**

- 1) методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности физика атмосферы и гидросферы;
- 2) навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки физика атмосферы и гидросферы;
- 3) навыками самостоятельной исследовательской работы с различными источниками научно-технической информации: литературными и фондовыми материалами, картографическими материалами, профилями, схемами, аэрокосмической информацией, ГИС и пр.;
- 4) практическими навыками применения методов и достижений физики атмосферы и гидросферы и климатологии;
- 5) навыками осуществления теоретической и экспериментальной научно-исследовательской деятельности в области оценки величин потоков радиации, тепла и малых газовых составляющих между почвой и атмосферой

Карта компетенций и критерии оценивания уровня сформированности компетенций приведены в Приложении 1 к основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 05.06.01 Науки о земле, направленность (профиль) подготовки 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

#### **4. Общая трудоемкость дисциплины (2 зачётных единицы) и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час.)
Аудиторные занятия	
Лекции	14
Практические работы	8
Семинары	
Лабораторные работы	
Другие виды аудиторных работ	
Другие виды работ	
Самостоятельная работа	50
Всего:	72
Формы текущего контроля	тесты
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	зачет
Год обучения	2

## 5. Содержание программы учебной дисциплины

Все содержание дисциплины разбивается на темы, охватывающие логически заверченный материал, определяется объем каждого из видов аудиторных учебных занятий.

### 5.1. Содержание учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы				Самостоятельная работа (час)
		Всего	Лекции	Практические (семинары)	Лабораторные работы	
1	Введение в курс. Свойства Климатической системы. Крупномасштабные климатические структуры.	2	2			6
2.	Общие принципы динамики атмосферы. Неустойчивость в атмосфере.	6	2	2		6
3.	Бюджет энергии в климатической системе. Основные механизмы энергообмена.	4	2			6
4.	Динамическое усиление изменений климата.	4	2	2		12
5.	Генезис изменений климата.	4	2	2		8
6.	Проблемы диагноза и прогноза изменений климата в современную эпоху.	4	2			12
7.	География климатов.	8	2	2		
	<b>Итого:</b>	32	14	8		50

### 5.2. Содержание разделов дисциплины

**5.2.1. Введение в курс. Свойства Климатической системы. Крупномасштабные климатические структуры.** Определение понятия «климатическая система», «энергетика климатической системы», внешние факторы и внутренние элементы. Климатообразующие свойства компонент геосферы. Внешние влияющие воздействия на климатическую

систему. Характерные климатические структуры и процессы. Атмосферные центры действия, циклоны. Струйные течения, циркумполярные вихри.

**5.2.2. Общие принципы динамики атмосферы. Неустойчивость в атмосфере.** Силы, действующие в атмосфере. Классификация атмосферных движений. Энтропия и потенциальная температура. Виды энергии частиц воздуха. Проявления неустойчивости в атмосфере: волны, вихри, конвекция. Волновые колебания в атмосфере и океане: волны Россби, волны Кельвина, гравитационные волны. Блокирующие антициклоны. Конвективная неустойчивость атмосферы. Неустойчивая стратификация и конвективное перемешивание. Спектры энергий атмосферных движений.

**5.2.3. Бюджет энергии в климатической системе. Основные механизмы энергообмена.** Основные законы сохранения для планетарной системы. Инсоляция. Бюджет энергии в климатической системе при зональном и глобальном усреднении. Радиационный и тепловой балансы климатической системы. Источники и стоки. Радиационный бюджет на внешней границе атмосферы как граничное условие для климатической системы. Парниковый и альбедный эффекты. Энергоактивные зоны Земли. Основные механизмы энергообмена. Кинетическая энергия и доступная потенциальная энергия. Общие закономерности глобальной термохалинной циркуляции. Апвеллинги и даунвеллинги. Характеристики Гольфстрима и других крупнейших течений. Южное колебание, Северо-Атлантическое и Арктическое колебания. Квазидвухлетняя цикличность, ритмы декадной периодичности, индексы АМО и PDO.

**5.2.4. Динамическое усиление изменений климата.** Роль циркуляции атмосферы и океана в формировании изменений глобального климата. Дальние связи, режимы, индексы циркуляции. Индексы влияния зонального и меридионального переноса тепла. Вклад переносов в потепление. Зональная циркуляция в стратосфере.

**5.2.5. Генезис изменений климата.** Естественные и антропогенные изменения климата. Климатические обратные связи. Чувствительность и устойчивость климатической системы. Теория колебаний климата. Гольфстрим - Северо-Атлантическое течение как механизм резких колебаний климата. Климат голоцена: изменения муссонной активности и термического режима. Отражение климатических вариаций в колебаниях палеоуровня Каспийского моря. Флуктуация Средневековое потепление – Малый ледниковый период. Цивилизации, конфликты и изменения климата.

