



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра метеорологии и охраны атмосферы



С.Ж. Воложжина
И.о. декана географического факультета
«20» марта 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.ОД.7 Климатология**

Направление подготовки **05.03.04 Гидрометеорология**

Тип образовательной программы **академический бакалавриат**

Направленность (профиль) подготовки **Метеорология**

Квалификация выпускника - **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Согласовано с УМК географического факульте-
та

Протокол № 5 от «20» марта 2017 г.

Председатель

Аргучинцева А.В.

Рекомендовано кафедрой метеорологии
и охраны атмосферы:

Протокол № 7Г от «06» марта 2017 г.

И.о. зав. кафедрой

Латышева И.В.

Иркутск 2017 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ООП
3. Требования к результатам освоения дисциплины
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины
 - 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами
 - 5.3 Разделы и темы дисциплины и виды занятий
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов
 - 6.1 План самостоятельной работы студентов
 - 6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:
 - а) основная литература
 - б) дополнительная литература
 - в) программное обеспечение
 - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины
10. Образовательные технологии
11. Оценочные средства (ОС)

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель - дать информацию о современном климате и климатах прошлого. Объяснить, основные закономерности климата планеты Земля, включая представление о формировании термического режима, влагооборота, общей циркуляции атмосферы. Дать представление об особенностях формирования регионального климата. Объяснить различия климатообразующих процессов в тропосфере и стратосфере.

Задачи

1. Дать представление о современном состоянии климата (эмпирические данные о строении климатической системы, главным образом, атмосферы, и классификации климатов); о климатообразующих факторах и об обратных связях в планетарной климатической системе; об изменчивости и изменениях состояния климата.
2. Рассмотреть особенности планетарного бюджета тепла, водяного пара, момента количества движения.
3. Изучить свойства генерации кинетической энергии, то есть о процессе превращения солнечной энергии в кинетическую энергию общей циркуляции атмосферы (и океана).
4. Изучить динамику углекислого газа в атмосфере, планетарном бюджете углерода и вариациях интенсивности парникового эффекта.
5. Получить представление о соподчинённости климатических режимов разного масштаба (климат общепланетарный, климат региональный, микроклимат).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Климатология» является обязательной дисциплиной вариативной части ОПОП по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология». Для полного усвоения учебного материала по дисциплине «Климатология» студентам необходимо иметь прочные знания по «Метеорологии и климатологии», «Землеведению», «Физической метеорологии». Данный курс является предшествующим для изучения дисциплин: «Теория климата», «Теория общей циркуляции атмосферы».

Общая трудоёмкость дисциплины «Климатология» составляет 6 зачётных единиц.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Климатология» направлен на формирование следующих компетенций:

- владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств (ПК-1);
- способностью понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: важнейшие понятия и определения климатологии; основные факторы формирования климата, современные тенденции изменения климата;

Уметь: работать с климатологической и метеорологической информацией из различных источников, составлять региональную климатическую характеристику; читать тематические карты пространственного распределения метеорологических величин; описывать и объяснять общую циркуляцию атмосферы и климатическую систему Земли с точки зрения задействованных физических и динамических процессов; описывать основные виды продукции и обслуживания, основанные на климатической информации, присущую им неопределенность и виды использования;

Владеть: основными методами климатологической обработки, методиками обработки отдель-

ных метеорологических величин; физическими и динамическими подходами для объяснения механизмов, обуславливающих изменчивость и изменение климата (включая влияние деятельности человека); описывать последствия с точки зрения возможных изменений глобальной циркуляции, основных элементов погоды и их потенциальных воздействий на человеческое общество; описывать основные элементы стратегий адаптации и смягчения воздействий на изменение климата, которые могут применяться, а также описывать применение климатических моделей.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Курсы	
		4	
Аудиторные занятия (всего)	28	28	
В том числе:			
Лекции	12	12	
Практические занятия (ПЗ)	16	16	
Самостоятельная работа (всего)	177	177	
В том числе:			
Расчетно-графические работы	127	127	
Реферат	50	50	
Доклад			
КСР	2	2	
Контроль	9	9	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен	
Контактная работа (всего)	43	43	
Общая трудоемкость	часы	216	216
	зачетные единицы	6	6

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение. Определение понятия «климат». Климатическая система. Климатообразующие процессы. Внешние и внутренние факторы. Обратные связи. Глобальный климат и климат отдельных регионов, связь между ними.

