

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

МЕТЕОРОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль)
Гидрометеорология

Квалификация:
Бакалавр

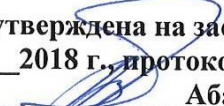
Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОНОП
«Гидрометеорология»


Абанников В.Н.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
8 февраля 2018 г., протокол № 7
Зав. кафедрой  Абанников В.Н.

Авторы-разработчики:
 Лобанов В.А.
 Смирнов И.А.

Санкт-Петербург 2018

Рекомендована Учёным советом метеорологического факультета РГГМУ

Составители:

Лобанов В. А., д-р. техн. наук, профессор кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы РГГМУ.

Смирнов И. А., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы РГГМУ.

Рецензент: Менжулин Г. В., д-р техн. наук, профессор кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды факультета географии и геоэкологии Санкт-Петербургского государственного университета.

© Лобанов В. А., Смирнов И.А., 2018
© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Метеорология и климатология" является подготовка бакалавров по направлению 05.03.04 Гидрометеорология, владеющих знаниями в объеме, необходимом получения комплекса научных знаний, позволяющих им понимать учение об атмосфере, климате и его динамике, о климатах прошлого, настоящего и ближайшего будущего. Рассматриваются такие основные разделы как: метеорологическая информация и банки данных, определение расчетных метеорологических характеристик, уравнения радиационного и теплового баланса и распределение их составляющих по Земному шару, пространственные распределения метеорологических характеристик, факторы формирования климата и их динамика, статистические и физико-математические модели климата, методы изучения климатов прошлого, настоящего и будущего.

Главная задача дисциплины – дать представление о физических процессах и географических факторах, формирующих погоду и климат Земли и их динамике на основе физико-математических и статистических моделей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метеорология и климатология» для направления подготовки 05.03.04 – Гидрометеорология, профиль – гидрометеорология относится к дисциплинам базовой части цикла.

Дисциплина состоит из двух частей: «Метеорология для климатологии» и «Динамика климата». Часть «Метеорология для климатологии» включает в себя изучение основных закономерностей метеорологических факторов по территории Земли, которые обобщены за многолетний период.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика (Теория вероятностей и математическая статистика)», «Физика», «Химия», «Гидрология», «Ландшафтоведение», «Геофизика», «Методы наблюдения и анализа в гидрометеорологии», «Физическая метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)», «Топография», «Картография», «Землеведение».

Параллельно с дисциплиной «Метеорология и климатология» изучаются дисциплины: «Геоморфология», «География почв с основами почвоведения», «Автоматизированные методы обработки гидрометеорологической информации (Статистические методы анализа гидрометеорологической информации)», «Основы авиации», «Специальные вопросы синоптики в задачах авиационной метеорологии», «Методы зондирования окружающей среды», «Синоптическая метеорология», «Динамическая метеорология», «Атмосферное электричество», «Физика облаков».

Дисциплина «Метеорология и климатология» является базовой для освоения дисциплин «Синоптическая метеорология», «Биогеография», «Геоинформатика», «Гидрометеорологические основы охраны окружающей среды», «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология», «Метеорологическое обеспечение полётов», «Региональные синоптические процессы и прогнозы», «Биометеорология», «Дополнительные главы климатологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

<i>Код компетенции</i>	<i>Компетенция</i>
ОПК-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии, биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии
ОПК-3	Владение базовыми общепрофессиональными теоретическими знаниями о географической оболочке, о геоморфологии с основами геологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведения, социально-экономической географии
ППК-3	Готовность применять полученные знания для охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР), планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ.
ПК-3	Владение теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнений окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Метеорология и климатология» обучающийся должен:

Знать:

- Основы строения атмосферы и климатической системы;
- способы получения и методы обработки метеорологической информации;
- основные факторы формирования погоды и климата и составляющие уравнений радиационного и теплового балансов;
- закономерности распределения основных метеорологических характеристик по Земному шару;
- основные классификации климатов Земли;
- основные задачи теории климата и международные программы и проекты по исследованию изменений климата;
- структуру климатической системы Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата;
- статистические методы и модели для изучения пространственно-временных колебаний климата и полученные на их основе результаты;
- основные виды физико-математических моделей климатических изменений и результаты их применения;
- методы палеоклиматологии для получения информации о климатах прошлого;
- исторические изменения климатов Земли от возникновения планеты до современного периода и сценарные оценки климата ближайшего будущего.

Уметь:

- выполнять основные виды метеорологической обработки данных, включая оценку однородности и стационарности информации, восстановление пропусков и увеличение продолжительности рядов наблюдений, определение параметров распределений и расчетных характеристик;
- рассчитывать приходящую солнечную радиацию к верхней границе атмосферы;
- строить детерминированные пространственные модели метеорологических характеристик; статистические пространственно-временные модели, включая модели внутригодовых колебаний и простые физико-математические модели типа энергобалансовых, а также проводить на их основе исследования с привлечением международных архивов данных в Интернете, современных вычислительных средств и ГИС-технологий.

Владеть:

- методами обработки метеорологической информации,
- знаниями об основных процессах и факторах, формирующих погоду и климат и общие закономерности распределения метеорологических характеристик по Земному шару,
- знаниями о причинах и факторах изменений климата,
- основные видами моделей для изучения динамики климата;
- знаниями об основных причинах изменения климата в прошлом, настоящем и ближайшем будущем.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Метеорология и климатология» сведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты обучения

Код компетенции	Результаты обучения
ОПК-2	<p>Знать: теоретические основы фундаментальных разделов физики, химии, биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии;</p> <p>Уметь: анализировать связи и процессы в гидрометеорологии с разделами физики, химии, биологии;</p> <p>Владеть навыками по определению и обоснованию гидрометеорологических процессов с основами физики, химии и биологии.</p>
ОПК-3	<p>Знать: теоретические знания о географической оболочке, о геоморфологии с основами геологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведения, социально-экономической географии;</p> <p>Уметь: анализировать процессы, происходящие в географической оболочке, на основе знаний геоморфологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведения, социально-экономической географии.</p> <p>Владеть навыками и методами оценки влияния геоморфологии, биогеографии, географии почв, особенностей ландшафтов, антропогенных объектов на гидрометеорологические процессы.</p>
ППК-3	<p>Знать: основы охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР), планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ.</p>

