Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):
Моделирование атмосферных процессов

Квалификация:
Магистр

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Моделирование атмосферных процессов»
_____ **Анискина О.Г.**

Председатель УМС _____ **И.И. Палкин**

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
« 19 **»** мая **2021 г., протокол №** 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МКОА
« 12 **»** мая **2021 г., протокол №** 9
Зав. кафедрой _____ **Сероухова О.С.**

Автор-разработчик:
_____ **Лобанов В.А.**

Санкт-Петербург 2021

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Многомерный статистический анализ» – подготовка магистров, обладающих комплексом теоретических знаний и практических навыков, необходимом получения комплекса научных знаний, позволяющих им понимать методы статистического анализа и их приложение для пространственно-временного моделирования климатических характеристик.

Основные задачи дисциплины – изучение основ теории и практического использования методов многомерного статистического анализа для моделирования климатических изменений во времени и пространстве как в настоящем, так и при оценке будущих сценарных проекций.

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» является комплексной дисциплиной и обучающиеся должны для ее освоения иметь знания как по отдельным разделам фундаментальных дисциплин («Математика», «Физика», «Химия», «Информатика», «География»), так и знать прикладные дисциплины по специальности “Метеорология”, такие как: «Климатология», «Физика атмосферы», «Физика океана», «Физика вод суши», «Геофизика», «Синоптическая метеорология», «Динамическая метеорология», «Статистические методы обработки гидрометеорологической информации».

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» является базовой для освоения дисциплин: «Физические основы форм климата».

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» может быть использована при проведении научно-исследовательской работы, преддипломной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» для подготовки магистров по направлению 05.04.05 − Прикладная гидрометеорология, по профилю подготовки «Прикладная метеорология» относится к дисциплинам, **формируемым участниками образовательных отношений.**

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Геофизика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Физика атмосферы», «Физическая метеорология», «Практическая метеорология».

Параллельно с дисциплиной «Многомерный статистический анализ» изучаются дисциплины: «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», «Климатическая обработка метеоинформации», «Геоинформационные системы в гидрометеорологии (продвинутый уровень)», «Современные модели исследования атмосферы».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенции выпускников **ОПК-2.1; ОПК-2.2, ОПК-4.1**

Таблица 1 - Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**	**Результаты обучения**
ОПК – 2 Способен применять знания физико-	ОПК-2.1 Выявляет и анализирует факторы, приводящие к возник-	**Знать:** теоретические и методические основы многомерного статистического анализа, включая методы анализа информа-

динамических принципов явлений и процессов, происходящих в природной среде, давать их качественную оценку и выделять антропогенную составляющую.	новению явлений и процессов, происходящих в природной среде и определяет механизмы их взаимодействия	ции во времени и по пространству, а также методы моделирования процессов и полей. **Уметь:** оценивать закономерности климатических характеристик во времени и по пространству и строить статистические модели для описания изменений на внутригодовом, межгодовом и пространственном масштабах. **Владеть:** инструментами, методами, вычислительными программами статистического моделирования, включая регрессионный анализ, методы сглаживания, фильтрации и декомпозиции.
ОПК – 2 Способен применять знания физико-динамических принципов явлений и процессов, происходящих в природной среде, давать их качественную оценку и выделять антропогенную составляющую.	ОПК-2.2 Дает качественную оценку механизмов взаимодействия явлений и (или) процессов природной среды	**Знать:** научную основу физико-математических моделей климата, их виды и методы выбора наиболее эффективной модели для воспроизведения регионального климата как в настоящем, так и в будущем. **Уметь:** получать информацию по результатам климатического моделирования из Интернета, сравнивать результаты моделирования и данных наблюдений в регионе, корректировать результаты исторического эксперимента и проекций климата с учетом региональных особенностей климата. **Владеть:** методами и вычислительными программами для работы как с результатами экспериментов на основе физико-математических моделей климата, так и с данными наблюдений в выбранном регионе.
ОПК – 4 Способен самостоятельно обобщать результаты, полученные в процессе решения профессиональных задач, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию	ОПК – 4.1 Формулирует цели и задачи научных исследований в области гидрометеорологии и смежных наук	**Знать:** цели и задачи статистического моделирования динамики климата, методологии стационарной однородной и неоднородной – нестационарной статистических моделей временных рядов, принципы и алгоритм многомерного статистического моделирования. **Уметь:** оценивать качество информации, рассчитывать параметры распределений и получать климатические характеристики редкой повторяемости в стационарных условиях, работать в современных программно-вычислительных комплексах. **Владеть:** методами и вычислительными средствами для осуществления статистического моделирования, а также основными методами многомерного статистического анализа.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Таблица 2. - Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	**Всего часов**	
	Очная форма обучения	**Заочная форма Обучения**
Общая трудоёмкость дисциплины	**144**	**144**
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**56**	**16**
в том числе:		
лекции	**28**	**8**
практические занятия	**28**	**8**
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	**88**	**128**
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	**экзамен**	**экзамен**