Задачи климатологии. Основные методы, применяемые для изучения климата, разделы климатологии.

Основные этапы развития климатологии. Теория климата. Математическое моделирование климата.

Раздел 2. Источники информации о состоянии климата. Сеть гидрометеорологических станций. Методы анализа и интерпретации временных гидрометеорологических рядов. Методы пространственного обобщения климатической информации.

Раздел 3. История климата Земли. Методы палеоклиматических реконструкций.

Эволюция климата на планетах Солнечной системы. Парадокс молодого Солнца. Вариации

ции климата Земли в докембрии.

Изменение климата в фанерозое, пермокарбонное оледенение. Изменения климата в кайнозойской эре. История Антарктиды. Раннеэоценовое и раннемиоценовое теплые события.

Изменения климата в плейстоцене и голоцене. Оледенения и межледниковья. Позднеплейстоценовый пик оледенения. Климат голоцена. Оптимумы голоцена. Малая ледниковая эпоха.

Современные изменения климата.

Раздел 4. Основные свойства климатической системы. Радиационные процессы и теплооборот. Тепловой баланс подстилающей поверхности: географическое распределение радиационного баланса, потоков явного и скрытого тепла. Океанический и материковый типы климата. Влияние снежного и ледового покрова на климат. Влияние рельефа суши на климат.

Циркуляция атмосферы и ее влияние на термический режим и условия увлажнения. Географические типы воздушных масс, климатические фронты, западный перенос, струйные течения, тропопауза, циркуляция Хедли, циркуляция Уокера, внутритропическая зона конвергенции, пассаты и муссоны.

Влагооборот и его роль в формировании климата. Водный баланс земного шара. Водный баланс подстилающей поверхности: географическое распределение его составляющих. Географическое распределение солености вод Мирового океана. Влагосодержание почвы. Радиационный индекс сухости.

Биогеохимический цикл углерода и его роль в формировании климата. Антропогенно-обусловленный рост содержания углекислого газа в атмосфере, воздействие на парниковый эффект и термический режим Земли.

Раздел 5. Классификация климатов, климатическое районирование. Назначение климатических классификаций для научных и прикладных целей.

Классификация климатов Б.П. Алисова.

Классификация М.И. Будыко - А.А. Григорьева.

Классификация климатов В. Кеппена - Г. Треварта

Классификация климатов Л.С. Берга

Связь растительного покрова и климата. Классификация Р. Холриджа. Модели «BIOME», «SiB» и др.

Раздел 6. Радиационный баланс системы «Земля – атмосфера». Светимость Солнца, солнечная постоянная, солнечная активность.

Планетарные факторы, определяющие свойства солярного климата. Распределение инсоляции на внешней границе атмосферы.

Планетарное альbedo, его географическое распределение. Роль подстилающей поверхности и облачного покрова.

Поток уходящего длинноволнового излучения на внешней границе атмосферы. Роль температурно-влажностного режима атмосферы и подстилающей поверхности; влияние облачного покрова.

Радиационный бюджет системы «Земля – атмосфера». Приток энергии в тропиках и потери энергии в высоких широтах. Представление о необходимости существования межширотного переноса энергии на Земле, осуществляемого процессами общей циркуляции атмосферы и океана.

Раздел 7. Энергетический баланс системы «Земля – атмосфера». Уравнение бюджета энергии (кинетической, внутренней, потенциальной, скрытой) климатической системы. Уравнение бюджета энергии при зональном и глобальном осреднении.

Уравнение бюджета влаги климатической системы. Уравнение бюджета влаги при зональном и глобальном осреднении. Географическое распределение элементов водного баланса.

Механизм меридионального переноса энергии в атмосфере и Мировом океане. Роль «средней» циркуляции, а также стационарных и нестационарных вихрей и волн. Циклогенез как основной механизм, осуществляющий межширотный энергообмен. Конвекция как основной механизм, осуществляющий энергообмен по вертикали.

Эмпирические оценки компонентов баланса энергии климатической системы. Радиационный бюджет на внешней границе атмосферы. Теплосодержание деятельного слоя Мирового океана. Меридиональный перенос энергии в атмосфере. Меридиональный перенос тепла в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах. Система глобальной термохалинной циркуляции. Представление об океанском «конвейере тепла».