	<p>Уметь: планировать, организовывать и проводить полевые и камеральные работы в процессе охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).</p> <p>Владеть навыками планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ для целей охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).</p>
<p>ПК-3</p>	<p>Знать: теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнений окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства.</p> <p>Уметь: анализировать результаты гидрометеорологического мониторинга окружающей среды, техногенных систем и оценивать уровень экологического риска,</p> <p>Владеть навыками и практическими методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства.</p>

Таблица 2 - Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Уровень освоения компетенции	Результат обучения	Результат обучения	Результат обучения	Результат обучения
	ОПК-2, владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии, биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии	ОПК-3, владение базовыми общепрофессиональными теоретическими знаниями о географической оболочке, о геоморфологии с основами геологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведении, социально-экономической географии	ППК-3, готовность применять полученные знания для охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР), планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ.	ПК-3, Владение теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнений окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства.
минимальный	<p>Знать: разделы физики, химии, биологии в объеме, необходимом для понимания физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии;</p> <p>Уметь: определять связи в гидрометеорологии с разделами физики, химии, биологии;</p> <p>Владеть навыками по определению гидрометеорологических процессов с основами физики, химии и биологии.</p>	<p>Знать: основы географической оболочки, о геоморфологии с основами геологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведении, социально-экономической географии;</p> <p>Уметь: понимать процессы, происходящие в географической оболочке, на основе знаний геоморфологии, биогеографии, почвоведения, ландшафтоведении.</p> <p>Владеть навыками оценки влияния геоморфологии, биогеографии, географии почв, ландшафтов на гидрометеорологические процессы.</p>	<p>Знать: особенности охраны атмосферы, вод суши, управления в сфере использования климатических и водных ресурсов, планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ.</p> <p>Уметь: проводить полевые и камеральные работы в процессе охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).</p> <p>Владеть навыками проведения полевых и камеральных работ для целей охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).</p>	<p>Знать: основы организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнений окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды,</p> <p>Уметь: оценивать результаты гидрометеорологического мониторинга окружающей среды</p> <p>Владеть методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды</p>
базовый	Знать: фундамен-	Знать: о роли географической	Знать: принципы охраны атмосфе-	Знать: теоретические основы

	<p>тальные разделы физики, химии, биологии в объеме, необходимом для понимания физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии;</p> <p>Уметь: оценивать наличие связи в гидрометеорологии с разделами физики, химии, биологии;</p> <p>Владеть навыками по обоснованию гидрометеорологических процессов с основами физики, химии и биологии.</p>	<p>оболочки, геоморфологии (с основами геологии), биогеографии, географии почв (с основами почвоведения), ландшафтов, антропогенных объектов на гидрометеорологию.</p> <p>Уметь: оценить процессы, происходящие в географической оболочке, на основе знаний геоморфологии, биогеографии, географии почв, ландшафтоведения, социально-экономической географии.</p> <p>Владеть методами оценки влияния геоморфологии, биогеографии, географии почв, особенностей ландшафтов, антропогенных объектов на гидрометеорологические процессы.</p>	<p>ры, вод суши, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР), планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ.</p> <p>Уметь: организовывать и проводить полевые и камеральные работы в процессе охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).</p> <p>Владеть навыками организации и проведения полевых и камеральных работ для целей охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).</p>	<p>организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнений окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды.</p> <p>Уметь: оценивать результаты гидрометеорологического мониторинга окружающей среды, техногенных систем и понимать уровень экологического риска,</p> <p>Владеть практическими методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека.</p>
продвинутый	<p>Знать: теоретические основы фундаментальных разделов физики, химии, биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии;</p> <p>Уметь: анализировать связи и процессы в гидрометеорологии с разделами физики, химии, биологии;</p> <p>Владеть навыками по определению и обоснованию гидрометеорологи-</p>	<p>Знать: теоретические знания о географической оболочке, о геоморфологии с основами геологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведения, социально-экономической географии;</p> <p>Уметь: анализировать процессы, происходящие в географической оболочке, на основе знаний геоморфологии, биогеографии, географии почв с основами почвоведения, ландшафтоведения, социально-экономической географии.</p> <p>Владеть навыками и методами</p>	<p>Знать: основы охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР), планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ.</p> <p>Уметь: планировать, организовывать и проводить полевые и камеральные работы в процессе охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).</p> <p>Владеть навыками планирования, организации и проведения полевых и камеральных работ для целей</p>	<p>Знать: теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнений окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства.</p> <p>Уметь: анализировать результаты гидрометеорологического мониторинга окружающей среды, техногенных систем и оце-</p>

	ческих процессов с основами физики, химии и биологии.	оценки влияния геоморфологии, биогеографии, географии почв, особенностей ландшафтов, антропогенных объектов на гидрометеорологические процессы.	охраны атмосферы, вод суши и Мирового океана, управления в сфере использования климатических и водных биологических ресурсов (ВБР).	нить уровень экологического риска, Владеть навыками и практическими методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства.
--	---	---	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2015, 2016, 2017, 2018 года набора
Общая трудоёмкость дисциплины	180 часов
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	112
в том числе:	
лекции	32
практические занятия	32
лабораторные занятия	48
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	68
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет, экзамен

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение 2015, 2016, 2017, 2018 года набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Лабораг.	Практич.	Самост. раб			
1	Метеорологическая информация и банки данных. Обработка информации	5	6	6	6	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	4	ППК-3 ПК-3
2	Факторы формирования погоды и климата	5	6	6	6	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	8	ОПК-3 ППК-3 ПК-3
3	Пространственные распределения метеорологических характеристик и климатические классификации	5	6	6	6	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	6	ОПК-2 ППК-3 ПК-3
4	Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата	6	2	6	2	8	Вопросы на лекции.	2	ППК-3 ПК-3

5	Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата	6	6	6	6	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	6	ОПК-3 ППК-3 ПК-3
6	Эмпирико-статистические модели климатических изменений	6	2	6	6	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ППК-3 ПК-3
7	Физико-математические модели климатических изменений	6	2	6	2	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе.	4	ОПК-2 ППК-3 ПК-3
8	Исторические колебания климата	6	2	6	2	8	Вопросы на лекции,.	2	ОПК-2 ОПК-3 ППК-3 ПК-3
ИТОГО			32	48	32	68		32	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена (27 часов)							180		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Метеорологическая информация и банки данных. Обработка информации

Определение погоды и климата, виды метеорологии и климатологии. Цели, задачи и разделы метеорологии и климатологии, их связь с другими дисциплинами. Общая характеристика атмосферы и климатической системы, основные методы изучения в метеорологии и климатологии. История развития метеорологии и климатологии. Международное сотрудничество в области метеорологии и климатологии, включая долгосрочные программы научных исследований и обучения (ВМО, ЮНЕСКО).