**5.2.6. Проблемы диагноза и прогноза изменений климата в современную эпоху.** Мониторинг изменения климата и окружающей среды. Климатические переменные, «среднее», изменчивость, изменения. Экстремальность климатических параметров. Проблема однородности рядов. Точность измерения параметров, погрешности. Интерполяция метеополей. Проблема интерпретации. Нерегулярный характер глобального потепления в современную эпоху. Предсказуемость климата и практические подходы. Проблема детектирования проявления антропогенного сигнала. Ансамблевый подход в моделировании климата. Динамические системы и хаос.

**5.2.7. География климатов.** Метеорологические поля у земной поверхности и микроклиматические особенности. Зоны сгущения жизни. Различия целей и задач классификации и районирования. Классические и современные методы климатической классификации и районирования, примеры отечественного и зарубежного опыта.

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература по дисциплине:**

Дианский, Николай Ардалянович. Моделирование циркуляции океана и исследование его реакции на короткопериодные и долгопериодные атмосферные воздействия / Н. А. Дианский. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 271 с.

Логинов, Владимир Федорович. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. — Минск: ТетраСистемс, 2008. — 495 с.

Калинин, Николай Александрович. Трансформация кинетической энергии в циклонах умеренных широт [Текст] / Н. А. Калинин, Е. М. Свизов; Пермский государственный университет. — Пермь: ПГУ, 2008. — 115 с.

Мякишева, Н. В. Климатическая система Земли: учебное пособие / Н. В. Мякишева; Под ред. А. М. Догановского; Российский государственный гидрометеорологический университет. — СПб.: РГГМУ, 2008. — 94 с.

Нестеров, Е. С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан / Е. С. Нестеров; Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации. — М.: Триада лтд, 2013. — 142 с.

Скляр, Юрий Андреевич. Радиационный баланс Земли. Введение в проблему / Ю. А. Скляр, Ю. И. Бричков, Н. В. Семенова. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2009. — 185 с.

Шакина, Н. П. Лекции по динамической метеорологии / Н. П. Шакина; Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации. — М.: Триада лтд, 2013. — 160 с.

## 6.2. Дополнительная литература

Барре, П. Кинетика гетерогенных процессов = *Cinetique heterogene* / П. Барре ; пер. с фр. Н. З. Ляхова, под ред. В. В. Болдырева. — М.: Мир, 1976. — 399 с.

Ветров, Андрей Леонидович. Трансформация доступной потенциальной энергии в циклонах вследствие фазовых переходов воды : Монография / А. Л. Ветров; Под ред. Н. А. Калинина; Пермский государственный университет. — Пермь: Перм. ун-т, 2007. — 99 с.

Власова, Галина Александровна. Активная энергетическая зона океана и атмосферы северо-западной части Тихого океана: Монография / Г. А. Власова, А. М. Полякова; Науч. ред. А. В. Алексеев; Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН. — Владивосток: Дальнаука, 2004. — 143 с.

Граховский, Геннадий Николаевич. Долгопериодные колебания барических полей в системе общей циркуляции атмосферы / Г. Н. Граховский, М. П. Евсеев, Р. П. Репинская; Федер. агентство по образованию, Рос. гос. гидрометеорол. ун-т. — СПб.: РГГМУ, 2005. — 99 с.

Дмитриев, Александр Алексеевич. Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов [Текст] : научное издание / А. А. Дмитриев, В. А. Белязо. — СПб.: Гидрометеиздат, 2006. — 358 с.

Кароль, Игорь Леонидович. Парадоксы климата. Ледниковый период или обжигающий зной?: монография / И. Л. Кароль, А. А. Киселев. — М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. — 282 с.

Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. — М.: ГЕОС, 2010. — 220 с.

Клименко, Владимир Викторович. Климат: непрочитанная глава истории / В. В. Клименко. — М.: МЭИ, 2009. — 407 с.

Кондратьев, Кирилл Яковлевич. Моделирование глобального круговорота углерода / К. Я. Кондратьев, В. Ф. Крапивин. — М.: Физматлит, 2004. — 335 с.

Ломборг, Бьорн. Охладите! Глобальное потепление: скепт. рук.: [пер. с англ.] / Б. Ломборг. — СПб.; М.; Н. Новгород: "Питер", 2008. — 202 с.

