

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт географии Российской академии наук (ИГ РАН)

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Института географии РАН
Чл. корр. РАН Соломина О.Н.



ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

«Фундаментальные и прикладные проблемы изменений климата»

Направление подготовки 05.06.01. «Науки о Земле».

Направленность (профиль) - Метеорология, климатология, агрометеорология

Рабочая программа дисциплины

1. Наименование дисциплины **Фундаментальные и прикладные проблемы изменений климата**
2. Уровень высшего образования - подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре
3. Направление подготовки – 05.06.01 – Науки о Земле. Направленность программы «Метеорология, климатология, агрометеорология»
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: Дисциплина относится к вариативной части ООП и является обязательной для освоения на 1 и 3 году обучения (1 и 5 семестр).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1	31 (ПК-1) Знать: закономерности физических процессов, протекающих в атмосфере и их взаимодействия с земной (морской) поверхностью и биосферой 32 (ПК-1) Знать: методы диагностики и моделирования изменений климата и окружающей среды У1 (ПК-1) Уметь: квалифицированно применять методы диагностики и моделирования изменений климата для оценки современных тенденций и разработки возможных сценариев будущих изменений климата У2 (ПК-1) Уметь: оценивать степень воздействия изменений климата на окружающую среду

ПК-3	<p>У1 (ПК-3) <i>Уметь</i>: применять аппарат статистического анализа в задачах, связанных с изменениями климата и их последствиями</p> <p>У2 (ПК-3) <i>Уметь</i>: использовать банки гидрометеорологической информации для профессиональных целей</p>
------	---

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся: **составляет 6 зачетных единицы, всего 142 часа, из которых 51 час составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (28 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 23 индивидуальные консультации), 86 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.**

7. Входные требования для освоения дисциплины:

- владение основами гидродинамики, динамической метеорологии, физической метеорологии, математической статистики в объеме, преподаваемом студентам географического факультета, обучающимся по специальности «метеорология»;
- знание основ географических наук в объеме, преподаваемом студентам географического факультета, обучающимся по специальности «метеорология».

8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии): **дисциплина реализуется на базе ИГ РАН**

9. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий:

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Тема 1. Климат. Радиационные факторы изменения климата. Распределение солнечной радиации и ее спектр на границе атмосферы. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере, поглощение радиации в атмосфере и на земной поверхности. Альbedo естественных поверхностей. Суммарная радиация. Длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы: эффективное излучение. Радиационный баланс земной поверхности. Газовый состав атмосферы. Парниковый эффект. Основные компоненты углеродного цикла. Радиационный баланс системы Земля-атмосфера.

Тема 2. Циркуляция атмосферы. Крупномасштабные атмосферные движения. Зональная циркуляция. Статическая устойчивость, конвекция. Вертикальные ячейки циркуляции в атмосфере. Планетарные волны (волны Россби), их роль в общей циркуляции атмосферы. Вихревая активность в атмосфере. Струйные течения. Центры действия атмосферы. Воздушные массы тропосферы, атмосферные фронты. Тропическая циркуляция. Общие знания о циркуляции стратосферы.

Тема 3. Изменения климата. Внешние факторы изменений климата. Факторы антропогенного воздействия на климат. Современные изменения климата, вклад естественных и антропогенных факторов. Внутренняя климатическая изменчивость и ее природа. Изменение климата в

историческое время, современные изменения климата. История изменений климата. Четвертичный период. Теория ледниковых циклов.

Тема 4. Моделирование климатической системы. Математические методы моделирования атмосферных процессов на основе решения систем уравнений гидротермодинамики. Моделирование мезомасштабных процессов и локального теплообмена. Иерархия климатических моделей. Методы диагностики и прогнозирования изменений климата с использованием климатических моделей. Ансамбль глобальных климатических моделей CMIP.

Тема 5. Методы диагностики изменений климата. Статистическая структура климатической изменчивости. Описание изменчивости атмосферной циркуляции, основные моды атмосферной циркуляции, циркуляционные индексы. Моды внутренней климатической изменчивости. Методы выявления внешних факторов воздействия на климат. Методы статистического анализа. Разложение на эмпирические ортогональные функции, SVD анализ, множественная регрессия, спектральный анализ, вейвлетный анализ, корреляционный анализ, тестирование гипотез.