Оперативная и режимная метеорологическая информация, специализированные системы обработки, контроля управления базами данных. Мировые и региональные центры хранения режимной информации, их функции и состав информации. Примеры видов информации, содержащейся в различных банках данных (Обнинск, Вашингтон и другие).

Метеорологические и климатологические ряды: источники и способы их получения. Цели и задачи климатологической обработки метеорологических данных.

Причины неоднородности. Предварительные (простые) методы выявления неоднородности и примеры их применения. Статистические методы оценки однородности эмпирических распределений метеорологических величин и стационарности основных параметров распределений (среднее значение и дисперсия). Влияние асимметрии и автокорреляции на статистики критериев. Примеры оценки однородности и стационарности по статистическим критериям.

Классификация методов восстановления данных и увеличения продолжительности рядов метеорологических характеристик. Условия построения эффективных регрессионных зависимостей для восстановления. Алгоритмы и уравнения трех основных методов восстановления данных. Показатели эффективности восстановления данных на зависимой и независимой информации. Применение исторических максимумов для корректировки эмпирических обеспеченностей и параметров распределений.

Виды эмпирических распределений метеорологических и климатических характеристик. Построение эмпирического распределения. Формулы расчета основных параметров распределений методом моментов и наибольшего правдоподобия. Аппроксимация эмпирических распределений метеорологических и климатических характеристик аналитическими законами. Особенности обработки различных метеорологических наблюдений и комплексные климатические показатели. Использование расчетных метеорологических и климатических характеристик в различных отраслях экономики: строительная климатология (СНиП), агроклиматология, медицинская и авиационная климатология.

4.2.2. Факторы формирования погоды и климата

Общая характеристика атмосферы и климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь. Метеорологические и климатообразующие факторы и их классификация. Астрономические факторы: солнечная радиация и солнечная постоянная. Поступление солнечной энергии на Землю. Расчет инсоляции за сутки, полугодия, год. Распределение инсоляции на внешней границе атмосферы по земному шару и ее сезонная изменчивость. Трансформации солнечной энергии в атмосфере Земли, влияние прозрачности атмосферы и облачности на уменьшение солнечной радиации.

Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие. Суммарная солнечная радиация, ее определение, распределение по поверхности земли и внутри года. Альбедо разных видов поверхностей, измерение и расчет для водной поверхности, географическое распределение, роль подстилающей поверхности как фактора климата. Поток уходящего длинноволнового излучения, методы определения и пространственные закономерности. Географическое распределение радиационного баланса земной поверхности и его внутригодовая изменчивость. Радиационный баланс системы земля - атмосфера, атмосферы и океана.

Теплообмен между атмосферой и другими звеньями климатической системы. Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие. Затраты тепла на испарение, методы их расчета и пространственно-временное распределение. Турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности в атмосферу, его определение и распределение по поверхности земли и внутри года. Теплообмен с нижележащими слоями почвы и воды, расчет потоков тепла и их пространственное распределение. Особенности теплообмена между атмосферой и океаном при наличии морских льдов. Сезонная изменчивость составляющих теплового баланса. Уравнение теплового баланса системы Земля – атмосфера. Механизм меридионального переноса энергии в атмосфере и Мировом океане и его географическое представление.

Общая циркуляция атмосферы, её значение для формирования погоды и климата, виды циркуляции и методы изучения. Основные механизмы и схема общей циркуляции атмосферы. Характерные черты зональной и меридиональной циркуляции в тропосфере и стратосфере в разные сезоны года. Струйные течения, их классификация и основные характеристики. Система циклонов и антициклонов межширотного обмена. Сезонная повторяемость циклонов и антициклонов, поле давления и система воздушных течений.

Центры действия атмосферы и их сезонные свойства. Климатологические фронты: виды и сезонная изменчивость. Пассатная циркуляция в тропической зоне и ячейка Хэдли. Особенности поля давления и циркуляции в тропиках. Внутритропи-

ческая зона конвергенции. Тропические циклоны, их свойства и эволюция. Основные свойства муссонной циркуляции. Сезонные закономерности муссонной циркуляции на примерах Азиатского и Африканского муссонов.

Общая циркуляция океана и её влияние на погоду и климат. Океанические течения, их классификации и свойства основных теплых и холодных океанических течений Мирового океана. Особенности вертикальной циркуляции океана: апвеллинг, подводные вихри и ринги. Конвейер океанических течений Брокера. Температура поверхности океана и ее сезонные изменения. Механизм явления Эль-Ниньо.

Горный климат и горная метеорология и климатология. Влияние рельефа на приход и расход солнечной радиации. Влияние рельефа на местную и общую циркуляцию атмосферы. Влияние рельефа на температуру почвы и воздуха, влажность воздуха, облачность, осадки, снежный покров. Вертикальная климатическая поясность.

4.2.3. Пространственные распределения метеорологических характеристик и климатические классификации

Методы пространственного обобщения и карты метеорологических и климатических характеристик. Географическое распределение и временная изменчивость температуры воздуха на земном шаре. Температурные экстремумы и аномалии в зональном распределении температуры. Морской и континентальный климаты, пространственное распределение амплитуд годового хода, индексы континентальности. Влажность воздуха: парциальное давление водяного пара и относительная влажность, их пространственные закономерности в разные сезоны года. Пространственно-временное распределение осадков. Совместное влияние термического режима и режима увлажнения на погоду и климат, засухи. Влагооборот в атмосфере земного шара и водные балансы. Перенос водяного пара в атмосфере Земли в разные сезоны года. Пространственно-временное распределение облачности.