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. - Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	**Разделы дисциплины**	**Семестр**	**Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.**			**Формы текущего контроля успеваемости**	**Формируемые компетенции**	**Индикаторы достижения компетенций**
			Лекции	**Практич.**	**СРС**			
1	Многомерный статистический анализ и его приложения для моделирования в климатологии	1	**4**	**4**	**12**	Тесты, задания	ОПК-4.1	ОПК-4.1
2	Вычислительные программы для статистического анализа	1	**4**	**4**	**14**	Тесты, задания	ОПК-4.1	ОПК-4.1
3	Статистическое моделирование внутригодовых изменений	1	**4**	**4**	**12**	Тесты, задания	ОПК-2.1	ОПК-2.1
4	Статистическое моделирование многолетних временных рядов	1	**4**	**4**	**12**	Тесты, задания	ОПК-2.1	ОПК-2.1

5	Пространственные статистические модели	1	**4**	**4**	**12**	Тесты, задания	ОПК-2.1	ОПК-2.1
6	Статистические методы выбора эффективной климатической модели	1	**4**	**4**	**12**	Тесты, задания	ОПК-2.2	ОПК-2.2
7	Оценка будущего регионального климата	1	**4**	**4**	**12**	Тесты, задания	ОПК-2.2	ОПК-2.2
	ИТОГО		**28**	**28**	**88**			
С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу зачета						**144**		

Таблица 4. - Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	**Разделы дисциплины**	**Семестр**	**Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.**			**Формы текущего контроля успеваемости**	**Формируемые компетенции**	**Индикаторы достижения компетенций**
			Лекции	**Практич.**	**СРС**			
1	Многомерный статистический анализ и его приложения для моделирования в климатологии	1	**1**	**1**	**18**	Тесты, задания	ОПК-4.1	ОПК-4.1
2	Вычислительные программы для статистического анализа	1	**2**	**2**	**20**	Тесты, задания	ОПК-4.1	ОПК-4.1
3	Статистическое моделирование внутригодовых изменений	1	**1**	**1**	**18**	Тесты, задания	ОПК-2.1	ОПК-2.1
4	Статистическое моделирование многолетних временных рядов	1	**1**	**1**	**18**	Тесты, задания	ОПК-2.1	ОПК-2.1
5	Пространственные статистические модели	1	**1**	**1**	**18**	Тесты, задания	ОПК-2.1	ОПК-2.1
6	Статистические методы выбора эффективной климатической модели	1	**1**	**1**	**18**	Тесты, задания	ОПК-2.2	ОПК-2.2
7	Оценка будущего регионального климата	1	**1**	**1**	**18**	Тесты, задания	ОПК-2.2	ОПК-2.2
	ИТОГО		**8**	**8**	**128**			
С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу зачета						**144**		

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1. Многомерный статистический анализ и его приложения для моделирования в климатологии

Цели и задачи многомерного статистического анализа. Основные проблемы статистического моделирования в климатологии. Методология и основные положения стационарной статистической модели. Процессы разных временных масштабов и их классификации. Основные факторы, формирующие разномасштабность. Цикличность в природе и ее проявление в рядах климатических характеристик. Методология и основные положения динамической статистической модели. Трехмерное статистическое моделирование в климатологии и алгоритм поэтапного моделирования по трем осям: внутри года, многолетний период и пространство. Влияние пространственно-временных масштабов на моделируемую динамику климата: теоретическое обоснование и примеры.