Тема 6. Взаимодействие атмосферы и подстилающей поверхности. Обратные связи, типы и механизмы. Климатическое опустынивание. Особенности динамического и теплового взаимодействия с аридной подстилающей поверхностью с обратной связью.

Тема 7. Актуальные проблемы современных изменений климата. Региональные проявления глобальных изменений климата. Долгопериодная изменчивость климата, климатические циклы. Экстремальные климатические явления. Блокинги и условия их формирования. Волны жары. Потепление в Арктике. Арктическое усиление. Изменения климата и термохалинная циркуляция. Последствия изменений климата для природы и жизнедеятельности человека.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		из них					из них		
Занятия лекц. типа	Занятия семин. типа	Групповые консультац.	Индивидуальные конс.	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические, контрольные	Всего	Выполнение практических заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего	
Тема 1. Климат. Радиационные факторы изменения климата.	16		4		2	6		10	10
Тема 2. Циркуляция атмосферы.	21		4		3	7		14	14
Тема 3. Изменения климата. Внешние факторы	19		4		3	7		12	12

изменений климата.									
Тема 4. Моделирование климатической системы.	22		4		4		8		14 14
Тема 5. Методы диагностики изменений климата.	22		4		4		8		14 14
Тема 6. Взаимодействие атмосферы и подстилающей поверхности.	20		4		4		8		12 12
Тема 7. Актуальные проблемы современных изменений климата.	17		4		3		7		10 10
Промежуточная аттестация – зачеты, экзамен	5								5
Итого	142		28		23		51		86 91

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов:

самостоятельная работа аспиранта проводится в виде выполнения домашних заданий и рефератов.

Примерные вопросы к зачету/экзамену

Радиационные факторы изменений климата.

Парниковый эффект.

Внешние факторы изменений климата и внутренняя климатическая изменчивость.

Естественные и антропогенные составляющие изменений климата.

Внутренняя климатическая изменчивость, ее природа и особенности частотно-временной структуры. Крупномасштабные атмосферные движения, вертикальный и горизонтальный перенос в тропосфере.

Планетарные волны (волны Россби), их роль в общей циркуляции атмосферы.

Основные моды климатической изменчивости и циркуляции атмосферы.

Современные изменения общей циркуляции атмосферы и методы их диагностики.

Обратные связи в системе атмосфера-подстилающая поверхность, типы и механизмы.

Моделирование мезомасштабных процессов и локального теплообмена.

Региональные проявления глобальных изменений климата.

Последствия изменений климата для природы и жизнедеятельности человека.

11. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов:

ЛИТЕРАТУРА

Володин Е.М. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы. Курс лекций. – М.: ИВМ РАН, 2007.

Холтон. Динамическая метеорология.

Хргиан. Физика атмосферы.

Гилл А. Динамика атмосферы и океана. – М.: Мир, 1986.

Исаев А.А. Экологическая климатология. М., Научный Мир. 2003. 472 с.

- Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. М., «Наука/Интерпериодика», 2001, 352 с.
- Кренке А.Н., Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В. Районирование Севера России: новые подходы: колл. монография.- М.: Изд-во РАГС, 2010,176 с
- Золотокрылин А.Н. Климатическое опустынивание. М.: Наука. 2003. 245 с.
- Лиоу К.Н. Основы радиационных процессов в атмосфере. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. –376 с.
- Матвеев Л.Т. Физическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
- Климатическая доктрина Российской Федерации. 17 декабря 2009г., № 861-пп.
- Кобышева Н.В., и др. Климат России. С.П., Гидрометеиздат, 2001, 656 с.
- Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1973.
- Шульгин И.А. Лучистая энергия и энергетический баланс растений. – М.: Альтекс, 2004.
- Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. /T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, et al. (eds.). — Cambridge, Cambridge University Press, 2013, 2535 p.
- Randall D. Introduction to Atmospherer Modelling, Colorado State University, 2005, 339 p.
- Wallace J.M., Hobbs P.V. Atmospheric Science. Second Edition. Amsterdam. Elsevier. 2005. 484p.
- Von Storch and Zwiers. Statistical Analysis in Climate Research

12. Язык преподавания: **русский**

13. Программу составил: **Чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. В.А.Семенов**

Приложение

Фонд Оценочных средств

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Фундаментальные и прикладные проблемы изменений климата» на основе карт компетенций выпускников программ аспирантуры ИГ РАН

Промежуточная аттестация проводится в форме устного зачёта.