Климатические классификации и районирование. Основные задачи, цели, принципы, виды. Ботанические классификации климатов: классификация В.П.Кеппена, ландшафтно-ботаническая классификация Л.С.Берга и другие. Гидрологическая классификация климатов А.И.Воейкова, Пенка и другие. Почвенные классификации В.В.Докучаева, В.Р.Волобуева, Т.Г.Селянинова и другие. Генетические классификации климатов, основанные на особенностях циркуляции (П.И.Броунов, Б.П.Алисов), теплового баланса деятельной поверхности (Будыко-Григорьев) и другие.

Задачи изучения климатов России и мира. Основные характеристики климатических поясов Земли по классификации климатов Б.П.Алисова. Экваториальный и субэкваториальный типы климатов. Типы климатов в тропическом и субтропическом поясе. Характеристики климатов умеренных и арктических широт. Климаты России: климат арктического, субарктического и умеренного поясов, особенности формирования, климатические области.

4.2.4. Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата

Теория климата: определение, задачи, современное состояние. Основные проблемы теории климата: спектр колебаний, внешние факторы, чувствительность к из-

менениям, обратные связи, триггерный механизм, странные аттракторы, интразитивность.

История международного сотрудничества в изучении изменений климата. Всемирная программа изучения климата. Международные проекты в области изучения климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, Clis.

4.2.5. Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата

Основные свойства отдельных компонент климатической системы (атмосферы, гидросферы, криосферы, литосферы и биосферы) в их влиянии на динамику климата. Причинно-следственные прямые и обратные взаимосвязи в климатической системе. Факторы и причины, определяющие эволюцию глобального климата.

Астрономическая теория М.Миланковича изменения климата и результаты расчетов. Свойства основных астрономических факторов: прецессия, ось вращения Земли, эксцентриситет орбиты. Влияние солнечной активности на динамику климата: солнечная активность, история ее открытия, схемы солнечно-земных связей. Механизмы воздействия солнечной активности на нижнюю атмосферу. Данные наблюдений, воздействие на климат и прогноз. Влияние нестабильности вращения Земли на климат: история, динамика скорости вращения Земли и координат полюса.

Перемещение материков по земному шару и горообразование: геологический календарь, теория тектонических плит, влияние динамики материков на оледенения. Движение магнитных полюсов Земли. Влияние интенсивности магнитного поля и положения полюсов на климат, динамика полюсов. Влияние вулканических извержений на изменение климата: география, типы, индекс интенсивности, история основных извержений и их влияние на климат и его основные характеристики: радиационный баланс, давление, температуру, осадки. Влияние природных катастроф на климат.

Классификация и состав факторов и загрязнителей. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды. Атмосферный аэрозоль: классификация, оценки потоков, воздействие на климат. Природа парникового эффекта. Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса. Глобальное экологическое равновесие. Концепция биотической регуляции окружающей среды, «мир маргариток». История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое.

Классификация и состав факторов и загрязнителей. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды. Атмосферный аэрозоль: классификация, оценки потоков, воздействие на климат. Природа парникового эффекта. Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса. Глобальное экологическое равновесие. Концепция биотической регуляции окружающей среды, «мир маргариток». История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое.

Виды хозяйственной деятельности и ее воздействия на климат. Антропогенные факторы, изменяющие локальный климат: изменение теплового баланса земной поверхности и его составляющих. Воздействия на растительный покров, водный режим, создание водохранилищ. Климат города. Изменение глобального климата в виде воздействия на состав атмосферы: рост углекислого газа и других газов и аэрозолей. Другие антропогенные факторы глобального влияния.

4.2.6. Эмпирико-статистические модели климатических изменений

Методология стационарной и динамической моделей. Общая схема и алгоритм построения моделей. Методы аппроксимации временных рядов. Методы выбора наиболее эффективной модели временного ряда из нескольких: стационарная модель, линейный тренд, ступенчатые изменения и гармоническая модель.

Анализ 800-тысячелетней палеорекострукции. Анализ температуры за последние 45 тыс. лет. Изменение глобальной температуры за последние 1000-1300 лет. Свойства наиболее продолжительных рядов наблюдений и зависимость результатов от выбранной модели. Изменение температуры воздуха и осадков на территории России.

4.2.7. Физико-математические модели климатических изменений

Классификация и иерархия климатических моделей. Одномерная модель М.И.Будыко, определение параметров модели, расширение модели для сезонов. Чувствительность модели к изменению притока радиации, альбедо, облачности. Приложение модели к исследованию изменения циркуляции, концентрации CO_2 и однозначности климата. Другие энерго-балансовые модели (ЭБМ): одномерная Селлеса, нульмерная, нестационарная, двумерные модели.

Блок расчета потоков коротковолновой и длинноволновой радиации в радиационно-конвективной модели (РКМ). Радиационное равновесие с конвекцией. Параметризация модели и выводы по применению. Комбинирование ЭБМ и РКМ. Модели промежуточной сложности на примере климатической модели института физики атмосферы РАН.

Составляющие теории климата. Принципы построения моделей общей циркуляции атмосферы (МОЦА) и основные подсеточные процессы. Уравнения блока атмосферы, океана, суши, снежного покрова, морских и материковых льдов. Международная программа AMIP, чувствительность моделей к изменению CO_2 . Модель HadAM3 - HadOM3. Модель института вычислительной математики (ИВМ) РАН: вычислительные характеристики, воспроизведение современного климата и оценка воздействия.

4.2.8. Исторические колебания климата

Источники сведений о климатах прошлого и история палеоклиматологии. Методы палеоклиматологии: изучение осадочных пород, биогеографические методы, дендрохронология, изотопные, химические и палеомагнитные методы. Приложения: ледяные керны, древние русла и осадки морей.

Климат докембрия: формирование и основные оледенения. Климат фанерозоя: изменения температуры, оледенения, климатические особенности разных периодов. Основные черты установившегося климатического режима и вклады радиации, альбедо и CO_2 в историческое изменение глобальной температуры. Изменение основных климатических характеристик. Палеоклимат отдельных регионов на примере Арктики.

Причины оледенений четвертичного периода. Особенности климата позднеледниковья по моделям и палеорекострукциям. Основные закономерности климата голоцена до нашей эры и в течение последних 2000 лет, включая анализ малого

климатического оптимума и малого ледникового периода. Общие свойства динамики климата за геологическую историю.