Раздел 8. Бюджет момента количества движения планетарной циркуляции. Основное уравнение. Уравнение бюджета углового момента атмосферы при зональном и глобальном осреднении. Источники и стоки углового момента, их географическое распределение. Перенос углового момента в атмосфере, эффект «отрицательной вязкости». Уравнение бюджета углового момента для Мирового океана. Неравномерность суточного вращения Земли, связь планетарной атмосферной циркуляции с вариациями момента количества движения.

Раздел 9. Цикл Лоренца. Кинетическая и доступная потенциальная энергия; генерация и диссипация, взаимные превращения. Уравнение баланса энергии для среднезональной и вихревой составляющих. Баротропная и бароклинная неустойчивость планетарной системы циркуляции (теорема Релея, Го и Чарни – Стерна о необходимых условиях устойчивости зональных атмосферных течений). Диаграмма энергетического цикла для среднегодовых условий.

Раздел 10. Климатология стратосферы. Термический режим и динамика стратосферы (сезонность циркуляционных процессов в умеренных широтах, внезапные стратосферные потепления, квазидвухлетняя цикличность в тропиках, волны Янаи - Маруямы). Роль озона в энергетике стратосферы. Цикл Лоренца для стратосферы. Тропосферное возбуждение циркуляции стратосферы возмущениями планетарного масштаба (теория Чарни - Дрезина).

Раздел 11. Изменчивость состояния современного климата. Межгодовая изменчивость метеорологического режима. «Дальние связи» климатического режима. Основные механизмы атмосферных циркуляционных факторов в формировании изменчивости (Южное колебание, Северо-Атлантическое колебание, Тихоокеанское колебание, Арктическое и Антарктическое колебание). Циркуляционные индексы изменчивости.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		4	4	9	11			
1.	Б1.В.ДВ.7.1 Теория общей циркуляции атмосферы	4						
2.	Б1.В.ДВ.7.2 Теория климата	3	4	9	11			

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семин.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Введение	1. Климатическая система					16	16
2.	Источники информации о состоянии климата.	1. Методы анализа и интерпретации временных гидрометеорологических рядов	2	14			17	33
3.	История кли-	1. Методы па-	2				16	18

	мата Земли.	леоклиматических реконструкций. 2. Изменения климата в плейстоцене и голоцене. 3. Современные изменения климата.						
4.	Основные свойства климатической системы.	1. Радиационные процессы и теплооборот. 2. Циркуляция атмосферы и ее влияние на термический режим и условия увлажнения. 3. Биогеохимический цикл углерода и его роль в формировании климата.	2				16	18
5.	Классификация климатов, климатическое районирование.	1. Классификация климатов Б.П.Алисова. 2. Связь растительного покрова и климата.	2				16	18
6.	Радиационный баланс системы «Земля – атмосфера».	1. Планетарные факторы, определяющие свойства солнечного климата.	2				16	18
7.	Энергетический баланс системы «Земля – атмосфера».	1. Уравнение бюджета энергии (кинетической, внутренней, потенциальной, скрытой) климатической системы. 2. Уравнение бюджета влаги климатической системы.					16	16

		3. Эмпирические оценки компонентов баланса энергии климатической системы.						
8.	Бюджет момента количества движения планетарной циркуляции	Бюджет момента количества движения планетарной циркуляции					16	16
9.	Цикл Лоренца.	Цикл Лоренца.					16	16
10.	Климатология стратосферы	Термический режим и динамика стратосферы					16	16
11.	Изменчивость состояния современного климата.	«Дальние связи» климатического режима.	2	2			16	20

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела (модуля) и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Источники информации о состоянии климата.	Понятие о метеорологических рядах. Виды климатических показателей и характеристики их статистической изменчивости	14	устный опрос, отчет	ПК-1 ПК-2
2.	Изменчивость состояния современного климата.	1. Исследование скрытой периодичности временного ряда, на примере солнечной активности	2	устный опрос, отчет	ПК-1 ПК-2

6.1. План самостоятельной работы студентов

№	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Источники информации о состоянии климата.	Подготовка к лабораторной работе	Изучить теоретическую часть раздела «Методы климатологической обработки наблюдений»	Основная литература: [1, 2]	16
2	История кли-	Реферат	Написать ре-	Основная лите-	17