Каждый аспирант отвечает на 2 вопроса, один из которых направлен на оценку полученных им знаний, второй – на оценку полученных умений.

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены в следующей таблице.

Результат обучения по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине из соответствующих Карт компетенций					Оценочные средства
	1 <i>Неудовлетворительно</i>	2 <i>Неудовлетворительно</i>	3 <i>Удовлетворительно</i>	4 <i>Хорошо</i>	5 <i>Отлично</i>	
31 (ПК-1) Знать закономерности физических и химических процессов, протекающих в атмосфере и их взаимодействия с земной (морской) поверхностью и биосферой	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о закономерностях физических и химических процессов, протекающих в атмосфере и их взаимодействии с земной (морской) поверхностью и биосферой	Неполные знания о закономерностях физических и химических процессов, протекающих в атмосфере и их взаимодействии с земной (морской) поверхностью и биосферой	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о закономерностях физических и химических процессов, протекающих в атмосфере и их взаимодействии с земной (морской) поверхностью и биосферой	Сформированные и систематические знания о закономерностях физических и химических процессов, протекающих в атмосфере и их взаимодействии с земной (морской) поверхностью и биосферой	Устный опрос
32 (ПК-1) Знать методы диагностики и моделирования изменений климата и окружающей среды	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о методах диагностики и моделирования изменений климата и окружающей среды	Неполные знания о методах диагностики и моделирования изменений климата и окружающей среды	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о методах диагностики и моделирования изменений климата и окружающей среды	Сформированные и систематические знания о методах диагностики и моделирования изменений климата и окружающей среды	Устный опрос
У1 (ПК-1) Уметь: квалифицированно применять методы диагностики и моделирования изменений климата для оценки современных тенденций и разработки возможных сценариев будущих изменений климата	Отсутствие умений	Частично освоенное умение квалифицированно применять методы диагностики и моделирования изменений климата для оценки современных тенденций и разработки возможных сценариев будущих изменений климата	В целом успешное, но не систематическое умение квалифицированно применять методы диагностики и моделирования изменений климата для оценки современных тенденций и разработки возможных сценариев будущих изменений климата	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение квалифицированно применять методы диагностики и моделирования изменений климата для оценки современных тенденций и разработки возможных сценариев будущих изменений климата	Успешное и систематическое умение квалифицированно применять методы диагностики и моделирования изменений климата для оценки современных тенденций и разработки возможных сценариев будущих изменений климата	Устный опрос
У2 (ПК-1) Уметь: оценивать степень воздействия изменений климата на окружающую среду	Отсутствие умений	Частично освоенное умение оценивать степень воздействия изменений климата на окружающую среду	В целом успешное, но не систематическое умение оценивать степень воздействия изменений климата на окружающую среду	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение оценивать степень воздействия изменений климата на окружающую среду	Успешное и систематическое умение оценивать степень воздействия изменений климата на окружающую среду	Устный опрос
У1 (ПК-3) Уметь: применять аппарат статистического анализа в задачах, связанных с изменениями климата и их последствиями	Отсутствие умений	Частично освоенное умение применять аппарат статистического анализа в задачах, связанных с изменениями климата и их последствиями	В целом успешное, но не систематическое умение применять аппарат статистического анализа в задачах, связанных с изменениями климата и их последствиями	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять аппарат статистического анализа в задачах, связанных с изменениями климата и их последствиями	Успешное и систематическое умение применять аппарат статистического анализа в задачах, связанных с изменениями климата и их последствиями	Выполнение проектных заданий
У2 (ПК-3) Уметь: использовать банки	Отсутствие умений	Частично освоенное умение использовать банки	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое умение	Устный опрос

гидрометеорологической информации для профессиональных целей		гидрометеорологической информации для профессиональных целей	умение использовать банки гидрометеорологической информации для профессиональных целей	умение использовать банки гидрометеорологической информации для профессиональных целей	использовать банки гидрометеорологической информации для профессиональных целей	
--	--	--	--	--	---	--