Особенности современного климата и наблюдаемые изменения в различных климатических характеристиках. Динамика и вклады показателей антропогенного воздействия на атмосферу. Особенности формирования климата ближайшего будущего и методы прогнозирования. Результаты сценарных оценок будущего климата на основе моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). Результаты по другим оценкам: палеоаналоги, астрономические прогнозы, результаты мониторинга и эмпирического анализа.

4.3. Практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Оценка однородности и стационарности метеорологических характеристик	Лабораторная работа	ППК-3 ПК-3
2	1	Работа с архивами метеорологических характеристик и их пополнение за последние годы с сайтов в Интернете	Практическая работа	ППК-3 ПК-3
3	2	Восстановление пропусков наблюдений и приведение непродолжительных рядов климатических характеристик к многолетнему периоду	Лабораторная работа	ОПК-3 ППК-3 ПК-3
4	2	Расчет параметров и квантилей распределений метеорологических и климатических характеристик	Лабораторная работа	ОПК-3 ППК-3 ПК-3
5	2	Выполнение расчетов по метеорологической обработке рядов наблюдений в редакторе Excel.	Практическая работа	ОПК-3 ППК-3 ПК-3
6	2	Оформление заданий и лабораторных работ в редакторе Word	Практическая работа	ОПК-3 ППК-3 ПК-3
7	3	Теоретическое распределение солнечной радиации на верхней границе атмосферы	Лабораторная работа	ОПК-2 ППК-3 ПК-3
8	3	Использование ресурсов Интернет для определения астрономических характеристик на примере Солнечного кальку-	Практическая работа	ОПК-2, ППК-3 ПК-3

		лятора.		
9	4	Пространственная изменчивость метеорологических и климатических данных	Лабораторная работа	ППК-3 ПК-3
10	4	Обучение работе с основными функциями ГИС на примере MapInfo.	Практическая работа	ППК-3 ПК-3
11	5	Международные программы по изучению изменений климата в Интернете.	Практическая работа	ОПК-3 ППК-3 ПК-3
12	6	Применение статистических методов для оценки климатических изменений	Лабораторная работа	ППК-3 ПК-3
13	7	Стохастическое моделирование пространственно-временных колебаний климата	Лабораторная работа	ОПК-2 ППК-3 ПК-3
14	8	Энергобалансовая модель климатических изменений М.И.Будыко	Лабораторная работа	ОПК-2, ОПК-3, ППК-3, ПК-3
15	8	Результаты расчетов на основе МОЦАО в Интернете	Практическая работа	ОПК-2, ОПК-3, ППК-3, ПК-3

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

5.1.1. Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.

5.1.2. Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждой лабораторной работы. На основании результатов коллоквиума студент допускается (не допускается) к выполнению работы.

5.1.3. Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе.

Вопросы по лекциям:

1. Что такое однородность эмпирического распределения?
2. Какие основные причины возможной неоднородности?
3. По каким критериям оценивается однородность и их основные особенности?
4. Что такое обобщенные критерии оценки однородности?
5. Какова последовательность оценки однородности по статистическим критериям?
6. Что такое статистическая значимость параметров распределения и как она оценивается для коэффициентов автокорреляции, асимметрии и других параметров?
7. Что такое оценка стационарности и чем она отличается от оценки однородности?

8. По каким критериям оценивается стационарность средних значений и дисперсий?
9. Что оценивается раньше: стационарность средних или дисперсий и почему?
10. От каких особенностей временных рядов зависят критические значения статистик критериев стационарности средних и дисперсий?
11. Какова последовательность оценки стационарности по статистическим критериям и какие таблицы критических значений могут быть использованы для этого?
12. Какой вывод можно получить, если оценивать однородность асимметричных распределений с помощью статистических критериев, предназначенных для симметричных распределений?
13. Почему солнечная энергия является основным источником тепла на Земле?
14. Какие процессы являются источником энергии на Солнце и что происходит с температурой Солнца: растет или падает?
15. Что такое эклиптика?
16. Из чего состоит энергетический спектр приходящей радиации?
17. Что такое солнечная постоянная и чему она равна?
18. Почему на Земле происходит смена времен года?
19. Что такое солнцестояние и равноденствие и на какие даты они приходятся?
20. Как изменяется продолжительность светового дня в течение года?
21. От каких факторов зависит приток тепла от солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность?
22. Как определить склонение Солнца на любой день года?
23. Каковы основные закономерности распределения суточных сумм приходящей радиации при отсутствии атмосферы на разных широтах в течение года?
24. Чем отличаются две формулы расчета суточной инсоляции?
25. Что такое «Солнечный калькулятор» в Интернете и что по нему можно определить?
26. На сколько изменяется расстояние от Земли до Солнца в течение года?

а) Образцы вопросов для тестирования студентов.

1. Чем обусловлено внутригодовое изменение климатической характеристики?
 - а) Океаническими приливами
 - б) Непостоянством скорости вращения Земли
 - в) Изменением прецессии
 - г) Вращением Земли вокруг Солнца
2. Каким моментом является дисперсия?
 - а) Первым
 - б) Вторым
 - в) Третьим
 - г) Четвертым
3. К какому типу климатических классификаций относится классификация Б.П.Алисова
 - а) Ботанические
 - б) Гидрологические

- в) Почвенные
- г) Генетические

б) Примеры контрольных заданий

Контрольные задания по данной дисциплине не предусмотрены учебным планом.

в) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов, эссе и докладов по данной дисциплине не предусмотрено

г) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, базовый учебник [1].

5.3. Промежуточный контроль

Промежуточный контроль по результатам 5-го учебного семестра – зачет.
Контроль по результатам 6-го учебного семестра – экзамен.

Вопросы к зачету 5-го семестра

- 1) Определение метеорологии и климатологии, их виды. Цели, задачи и разделы метеорологии климатологии, ее связь с другими дисциплинами. Общая характеристика атмосферы и климатической системы, основные методы изучения метеорологии и климатологии.
- 2) История развития метеорологии и климатологии: древний мир, средние века, первые приборы, начало метеорологических наблюдений. Развитие метеорологии в России: начало наблюдений, становление сети регулярных наблюдений, первые климатические обобщения. Международное сотрудничество в области метеорологии и климатологии.
- 3) Источники и способы получения метеорологических рядов, цели и задачи метеорологической и климатологической обработки данных наблюдений. Мировые и региональные центры хранения режимной информации, их функции и состав информации, примеры
- 4) Основные определения математической статистики: статистическая вероятность, основные теоремы вероятности, генеральная совокупность и выборка, статистические гипотезы и способы их проверки, распределения выборочных статистик и статистические критерии, параметры распределений.
- 5) Основные определения регрессионного анализа: статистические зависимости между переменными, простая и множественная регрессия, метод наименьших квадратов, оценка коэффициентов уравнения и анализ остатков.
- 6) Оценка однородности: причины неоднородности, предварительные (простые) методы выявления неоднородности и примеры их применения.