	мата Земли.		ферат до 25 страниц.	ратура: [1, 3] Дополнительная: [4, 6, 8, 13, 17, 19]	
3	Основные свойства климатической системы.	Контрольная работа	Подготовиться к лабораторной работе	Основная литература: [1, 3] Дополнительная: [2, 4, 9, 10]	16
4	Классификация климатов, климатическое районирование.	Контрольная работа	Подготовиться к лабораторной работе	Основная литература: [1, 2] Дополнительная: [2, 14, 18]	16
5	Радиационный баланс системы «Земля – атмосфера».	Письменная работа	Составить конспект	Основная литература: [1] Дополнительная: [1, 4, 10]	16
6	Энергетический баланс системы «Земля – атмосфера».	Устный опрос	Подготовиться к контрольной работе по вопросам.	Основная литература: [1] Дополнительная: [4, 11, 14, 16]	16
7	Бюджет момента количества движения планетарной циркуляции	Контрольная работа	Подготовиться к контрольной работе по вопросам.	Основная литература: [1] Дополнительная: [11]	16
8	Цикл Лоренца.	Устный опрос	Подготовить ответы на вопросы	Основная литература: [1] Дополнительная: [11, 12]	16
9	Климатология стратосферы	Контрольная работа	Подготовиться к контрольной работе по вопросам.	Основная литература: [1] Дополнительная: [12, 11]	16
10	Изменчивость состояния современного климата.	Презентация	Творческий проект «Дальние связи» климатического режима».	Основная литература: [1, 3] Дополнительная: [13, 15, 17, 19]	16

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Тема. Источники информации о современном гидрометеорологическом режиме и состоянии климата в прошлом

Самостоятельно подготовиться к выполнению лабораторной работы. Для этого изучить теоретическую часть раздела «Методы климатологической обработки наблюдений». Обратит внимание на методы выявления неоднородностей рядов наблюдений, на причины возникновения этих неоднородностей. Рассмотреть приемы и методы пространственного обобщения клима-

тической информации. Изучить особенности климатологической обработки наземных и аэрологических наблюдений.

Составить схему системы уровней обработки первичной метеорологической информации и публикации результатов обработки. Для выполнения этого задания можно воспользоваться интернет – источниками, в том числе - <http://www.apic.ru/standards/pdf/standards/snip/2.pdf>.

Раздел. История климата Земли.

Подготовить реферат на одну из предложенных тем:

- Методы палеоклиматических реконструкций.
- Эволюция климата на планетах Солнечной системы.
- Вариации климата Земли в докембрии.
- Изменение климата в фанерозое, пермокарбонное оледенение.
- Изменения климата в кайнозойской эре.
- История Антарктиды.
- Раннеэоценовое и раннемиоценовое теплые события.
- Изменения климата в плейстоцене и голоцене. Оледенения и межледниковья.
- Позднеплейстоценовый пик оледенения.
- Климат голоцена. Оптимумы голоцена.

Объем реферата должен составлять не менее 25 листов, включая титульный лист, содержание и список используемой литературы.

Раздел. Основные свойства климатической системы и классификация климатов.

Для организации и выполнения самостоятельной работы по этому разделу климатологии студентам предлагается подготовить ответы на вопросы:

1. Какие взаимодействующие компоненты включает в себя понятие климатическая система?
2. Климатические функции Морского океана и суши.
3. Криосфера как продукт и фактор климатообразования.
4. Биота и биосфера, углеродный цикл, биологическая регуляция климата
5. На каких принципах основываются классификации климатов В.Кеппена, М.И. Будыко и А.А. Григорьева, Л.С. Берга и какие климатические зоны выделяются?
6. Сопоставить распределение инсоляции на внешней границе атмосферы и географическое распределение типов климата на классификации Б.П. Алисова.

Найти примеры обратных климатических связей в климатической системе. Ответ представить в форме устного сообщения на 4-6 минут.

Раздел. Энергетический баланс системы «Земля-атмосфера» и бюджет момента количества движения планетарной циркуляции

Самостоятельно изучить и составить конспект на основе учебной литературы:

1. Межширотный перенос энергии в атмосфере и океане, роль циркуляционных систем различного масштаба.
2. Сопоставить меридиональный перенос тепла в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах.
3. Назвать циркуляционные системы, ответственные за генерализацию кинетической энергии в атмосфере.
4. Охарактеризовать перенос водяного пара в январе и июле в тропиках Индийского океана.