4.3.2. Вычислительные программы для статистического анализа

Обзор вычислительных программ для статистического моделирования пространственно-временных изменений климата. Программный комплекс «Гидрорасчеты» для моделирования в стационарных условиях. СУБД ПК «Гидрорасчеты»: функции экспорта-импорта, создания форматов, табличный и графический редакторы, фильтры отбора данных. Программы оценки однородности и стационарности: выбор исходной информации, задание вычислительных условий, результаты, их интерпретация и запись в виде таблиц и графиков. Программа восстановления пропусков и приведения непродолжительных рядов наблюдений к многолетнему периоду: выбор исходной информации, задание вычислительных условий, результаты, их интерпретация и запись в виде таблиц и графиков. Программа определения расчетных климатических характеристик: выбор исходной информации, задание вычислительных условий, результаты, их интерпретация и запись в виде таблиц и графиков, файлов.

Вычислительные программы для моделирования на внутригодовом интервале времени, для моделирования многолетних рядов и пространственного моделирования: обзор, форматы исходной информации, вычислительные особенности, структуры файлов результатов.

4.3.3 Статистическое моделирование внутригодовых изменений

Основные внутригодовые закономерности изменений климатических характеристик: солнечная радиация, радиационный и тепловой балансы и их составляющие, температура воздуха и почвы, осадки, атмосферное давление, влажность воздуха, облачность. Методы обобщения информации на внутригодовом интервале: осреднение и параметризация. Статистическая линейная модель внутригодовых колебаний: обоснование, вид уравнения, интерпретация коэффициентов и параметров. Вычислительная программа Intra: структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов. Примеры моделирования внутригодовых изменений климатических характеристик.

4.3.4 Статистическое моделирование многолетних временных рядов

Особенности многолетней структуры временных рядов климатических характеристик. Спектр исторических колебаний температуры воздуха на Земле и его свойства. Полная и упрощенная модели многолетних колебаний: структура уравнений, условия применимости.

Свойства климатической системы и виды моделей нестационарного среднего. Автокорреляционная функция и ее свойства. Методы оценки эффективности и статистической значимости моделей. Вычислительная программа Timod: версии, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов.

Модель многолетних разномасштабных колебаний. Обзор методов сглаживания и декомпозиции сложных природных процессов. Оценка погрешностей процесса. Методы «срезки» и сглаживания амплитуд циклов: теоретические предпосылки, свойства, алгоритм, вычислительные результаты. Примеры и результаты моделирования многолетних рядов климатических характеристик.

4.3.5 Пространственные статистические модели

Основные способы пространственного обобщения климатических характеристик. Пространственные закономерности в распределении различных климатических характеристик: солнечная радиация, составляющие радиационного и теплового балансов, температура воздуха, осадки. Статистические методы классификации и районирования. Линейная статистическая пространственная модель: обоснование, вид уравнения, интерпретация коэффициентов и параметров. Вычислительная программа Space: структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов. Примеры моделирования внутригодовых изменений климатических характеристик, установленные закономерности и взаимосвязи коэффициентов и параметров модели.

4.3.6 Статистические методы выбора эффективной климатической модели

Физико-математические модели климата: назначение, классификация, структура. Полные трехмерные модели общей циркуляции атмосферы и океана, модели системы Земля. Международный проект по сравнению моделей климата: AMIP, CMIP3, CMIP5. Научные центры по разработке моделей климата, основные характеристики моделей. Применение результатов исторического эксперимента для выбора наиболее эффективной модели климата для территории (методика). Программа Convert для считывания информации климатического моделирования из Интернета и преобразования ее в стандартные форматы с выделение региона: назначение, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов. Вычислительная программа Histor для сравнения результатов исторического эксперимента и данных наблюдений: назначение, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов. Оценка систематических погрешностей моделей климата. Примеры выбора эффективной климатической модели для разных территорий.