Статистические методы оценки однородности эмпирических распределений метеорологических величин.

- 7) Оценка стационарности параметров временных рядов: причины, методы. Влияние асимметрии и автокорреляции на статистики критериев. Примеры оценки стационарности по статистическим критериям.
- 8) Восстановление пропусков и удлинение рядов наблюдений: классификация методов, основные уравнения, условия построения эффективных зависимостей для восстановления, показатели эффективности восстановления, применение исторических максимумов.
- 9) Определение расчетных метеорологических и климатических характеристик: построение эмпирического распределения, формулы расчета параметров, аппроксимация аналитическими распределениями.
- 10) Особенности обработки различных метеорологических характеристик и комплексные климатические показатели. Использование расчетных характеристик в различных отраслях экономики на примере СНиПа по строительной климатологии.
- 11) Общая характеристика атмосферы и климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь. Метеорологические и климатообразующие факторы и их классификация.
- 12) Астрономические факторы: солнечная радиация и солнечная постоянная, поступление солнечной энергии на Землю. Расчет инсоляции за сутки, полугодия, год.
- 13) Особенности распределения инсоляции на внешней границе атмосферы по земному шару и ее сезонная изменчивость. Трансформации солнечной энергии в атмосфере Земли.
- 14) Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие: суммарная солнечная радиация, альbedo разных видов поверхностей, поток уходящего длинноволнового излучения. Методы определения и особенности пространственно-временного распределения радиационного баланса и его составляющих. Радиационный баланс системы земля - атмосфера, атмосферы и океана.
- 15) Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие: затраты тепла на испарение, турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности в атмосферу, теплообмен с нижележащими слоями почвы и воды. Методы определения и общие закономерности по поверхности.
- 16) Уравнение теплового баланса при наличии морских льдов. Сезонная изменчивость составляющих теплового баланса. Тепловой баланс системы Земля – атмосфера, широтное распределение составляющих, диаграмма Селлерса.
- 17) Общая циркуляция атмосферы: виды циркуляции и методы изучения. Основные механизмы и схема общей циркуляции атмосферы. Характерные черты зональной и меридиональной циркуляции в тропосфере и стратосфере в разные сезоны года. Струйные течения и их основные характеристики.
- 18) Система циклонов и антициклонов межширотного обмена. Сезонная повторяемость циклонов и антициклонов, поле давления и система воздушных течений. Центры действия атмосферы и их сезонные свойства. Климатологические фронты: виды и сезонная изменчивость.
- 19) Пассатная циркуляция в тропической зоне и ячейка Хэдли. Особенности поля давления и циркуляции в тропиках. Внутритропическая зона конверген-

- ции. Тропические циклоны, их свойства и эволюция. Основные свойства муссонной циркуляции. Сезонные закономерности муссонной циркуляции на примерах Азиатского и Африканского муссонов.
- 20) Общая циркуляция океана и её влияние на погоду и климат. Океанические течения, их классификации и свойства основных теплых и холодных океанических течений Мирового океана. Особенности вертикальной циркуляции океана. Конвейер океанических течений Брокера. Температура поверхности океана и ее сезонные изменения. Механизм явления Эль-Ниньо.
- 21) Влияние рельефа на метеорологические характеристики и климат. Горная метеорология и климатология. Влияние рельефа на приход и расход солнечной радиации, на местную и общую циркуляцию атмосферы, на температуру почвы и воздуха, влажность воздуха, облачность, осадки, снежный покров. Вертикальная климатическая поясность.
- 22) Пространственное распределение метеорологических характеристик: методы пространственного обобщения и картирования, географическое распределение и временная изменчивость температуры воздуха на земном шаре. Температурные экстремумы и аномалии в зональном распределении температуры. Морской и континентальный климаты, пространственное распределение амплитуд годового хода, индексы континентальности.
- 23) Влажность воздуха: парциальное давление водяного пара и относительная влажность, их пространственные закономерности в разные сезоны года. Пространственно-временное распределение осадков. Совместное влияние термического режима и режима увлажнения на климат, засухи. Влагооборот в атмосфере земного шара и водные балансы, облачность.
- 24) Климатические классификации и районирование. Основные задачи, цели, принципы, виды. Ботанические классификации (классификация В.П.Кеппена), гидрологические (классификация климатов А.И.Воейкова), почвенные (В.В.Докучаева, В.Р.Волобуева, Т.Г.Селянинова), генетические классификации, основанные на особенностях циркуляции (Б.П.Алисов) и теплового баланса деятельной поверхности (Будыко-Григорьев).
- 25) Основные характеристики климатических поясов Земли по классификации климатов Б.П.Алисова. Экваториальный и субэкваториальный типы климатов. Типы климатов в тропическом и субтропическом поясе. Характеристики климатов умеренных и арктических широт. Климаты России: климат арктического, субарктического и умеренного поясов, особенности формирования, климатические области.

Перечень билетов к экзамену 6-го семестра

Билет 1

1. Теория климата: определение, задачи, современное состояние. Основные проблемы теории климата: спектр колебаний, внешние факторы, чувствительность к изменениям, обратные связи, триггерный механизм, странные аттракторы, интразитивность.
2. Методы аппроксимации временных рядов. Методы выбора наиболее эффективной модели временного ряда из нескольких.
3. Задача.

Билет 2

1. История международного сотрудничества в изучении изменений климата. Всемирная программа изучения климата. Международные проекты в области изучения климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, CliC
2. Линейные статистические модели внутригодовых колебаний. Модели многолетних колебаний, включая оценку погрешностей и методы декомпозиции.
3. Задача.