Межгеосферные взаимодействия: материалы семинара-совещания, г. Москва, 26 - 27 сентября 2011 г. / Институт динамики геосфер РАН (М.). — М.: ГЕОС, 2011. — 137 с.

Монин, Андрей Сергеевич. Колебания климата по данным наблюдений: тройной солнечный и другие циклы / А. С. Монин, Д. М. Сонечкин; Отв. ред. О. Г. Сорохтин; Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН. — М.: Наука, 2005. — 190 с.

Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири / редактор Е. А. Ваганов, редактор А. П. Деревянко, редактор В. С. Зыкин, ответственный за выпуск С. В. Маркин. — : Издательство Института археологии и этнографии СО РАН, 2000. — 471 с.

Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы / В. Н. Лыкосов [и др.]; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (М.). — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. — 402 с.

Тарасова, Наталия Павловна. Химия окружающей среды: атмосфера [Текст] : Учебное пособие для студентов вузов / Н. П. Тарасова, В. А. Кузнецов. — М.: Академкнига, 2007. — 227 с.

Climate change and managed ecosystems / ed. by J.S. Bhatti [et al.]. — Boca Raton; London; New York: Taylor & Francis, 2006. — 446 p.

Dobrovolski, Serguei G. Stochastic climate theory : models a. applications / S. G. Dobrovolski. — Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2000. — XIII, 282 p.

Mediterranean Climate: Variability and Trends [Текст] : научное издание / Ed. by H.-J. Bolle. — Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2003. — XXII, 372 p.

The Hadley Circulation: Present, Past and Future [Текст] : научное издание / Ed. by H.F. Dias and R.S. Bradley. — Dordrecht; Boston; London: Kluwer, 2004. — XVII, 511 p.

*Журналы:*

Метеорология и гидрология

География и природные ресурсы

Известия РАН серия географическая

Известия РАН. Физика атмосферы и океана

Исследования Земли из космоса

Оптика атмосферы и океана

Метеорология и климатология (Реферативный журнал)

Geophysical Research Letters

Journal of the Atmospheric Sciences

Journal of Climate

### **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

*Электронные библиотечные системы:*

Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

Архив журналов Science [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic>

Архив журналов Scopus [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.scopus.com/>

Архив журналов Web of Science [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do?product=UA&search\\_mode=Gener](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=Gener)

Архивы журналов издательства Oxford University Press [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.oxfordjournals.org/>

Архив научных журналов SAGE Journals Online [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://online.sagepub.com/>

Электронные издательства Springer [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://link.springer.com/>

*Специализированные Интернет-ресурсы:*

Всемирная метеорологическая организация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.wmo.ch>

Межправительственная группа экспертов по проблеме изменений климата (ресурс содержит разнообразные сведения о состоянии климата, его изменениях, мерах по смягчению последствий) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ipcc.ch>

Гидрометцентра РФ: текущая погода, прогнозы разной заблаговременности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://meteoinfo.ru>

Географический справочник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geo.historic.ru>

Национальное географическое общество [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusngo.ru>

Проект WGEO - Всемирная география [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wgeo.ru>

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov> (климатические данные, циркуляционные индексы)

<http://rims.unh.edu> (данные по Арктике)

<http://cdiac.esd.ornl.gov> (изменение концентраций CO<sub>2</sub>)

<http://wetterzentrale.de> (данные о текущей погоде, архив данных, прогнозы)

#### **6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

При изучении дисциплины «Энергетика климатической системы» используются современные информационные технологии, позволяющие читать лекции с применением информационно-коммуникационных технологий, облегчающих понимание темы или вопроса. Так, например, используются презентации, демонстрация анимационных роликов. Часть лекционного материала и материалов семинарских занятий доступны через сеть Интернет, режим доступа к которым сообщается лектором. Подобное самостоятельное обучение развивает способности к поиску и отбору студентом требуемой информации в сети Интернет. В процессе преподавания применяются исследовательские методы в обучении с использованием пакетов программ Mathcad 15, ArcGIS.

#### **7. Методические рекомендации для аспирантов по освоению дисциплины**

В ходе изучения дисциплины аспирантами должны быть усвоены основные понятия, методы, методология, принципы, нормативно-правовая база, объекты курса. При изучении курса «Энергетика климатической системы» особое внимание обучающихся будет направлено на освоение практических навыков с использованием специализированных пакетов программ.

Наряду с классическими технологиями обучения (лекции и самостоятельная подготовка) при изучении данной дисциплины применяются другие современные методы обучения, включающие:

- лекции с применением информационно-коммуникационных технологий, облегчающих понимание темы или вопроса (презентации, демонстрация анимационных роликов);
- часть лекционного материала и материалов семинарских занятий доступны через сеть Интернет, режим доступа к которым сообщается лектором;
- режим собеседования с преподавателем, реализуемый через коллоквиумы, позволяет, кроме функции контроля, развить у аспирантов навыки профессиональной речи.