5. Сопоставить меридиональный перенос тепла в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах.
6. Охарактеризовать парадокс «отрицательной вязкости» применительно к течениям общей циркуляции атмосферы.
7. Назвать циркуляционные системы, ответственные за генерализацию кинетической энергии в атмосфере.
8. Объяснить причины сезонных изменений направления ветра во внетропической стратосфере.
9. Определить типичный размер волн, которые могут существовать в атмосфере.
10. Описать связь индексов циркуляции АО и NAO.
11. Описать связь индексов циркуляции Вангенгейма и NAO.

Раздел. Цикл Лоренца

Самостоятельно изучить раздел. Подготовить ответы на вопросы:

1. Кинетическая и доступная потенциальная энергия; генерация и диссипация, взаимные превращения.
2. Уравнение баланса энергии для среднезональной и вихревой составляющих.
3. Диаграмма энергетического цикла для среднегодовых условий.

Дополнить конспект лекций, используя научную и периодическую литературу по климатологии.

Раздел Климатология стратосферы

Промежуточная аттестация по указанной теме проводится в форме контрольной работы и содержит вопросы теоретического характера, на которые студент дает письменные ответы. Контрольная работа рассчитана на один академический час.

1. Термический режим и динамика стратосферы (сезонность циркуляционных процессов в умеренных широтах, внезапные стратосферные потепления, квазидвухлетняя цикличность в тропиках, волны Янаи - Маруямы).
2. Объяснить причины сезонных изменений направления ветра в внетропической стратосфере.
3. Определить типичный размер волн, которые могут существовать в стратосфере.

Раздел. Изменчивость состояния современного климата

Разбить коллектив студентов на группы по 3-4 человека, для выполнения творческого проекта «Дальние связи» климатического режима». Результаты оформить в виде презентации и устных докладов на 10-15 минут.

7. Примерная тематика курсовых работ не предусмотрены

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. **Кислов А. В.** Климатология : учебник / А. В. Кислов. - М. : Академия, 2011. - 222 с. (27 экз.).
2. **Косарев В. П.** Лесная метеорология с основами климатологии : учеб. пособие / В. П. Косарев, Т. Т. Андрющенко ; ред. Б. В. Бабилов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2007. - 287 с. (1 экз.).
3. **Кочугова Е. А.** Климатология. Изменения климата : учеб. пособие / Е. А. Кочугова ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2006. - 81 с. (61 экз.).