Билет 3

1. Основные свойства отдельных компонент климатической системы (атмосферы, гидросферы, криосферы, литосферы и биосферы) в их влиянии на динамику климата. Причинно-следственные прямые и обратные взаимосвязи в климатической системе.
2. Способы пространственного обобщения и моделирования. Построение линейных пространственных моделей
3. Задача.

Билет 4

1. Астрономическая теория М.Миланковича изменения климата и результаты расчетов. Свойства основных астрономических факторов: прецессия, ось вращения Земли, эксцентриситет орбиты.
2. Классификация и иерархия климатических моделей. Одномерная модель М.И.Будыко, определение параметров модели, расширение модели для сезонов.
3. Задача.

Билет 5

1. Влияние солнечной активности на динамику климата: солнечная активность, история ее открытия, схемы солнечно-земных связей. Механизмы воздействия солнечной активности на нижнюю атмосферу. Данные наблюдений, воздействие на климат и прогноз.
2. Чувствительность модели М.И.Будыко к изменению притока радиации, альбедо, облачности. Приложение модели к исследованию изменения циркуляции, концентрации CO₂ и однозначности климата. Другие ЭБМ.
3. Задача.

Билет 6

1. Влияние неустойчивости вращения Земли на климат: история, динамика скорости вращения Земли и координат полюса.
2. РКМ. Блок расчета потоков коротковолновой и длинноволновой радиации. Радиационное равновесие с конвекцией. Параметризация модели и выводы по применению.
3. Задача.

Билет 7

1. Перемещение материков по земному шару и горообразование: геологический календарь, теория тектонических плит, влияние динамики материков на оледенения. Движение магнитных полюсов Земли. Влияние интенсивности магнитного поля и положения полюсов на климат, динамика полюсов.

2. Комбинирование ЭБМ и РКМ. Модели промежуточной сложности на примере КМ ИФА РАН.
3. Задача.

Билет 8

1. Влияние вулканических извержений на изменение климата: география, типы, индекс интенсивности, история основных извержений и их влияние на климат и его основные характеристики: радиационный баланс, давление, температуру, осадки.
2. Составляющие теории климата. Принципы построения МОЦА и основные подсеточные процессы. Уравнения блока атмосферы, океана, суши, снежного покрова, морских и материковых льдов.
3. Задача.

Билет 9

1. Классификация и состав факторов и загрязнителей. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды. Атмосферный аэрозоль: классификация, оценки потоков, воздействие на климат.
2. Международная программа АМIP, чувствительность моделей к изменению CO₂. Модель HadAM3 - HadOM3. Модель ИВМ РАН: вычислительные характеристики, воспроизведение современного климата и оценка воздействия.
3. Задача.

Билет 10

1. Природа парникового эффекта. Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса. Глобальное экологическое равновесие. Концепция биотической регуляции окружающей среды, «мир маргариток».
2. Источники сведений о климатах прошлого и история палеоклиматологии. Методы палеоклиматологии: изучение осадочных пород, биогеографические методы, дендрохронология, изотопные, химические и палеомагнитные методы.
3. Задача.

Билет 11

1. История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое.
2. Примеры приложения методов палеоклиматологии для оценки климата прошлого: ледяные керны, древние русла и осадки морей.
3. Задача.

Билет 12

1. Виды автоколебаний в климатической системе. Основные закономерности общей циркуляции атмосферы. Природа зональной циркуляции. Общая циркуляция мирового океана. Квазидвухлетняя цикличность экваториальной атмосферы и влияние ее на зональную циркуляцию.
2. История и основные закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы. Климат докембрия: формирование и основные оледенения.
3. Задача.

Билет 13

1. Центры действия атмосферы, основные индексы атмосферных колебаний и свойства их динамики. Эль-Ниньо – Южное колебание: история открытия, механизм. Индекс южного колебания, его динамика. Индексы Эль-Ниньо и Ла-Нинья.
2. Климат фанерозоя: изменения температуры, оледенения, климатические особенности разных периодов.
3. Задача.

Билет 14

1. Влияние Гольфстрима на изменение климата. Динамика криосферы и ее влияние на климат и изменение уровня океана.
2. Изменение климата в кайнозое. Основные черты установившегося климатического режима и вклады радиации, альбедо и CO₂ в историческое изменение глобальной температуры. Палеоклимат Арктики.
3. Задача.

Билет 15

1. Виды хозяйственной деятельности и ее воздействия на климат. Антропогенные факторы, изменяющие локальный климат: изменение теплового баланса земной поверхности и его составляющих.
2. Причины оледенений четвертичного периода. Особенности климата позднеледникового по моделям и палеореконструкциям.
3. Задача.

Билет 16

1. Антропогенное воздействия на растительный покров, мезоклимат леса. Антропогенное воздействие на водный режим, создание водохранилищ. Климат города.
2. Основные закономерности климата голоцена до нашей эры и в течение последних 2000 лет, включая анализ малого климатического оптимума и малого ледникового периода. Общие свойства динамики климата за геологическую историю.
3. Задача.

Билет 17

1. Изменение глобального климата в виде воздействия на состав атмосферы: рост углекислого газа и других газов и аэрозолей. Другие антропогенные факторы глобального влияния.
2. Особенности современного климата и наблюдаемые изменения в различных климатических характеристиках. Динамика и вклады показателей антропогенного воздействия на атмосферу
3. Задача.

Билет 18

1. Методология стационарной и динамической моделей. Общая схема и алгоритм построения эмпирико-статистических моделей.
2. Особенности формирования климата ближайшего будущего и методы прогнозирования. Результаты сценарных оценок будущего климата на основе МОЦАО для

планеты и России. Результаты по другим прогнозам: палеоаналоги, астрономические прогнозы и т.д.

3. Задача.

Пример экзаменационного билета

Экзаменационный билет № 11

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Дисциплина Метеорология и климатология

1. История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое.
2. Примеры приложения методов палеоклиматологии для оценки климата прошлого: ледяные керны, древние русла и осадки морей.
3. Задача

Заведующий кафедрой _____ Абанников В.Н.

Образец задания к экзамену.

Задача. По данным вариационного климатического ряда и по значениям вероятности в соответствующих градациях рассчитать среднее арифметическое значение и среднее квадратическое отклонение.

Критерии формирования экзаменационных оценок:

Оценку «отлично» заслуживает студент, демонстрирующий всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные рабочим планом дисциплины, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, показавшим глубокие, исчерпывающие знания, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, а также грамотном и логически стройном построении ответа.