Большое внимание в ходе обучения уделяется самостоятельной работе аспирантов. При этом виды самостоятельной работы предусматривают:

- сбор и изучение информации;
- анализ, систематизация и трансформация информации;
- отображение информации в необходимой форме;
- консультация у преподавателя;

При изучении дисциплины «Энергетика климатической системы» предусматривается 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.



При изучении дисциплины «Энергетика климатической системы» предусматривается ряд практических задач:

1. 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.

2. Составление схем, иллюстраций (рисунков), графиков, диаграмм.

3. Создание материалов-презентаций. Материалы-презентации готовятся аспирантом в виде слайдов с использованием программы Microsoft Power Point. Регламент озвучивания - 7-10 мин. Здесь важно углубление навыков обучающегося в представлении характеристики элементов темы в краткой форме, выборе опорных сигналов для акцентирования информации и ее отображения.

В соответствии с учебным планом проводится зачёт в конце 2-го года обучения. К итоговой аттестации допускаются аспиранты, прослушавшие курс лекций, выступившие с сообщениями на семинарах, выполнившие практические и контрольные работы.

## **8. Фонд оценочных средств**

Определяется Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспиранта, утвержденным в ИМКЭС СО РАН, и включает в себя:

### **8.1. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы аспирантов**

Самостоятельная работа предусматривает углубленное изучение теоретического материала и расширение навыков его практического применения.

1. Как поглощается солнечная радиация в атмосфере, какие вещества являются наиболее сильными поглотителями и в каких участках спектра?
2. Каково относительное значение процессов, определяющих теплообмен между воздухом и окружающей средой, для различных слоев атмосферы?
3. В чем принципиальное отличие теплового баланса системы Земля-атмосфера и теплового баланса отдельных широтных зон?
4. Каковы условия устойчивого существования в природе метангидратов?
5. Опишите структуру современной модели земной климатической системы.
6. Сформулируйте основные закономерности связи глобальных изменений климата и глобального углеродного цикла.
7. Опишите механизм формирования Сибирского антициклона, его структуру, проанализируйте особенности динамики его характеристик.
8. Каковы особенности радиационного баланса и процессов теплообмена на территории Западной Сибири?
9. Каковы механизмы охлаждения воздуха, дающие начало конденсации и сублимации?
10. Раскройте основные понятия дегградации и самоорганизации систем.
11. Каковы характеристики изменчивости потока солнечной радиации, приходящегося на единицу площади верхней границы атмосферы?
12. Проанализируйте диаграмму энергетического цикла атмосферы по Пейшото и Оорту и сравните с современными данными.

### **8.2. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз**

1. Климатические эффекты, связанные с бюджетом углового момента в атмосфере и нестабильностью вращения Земли.
2. Хаотичность как типичное явление динамики окружающей среды.
3. Основные принципы Климатической доктрины Российской Федерации

<http://kremlin.ru/acts/6365>).

4. Моделирование современных изменений климата: успехи и проблемы
5. Криосфера как продукт и фактор климатообразования в энергообменных процессах климатической системы.
6. Особенности процессов прихода-расхода солнечной радиации в горном рельефе.
7. Внутритропическая зона конвергенции, причины миграции и «расслоения».
8. Парниковый и альбедный эффекты в проблеме современного изменения климата.
9. Гипотеза остановки течения Гольфстрим и возможные сценарии изменения климата планеты.
10. Вынужденная изменчивость атмосферы, вклад в изменения климата.

### 8.3. Примеры тестов

1. При положительной фазе Северо-Атлантического колебания наблюдается:
  - а. отрицательная аномалия приземного давления и геопотенциала в исландском минимуме и положительная – в азорском максимуме
  - б. положительная аномалия приземного давления и геопотенциала в исландском минимуме и отрицательная – в азорском максимуме
  - в. отрицательная аномалия приземной температуры воздуха в районе п-ов Лабрадор-Гренландия и положительная аномалия в Европе
  - г. положительная аномалия приземной температуры воздуха в районе п-ов Лабрадор-Гренландия и отрицательная аномалия в Европе
  - д. ослабление зонального типа циркуляции.
2. В среднем, часть глобального теплообмена в системе океан-атмосфера, обеспечиваемая энергоактивными зонами Атлантики (Бермудская, Ньюфаундленская, Норвежская):
  - а) 20%;
  - б) 40%;
  - в) 56%.
3. Для движений средних масштабов в атмосфере характерен горизонтальный масштаб длины порядка:
  - а) 100 км;
  - б) 300 км;
  - в) 1000 км.
4. Равновесием каких сил, действующих на массу воздуха единичного объема, определяется движение в пограничном слое:
  - а) сила турбулентной вязкости, Кареолиса;
  - б) Кареолиса, турбулентной вязкости, барического градиента
5. Динамическая конвекция возникает при:
  - а) адиабатических процессах;
  - б) вертикальных движениях воздуха в зоне атмосферных фронтов;
  - в) турбулентных движениях воздуха