б) дополнительная литература

1. **Абакумова Г. М.** Прозрачность атмосферы в Москве за последние 50 лет и ее изменения на территории России / Г. М. Абакумова, Е. В. Горбаренко ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Географ. фак. - М. : Изд-во ЛКИ, 2008. - 188 с. (1 экз.).
2. **Береснева И. А.** Климаты аридной зоны Азии / И. А. Береснева ; Отв. ред. П. Д. Гунин. - М. : Наука, 2006. - 288 с. (1 экз.).
3. **Дианский Н. А.** Моделирование циркуляции океана и исследование его реакции на короткопериодные и долгопериодные атмосферные воздействия / Н. А. Дианский. - М. : Физматлит, 2013. - 271 с. (1 экз.).
4. **Дмитриев А. А.** Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов / А. А. Дмитриев, В. А. Белязо. - Л. : Гидрометеиздат, 2006. - 358 с. (1 экз.)
5. **Климат Казани и его изменения в современный период** / ред. Ю. П. Переведенцев и др. - Казань : Изд-во Казан. гос. ун-та, 2006. - 216 с. (1 экз.).
6. **Коновалов А. А.** Климат, фитопродуктивность и палиноспектры: связи, распределение и методика палеорекострукции (на примере Западной Сибири) / А. А. Коновалов, С. Н. Иванов ; ред. В. П. Мельников ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т пробл. освоения Севера. - Новосибирск : Гео, 2007. - 130 с. (1 экз.).
7. **Коробова О. С.** Климат и человек : Учеб. пособие / О. С. Коробова, Т. В. Михина. - М. : Изд-во РУДН, 2007. - 136 с. (1 экз.).
8. **Кочугова Е. А.** Динамика климатических экстремумов на территории Иркутской области / Е. А. Кочугова ; рец.: П. Г. Ковадло, Н. Н. Воропай ; Иркутский гос. ун-т, Географ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 171 с. (21 экз.).
9. **Логинов В. Ф.** Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. - Минск : ТетраСистемс, 2008. - 495 с. (1 экз.)
10. **Логинов В. Ф.** Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата / В. Ф. Логинов ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. - Минск : Белорус. наука, 2012. - 266 с. (1 экз.)
11. **Мордвинов В. И.** Теория климата : учеб. пособие / В. И. Мордвинов, И. В. Латышева, Е. В. Девятова ; рец.: В. К. Аргучинцев, В. Л. Макухин ; Иркутский гос. ун-т, Географ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 187 с. (29 экз.)
12. **Моханакумар К.** Взаимодействие стратосферы и тропосферы / К. Моханакумар ; пер. с англ. Р. Ю. Лукьянова ; ред. Г. В. Алексеев. - М. : Физматлит, 2011. - 452 с. (1 экз.).
13. **Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации** / Фед. служба по гидромет. и монитор. окруж. среды. - М. : Т. 2 : Последствия изменений климата. - 2008. - 288 с. (1 экз.).
14. **Пиловец Г. И.** Метеорология и климатология : учеб. пособие для студ. учрежд. высш. проф. образования по геогр. спец. / Г. И. Пиловец. - Минск : Новое знание ; М. : Инфра-М, 2013. - 398 с. (1 экз.)
15. **Рамсторф Ш.** Глобальное изменение климата: диагноз, прогноз, терапия / Ш. Рамсторф, Х. Й. Шельнхубер ; пер. с нем. Д. К. Трубочанинов. - М. : ОГИ, 2009. - 271 с. (1 экз.)
16. **Сун В. У-Х.** Минимум Маундера и переменные солнечно-земные связи / В. У.-Х. Сун, С. Х. Яскелл ; пер. с англ. Г. В. Бабкина ; ред. Д. Д. Соколов. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2008. - 313 с. (1 экз.)
17. **Фёдоров В. М.** Динамика баланса массы ледников в связи с макроциркуляционными процессами в атмосфере / В. М. Фёдоров. - М. : Физматлит, 2011. - 375 с. (1 экз.).
18. **Хромов С. П.** Метеорология и климатология [Электронный ресурс] : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. 51140 "География и картография" и спец. 012500 "География" и 013700 "Картография" / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. - 7-е изд. - ЭВК. - М. : Изд-во МГУ : Наука, 2006. - 590 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 6 доступов.
19. **Шполянская Н. А.** Вечная мерзлота и глобальные изменения климата / Н. А. Шполянская; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геогр. фак. - М. : Регулярная и хаотическая динамика ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2010. - 198 с. (1 экз.).

в) программное обеспечение

1. Геоинформационная система «Метео» - Научно-производственного центра (НПЦ) «МЭП Мейкер».

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://meteo.ru/data> - Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр Данных
2. www.panda.org - Всемирный Фонд Дикой Природы, страница Климатической компании WWF - последние «климатические» события и новости, материалы для прессы.
3. www.climatenetwork.org - CAN - Climate Action Network - объединение неправительственных организаций, занимающихся проблемами изменения климата.
4. www.ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk - IPCC, центр распространения данных об изменениях климата.
5. www.ipcc.ch - IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change - (МГЭИК) Межправительственная Группа Экспертов по Изменению Климата.
6. www.lib.noaa.gov - Библиотека Агентства США по исследованию атмосферы и океана, широкий спектр материалов и данных об изменениях климата.
7. www.pacinst.org - сайт с обширной библиотекой материалов о влиянии изменений климата на флору, фауну и экосистемы в целом.
8. www.unfccc.int - Секретариат Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК), архив документов и решений органов конвенции.
9. www.wmo.ch - Всемирная Метеорологическая Организация - широкий спектр материалов и данных об изменениях климата.
10. <http://www.gosic.org/wdcmnet> - Мировой центр данных США (метеорология).
11. <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/overview/index.html> (большой портал гидрометеорологических данных)
12. <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/services/NetCDF> (большой портал гидрометеорологических данных)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс с доступом в Интернет и к ГИС Метео.

Для проведения занятий по дисциплине на кафедре имеются приборы для проведения актинометрических наблюдений.

Климатическая карта мира, карта морских течений, физико-географическая карта мира.

10. Образовательные технологии:

В процессе преподавания дисциплины «Физическая метеорология» применяются следующие виды образовательных технологий: развивающее и проблемное обучение, использование в обучении игровых методов (например, олимпиады).

При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, обзорная, проблемная, лекция-информация, лекция-визуализация, лекция-консультация.