Оценку «хорошо» заслуживает студент, имеющий полное знание программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим наличие твердых, достаточно полных, систематизированных знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности, а также при логически стройном построении ответа при незначительных ошибках.

Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, знающий основной программный материал в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной

программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам при изложении ответа с ошибками, допустившим погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене (зачете) и при выполнении экзаменационных заданий, но уверенно исправленными после наводящих вопросов по изложенным вопросам.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, имеющему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Также оценка «неудовлетворительно» ставится студентам при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неуверенности и неточности ответов после наводящих вопросов по вопросам изучаемой дисциплины, а также, если уровень знаний студентов не соответствует предъявленным требованиям, что делает невозможным продолжение обучения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2011. – 144 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf
2. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 2. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
3. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 2. Динамика климата (Книга 1). Санкт-Петербург, изд-во РГГМУ, 2016. – 332 с.
4. Ю.П. Переведенцев Теория климата (2-ое издание). Казанский Госуниверситет, 2009 - 504 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19484328>

б) Дополнительная литература:

1. Ю.П. Переведенцев Теория климата. Казанский Госуниверситет, 2004, - 318 с.
2. О.А. Дроздов, В.А. Васильев, Н.В. Кобышева, А.Н. Раевский, Л.К. Смекалова, Е.П. Школьный Климатология. Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 568 с.
3. Б.П. Алисов, Б.В. Полтараус Климатология. Из-во МГУ, 1974. – 299 с.
4. Л.Т. Матвеев Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 296 с.
5. И.Л. Кароль Введение в динамику климата Земли. Л.: Гидрометеоздат, 1988 – 216 с.
6. Н.В. Кобышева. Г.Я. Наровлинский Климатологическая обработка метеорологической информации. Л.: Гидрометеоздат, 1978 – 295 с.
7. Н. Дрейпер, Г. Смит Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973 – 392 с.
8. Л. Закс Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. – 598 с.
9. В.Н. Малинин Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Санкт-Петербург, 2008. – 407 с.

10. А.В. Кислов Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 352 с.
11. М.И.Будыко Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 352 с.
12. С.П. Хромов, М.П. Петросянц Метеорология и климатология. Из-во МГУ, 2001. – 528.

в) программное обеспечение

windows 7, лицензия – 48130165 21.02.2011; office 2010, лицензия – 49671955 01.02.2012

г) профессиональные базы данных

база данных Web of Science

база данных Scopus

электронно-библиотечная система eLibrary

д) Рекомендуемые интернет-ресурсы (информационные справочные системы)

1. Электронные ресурсы. Метеорология и климатология

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/gdps-2.html>

<http://meteo.ru/institute/>

<http://cdiac.ornl.gov/epubs/ndp/ndp041/graphics/ndp041.temp.gif>

<http://climexp.knmi.nl/selectstation.cgi?someone>

<http://www.wetterzentrale.de/>

2. Электронные ресурсы. Динамика климата

<http://www-pcmdi.llnl.gov/projects/amip/index.php>

www.wcrp-climate.org/decadal/references/DCPP_Bias_Correction.pdf

http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/standard_output.html#Experiments

http://nldr.library.ucar.edu/repository/assets/ams-pubs/ams_pubs_200083.pdf

<http://oko-planet.su/pogoda/pogodaday/47776-globalnye-klimaticheskie-indeksy.html>

ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/nao_index.tim

https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/nao_station_monthly.txt

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao.shtml

<http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.data.html#npanom>

http://nsidc.org/data/seaice_index/archives/index.html

<http://web.pml.ac.uk/gulfstream/Web2005.pdf>

https://en.wikipedia.org/wiki/Latitude_of_the_Gulf_Stream_and_the_Gulf_Stream_north_wall_index

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (темы №1-8)	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

	<p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p>
Лабораторные занятия (темы №1-4, 6 - 8)	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника и описаний лабораторных работ.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Подготовка специальной рабочей тетради для лабораторных работ.</p> <p>Заготовка шаблонов таблиц, схем и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.</p>
Практические занятия (темы №1-5 и 8)	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>
Подготовка к зачету и экзамену	<p>При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-8	<p><u>информационные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций 2. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 3. Работа с базами данных <p><u>образовательные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. Сочетание индивидуального и коллективного обучения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Компьютерные презентации лекций. 4. Научная электронная библиотека https://elibrary.ru/ 4. Архивы многолетних рядов среднемесячных температур воздуха и сумм месячных осадков

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 1. Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
- 2. Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
- 3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
- 4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
- 5. Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

Лист изменений

Изменения, внесенные протоколом заседания кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы от 30.05.2019 г. № 9:

1. Пункт 4. «Структура и содержание дисциплины»:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2019 года набора
Общая трудоёмкость дисциплины	180 часов
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	70
в том числе:	
лекции	28
практические занятия	-
лабораторные занятия	42
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	110
в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет, экзамен

2. Пункт 4.1 «Содержание разделов дисциплины»:

Очное обучение

2019 года набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар. Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Метеорологическая информация и банки данных. Обработка информации	5	4	6	12	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	4	ППК-3 ПК-3 ОПК-2 ОПК-3
2	Факторы формирования погоды и климата	5	4	6	16	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	8	ППК-3 ОПК-2 ПК-3 ОПК-3
3	Пространственные распределения метеорологических характеристик и климатические классификации	5	4	6	12	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	6	ППК-3 ОПК-2 ПК-3 ОПК-3
4	Задачи теории климата и международное	6	2	4	16	Вопросы на лекции.	2	ППК-3 ОПК-2 ПК-3

	сотрудничество в изучении изменений климата							ОПК-3
5	Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата	6	6	6	14	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	6	ППК-3 ПК-3 ОПК-2 ОПК-3
6	Эмпирико-статистические модели климатических изменений	6	2	6	12	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ППК-3 ПК-3 ОПК-2 ОПК-3
7	Физико-математические модели климатических изменений	6	2	6	16	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе.	4	ППК-3 ПК-3 ОПК-2 ОПК-3
8	Исторические колебания климата	6	2	2	12	Вопросы на лекции,.	2	ППК-3 ПК-3 ОПК-2 ОПК-3
	ИТОГО		28	42	110		32	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена (27 часов)						180		