### 8.4. Перечень вопросов для промежуточной аттестации:

1. Понятия о климатической системе, энергии климатической системы.
2. Внутренние и внешние климаторегулирующие факторы.
3. Характерные климатические структуры и процессы.
4. Основные структурные элементы крупномасштабной атмосферной циркуляции.
5. Эмпирические представления об общей циркуляции атмосферы.

6. Роль подстилающей поверхности и общей циркуляции атмосферы в азональности географии климатов.
7. Географическое распределение температуры, осадков, испарения и влажности воздуха в атмосфере.
8. Географическое распределение температуры и солености вод Мирового океана.
9. Кинетическая, потенциальная, внутренняя энергия для единичной массы воздуха.
10. Классификация атмосферных движений.
11. Доступная потенциальная энергия общей циркуляции атмосферы.
12. Кинетическая энергия общей циркуляции атмосферы.
13. Цикл Лоренца.
14. Спектры энергии атмосферных движений.
15. Проявления неустойчивости в атмосфере.
16. Волны Россби, Кельвина, гравитационные.
17. Сезонный ход и географическое распределение блокирующих антициклонов.
18. Виды атмосферной стратификации.
19. Преобразования солнечной энергии в земной климатической системе.
20. Бюджет энергии в климатической системе при зональном и глобальном усреднении.
21. Радиационный и тепловой балансы КС. Источники и стоки.
22. Радиационный баланс на верхней границе атмосферы, географическое распределение и годовой ход.
23. Уходящее длинноволновое излучение: географическое распределение и годовой ход.
24. Тепловой баланс деятельного слоя земной поверхности: географическое распределение составляющих теплового баланса и годовой ход.
25. Парниковый эффект.
26. Альбедный эффект.
27. Энергоактивные зоны земли.
28. Основные механизмы энергообмена.
29. Глобальная термохалинная циркуляция.
30. Крупномасштабные внутренние колебания климатической системы.
31. Тепломассообмен между материками и океанами.
32. Внутриконтинентальный тепломассообмен.
33. Дальние связи в климатической системе.
34. Зональная циркуляция в стратосфере.
35. Климатические обратные связи.
36. Чувствительность и устойчивость климатической системы.
37. Естественные и антропогенные изменения климата. Теория колебаний климата.
38. Основные периоды потеплений и похолоданий голоцена.
39. Методы палеоклиматических исследований.
40. Климатические переменные, «среднее», изменчивость, изменения. Экстремальность климатических параметров.
41. Проблема однородности рядов. Точность измерения параметров, погрешности. Интерполяция метеополей. Проблема интерпретации.
42. Зоны сгущения жизни.
43. Классические и современные методы климатической классификации и районирования.
44. Принципы построения классификации климатов Б.П.Алисова
45. Принципы построения классификации климатов В.Кеппена
46. Принципы построения классификации климатов Л.С.Берга
47. Принципы построения классификации климатов М.И.Будыко-А.А.Григорьева, Л.Холриджа
48. Закономерности распределения полной энергии в климатической системе.
49. Климатология переноса энергии в атмосфере.


## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При освоении дисциплины используется библиотечный фонд ИМКЭС СО РАН и других институтов ТНЦ, отечественные и зарубежные периодические издания и материалы сети Интернет. По всем разделам дисциплины подготавливаются презентации лекций и семинаров, имеется соответствующее мультимедийное оборудование. Проведение практических работ обеспечивается наличием программных комплексов лабораторий ИМКЭС СО РАН, базы учебной литературы.

Рабочая программа составлена на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о земле, утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ № 870 от 30.07.2014 г.;
- паспорта специальности научных работников ВАК 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

Рабочую программу составила:  
с.н.с. ЛГИТ ИМКЭС СО РАН  
к.г.н.



Черedyкo Н.Н.

Рабочая программа рассмотрена и рекомендована к утверждению решением Ученого совета ИМКЭС СО РАН. Протокол УС ИМКЭС СО РАН № 8 от 08.07 2015 г.