4.3.7 Оценка будущего регионального климата

Методы оценки будущего климата: установленные тенденции во времени, палеоклиматические аналоги, проекции моделей климата, преимущества и недостатки каждого метода. Специальный доклад о сценариях выбросов (СДСВ), опорные сценарии и сценарии стабилизации, семейства и группы сценариев. Сценарии SRES и RCP: общее и отличие, основные виды сценариев и экспериментов с моделями климата. Проекции температур воздуха по земному шару и России до конца 21 века. Проекции осадков по земному шару

и России до конца 21 века. Методика оценки региональных проекций климата. Вычислительная программа Future для корректировки проекций климатических характеристик с учетом региональных особенностей климата: назначение, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов. Примеры оценки будущих проекций регионального климата в разных районах Земли.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. - Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Всего часов
1	Приложение методов многомерного статистического анализа для пространственно-временного моделирования динамики климата	4
2	Статистические модели климатических изменений в стационарных условиях	4
3	Моделирование сезонных климатических изменений	4
4	Моделирование многолетних временных рядов климатических характеристик	4
5	Пространственные статистические модели климатических характеристик	4
6	Физико-математически модели климата в региональном приложении	4
7	Оценка будущих региональных проекций климата	4

Таблица 6. - Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Всего часов
1	Приложение методов многомерного статистического анализа для пространственно-временного моделирования динамики климата	1
2	Статистические модели климатических изменений в стационарных условиях	1
3	Моделирование сезонных климатических изменений	1
4	Моделирование многолетних временных рядов климатических характеристик	2
5	Пространственные статистические модели климатических характеристик	1
6	Физико-математически модели климата в региональном приложении	1
7	Оценка будущих региональных проекций климата	1

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические материалы по дисциплине (конспект лекций, методические указания по самостоятельной работе, тесты, презентации по темам дисциплины, практикум размещены на сайте метеофакультета http://metfac.ru/ и в moodle: http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=2

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 75;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 15;
- максимальное количество дополнительных баллов - 5

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**

Форма проведения экзамена – **ответы на вопросы билетов или тестирование**

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Многомерный статистический анализ»:

ОПК-4.1

1). Цели и задачи многомерного статистического анализа.
2). Основные проблемы статистического моделирования в климатологии.
3). Методология и основные положения стационарной статистической модели.
4). Процессы разных временных масштабов и их классификации. Основные факторы, формирующие разномасштабность.
5). Цикличность в природе и ее проявление в рядах климатических характеристик.
6). Методология и основные положения динамической статистической модели.
7). Трехмерное статистическое моделирование в климатологии и алгоритм поэтапного моделирования по трем осям: внутри года, многолетний период и пространство.
8). Влияние пространственно-временных масштабов на моделируемую динамику климата: теоретическое обоснование и примеры.
9). Обзор вычислительных программ для статистического моделирования пространственно-временных изменений климата.
10). Программный комплекс «Гидрорасчеты» для моделирования в стационарных условиях. СУБД ПК «Гидрорасчеты»: функции экспорта-импорта, создания форматов, табличный и графический редакторы, фильтры отбора данных.
11). Программы оценки однородности и стационарности: выбор исходной информации, задание вычислительных условий, результаты, их интерпретация и запись в виде таблиц и графиков.
12). Программа восстановления пропусков и приведения непродолжительных рядов наблюдений к многолетнему периоду: выбор исходной информации, задание вычислительных условий, результаты, их интерпретация и запись в виде таблиц и графиков.
13). Программа определения расчетных климатических характеристик: выбор исходной информации, задание вычислительных условий, результаты, их интерпретация и запись в виде таблиц и графиков, файлов.

14). Вычислительные программы для моделирования на внутригодовом интервале времени, для моделирования многолетних рядов и пространственного моделирования: обзор, форматы исходной информации, вычислительные особенности, структуры файлов результатов.