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля не используются

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации экзамен

Примерный список вопросов к экзамену

1. Дать определение понятия «климат». Охарактеризовать внешние и внутренние факторы

- климатообразования, обратные связи в климатической системе.
2. Способы описания статистической структуры климатических полей и методов пространственного обобщения климатической информации.
 3. Изменение климата в кайнозойской эре.
 4. Изменения климата в плейстоцене и голоцене.
 5. Малая ледниковая эпоха и современные изменения климата.
 6. Тепловой баланс подстилающей поверхности: географическое распределение радиационного баланса, потоков явного и скрытого тепла.
 7. Описать географические типы воздушных масс, климатические фронты, западный перенос, струйные течения, тропопаузу, циркуляцию Хедли, циркуляцию Уокера, внутритропическую зону конвергенции, пассаты и муссоны.
 8. Водный баланс подстилающей поверхности: географическое распределение его составляющих.
 9. Биогеохимический цикл углерода и его роль в формировании климата.
 10. Описать экваториальный тип климата по классификации Б.П. Алисова.
 11. Описать субэкваториальный тип климата по классификации Б.П. Алисова.
 12. Описать тропический тип климата по классификации Б.П. Алисова.
 13. Описать субтропический тип климата по классификации Б.П. Алисова.
 14. Описать умеренный тип климата по классификации Б.П. Алисова.
 15. Описать субарктический (субантарктический) тип климата по классификации Б.П. Алисова.
 16. Описать арктический (антарктический) тип климата по классификации Б.П. Алисова.
 17. Классификация климатов М.И. Будыко - А.А. Григорьева.
 18. Классификация климатов В. Кеппена - Г. Треварта.
 19. Классификация климатов Л.С. Берга
 20. Распределение инсоляции на внешней границе атмосферы.
 21. Планетарное альbedo, его географическое распределение.
 22. Поток уходящего длинноволнового излучения на внешней границе атмосферы.
 23. Радиационный бюджет системы «Земля – атмосфера».
 24. Уравнение бюджета энергии (кинетической, внутренней, потенциальной, скрытой) климатической системы. Уравнение бюджета энергии при зональном и глобальном осреднении.
 25. Уравнение бюджета водяного пара в атмосфере при зональном и глобальном осреднении.
 26. Механизм меридионального переноса энергии в атмосфере и Мировом океане.
 27. Теплосодержание деятельного слоя Мирового океана, Меридиональный перенос тепла в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах.
 28. Уравнение бюджета углового момента атмосферы и океана при зональном и глобальном осреднении.
 29. Источники и стоки углового момента, их географическое распределение. Перенос углового момента в атмосфере.
 30. Неравномерность суточного вращения Земли, связь аномалий планетарной атмосферной циркуляции с вариациями момента количества движения.
 31. Кинетическая и доступная потенциальная энергия; генерация и диссипация, взаимные превращения. Диаграмма энергетического цикла.
 32. Баротропная и бароклинная неустойчивость зональных течений. Теоремы Релея, Го и Чарни - Стерна о необходимых условиях устойчивости зональных атмосферных течений.
 33. Термический режим и динамика стратосферы (сезонность циркуляционных процессов в умеренных широтах, внезапные стратосферные потепления, квазидвухлетняя цикличность в тропиках, волны Янаи - Маруямы).
 34. Роль озона в энергетике стратосферы.
 35. Цикл Лоренца для стратосферы. Тропосферное возбуждение циркуляции стратосферы возмущениями планетарного масштаба (теория Чарни - Дрезина).

36. Межгодовая изменчивость метеорологического режима. «Дальние связи» климатического режима.
37. Механизмы изменчивости в тропиках и циркуляционные индексы (SO и др.)
38. Механизмы изменчивости и циркуляционные индексы Тихоокеанско-Американского сектора умеренной зоны (NP, PNA).
39. Механизмы изменчивости и циркуляционные индексы Атлантико-Европейского сектора (NAO, формы циркуляции Вангенгейма).
40. Механизмы изменчивости и циркуляционные индексы внетропической стратосферы (AO, AnO).
41. Изменчивость состояния современного климата
42. Основные механизмы атмосферных циркуляционных факторов в формировании изменчивости (Южное колебание, Северо-Атлантическое колебание, Тихоокеанское колебание, Арктическое и Антарктическое колебание).

Разработчик:



доцент кафедры метеорологии и охраны атмосферы Е.А. Кочугова

Программа рассмотрена на заседании кафедры метеорологии и охраны атмосферы «06» марта 2017 г.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.