ОПК-2.1

15). Основные внутригодовые закономерности изменений климатических характеристик: солнечная радиация, радиационный и тепловой балансы и их составляющие, температура воздуха и почвы.
16). Основные внутригодовые закономерности изменений климатических характеристик: осадки, атмосферное давление, влажность воздуха, облачность.
17). Методы обобщения информации на внутригодовом интервале: осреднение и параметризация.
18). Статистическая линейная модель внутригодовых колебаний: обоснование, вид уравнения, интерпретация коэффициентов и параметров.
19). Вычислительная программа Intra: структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов.
20). Примеры моделирования внутригодовых изменений климатических характеристик.
21). Особенности многолетней структуры временных рядов климатических характеристик. Спектр исторических колебаний температуры воздуха на Земле и его свойства.
22). Полная и упрощенная модели многолетних колебаний: структура уравнений, условия применимости.
23). Свойства климатической системы и виды моделей нестационарного среднего.
24). Автокорреляционная функция и ее свойства.
25). Методы оценки эффективности и статистической значимости моделей.
26). Вычислительная программа Timod: версии, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов.
27). Модель многолетних разномасштабных колебаний.
28). Обзор методов сглаживания и декомпозиции сложных природных процессов. Оценка погрешностей процесса.
29). Методы «срезки» и сглаживания амплитуд циклов: теоретические предпосылки, свойства, алгоритм, вычислительные результаты.
30). Примеры и результаты моделирования многолетних рядов климатических характеристик.
31). Основные способы пространственного обобщения климатических характеристик.
32). Пространственные закономерности в распределении различных климатических характеристик: солнечная радиация, составляющие радиационного и теплового балансов.
32). Пространственные закономерности в распределении различных климатических характеристик: температура воздуха, осадки.
33). Статистические методы классификации и районирования.
34). Линейная статистическая пространственная модель: обоснование, вид уравнения, интерпретация коэффициентов и параметров.
35). Вычислительная программа Space: структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов.
36). Примеры моделирования внутригодовых изменений климатических характеристик, установленные закономерности и взаимосвязи коэффициентов и параметров модели.

ОПК-2.2

37). Физико-математические модели климата: назначение, классификация, структура.
38). Полные трехмерные модели общей циркуляции атмосферы и океана, модели системы Земля.
39). Международный проект по сравнению моделей климата: AMIP, CMIP3, CMIP5.

40). Научные центры по разработке моделей климата, основные характеристики моделей.
41). Применение результатов исторического эксперимента для выбора наиболее эффективной модели климата для территории (методика).
42).Программа Convert для считывания информации климатического моделирования из Интернета и преобразования ее в стандартные форматы с выделение региона: назначение, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов.
43). Вычислительная программа Histor для сравнения результатов исторического эксперимента и данных наблюдений: назначение, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов.
44). Оценка систематических погрешностей моделей климата.
45). Примеры выбора эффективной климатической модели для разных территорий.
46).Методы оценки будущего климата: установленные тенденции во времени, палеоклиматические аналоги, проекции моделей климата, преимущества и недостатки каждого метода.
47). Специальный доклад о сценариях выбросов (СДСВ), опорные сценарии и сценарии стабилизации, семейства и группы сценариев.
48). Сценарии SRES и RCP: общее и отличие, основные виды сценариев и экспериментов с моделями климата.
49). Проекции температур воздуха по земному шару и России до конца 21 века.
50). Проекции осадков по земному шару и России до конца 21 века.
51). Методика оценки региональных проекций климата.
52). Вычислительная программа Future для корректировки проекций климатических характеристик с учетом региональных особенностей климата: назначение, структура входного файла, задание вычислительных условий, интерпретация файла результатов.
53). Примеры оценки будущих проекций регионального климата в разных районах Земли.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. - Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	**Баллы**
Посещение лекционных занятий	10
Практические задания	50
Тесты	20
Промежуточная аттестация	20
ИТОГО	**100**

Таблица 8 - Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	**Баллы**
Участие в конференции	5
ИТОГО	**5**

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 50 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9 - Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	**Баллы**
Отлично	85-100
Хорошо	65-84

Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Практикуме по Климатологии, Часть 1, Часть 2 и в Учебное пособие по региональной климатологии по освоению дисциплины «Многомерный статистический анализ».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1.Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1 Общая климатология. Книга 1 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2019 – 378 с. Режим доступа http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf
2. В.А.Лобанов Лекции по климатологии. Часть 2. Динамика климата. Кн.1. В 2 кн.: учебник. – СПб.: РГГМУ, 2016. - 332 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417174414.pdf
3.Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 2 Динамика климата. Книга 2 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2018 – 377 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170318.pdf
4. 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
5.В.А.Лобанов Учебное пособие по региональной климатологии. СПб.: РГГМУ, 2020. – 170 с.
6. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 2. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
7. В.А.Лобанов Методические указания по выполнению курсовой работы «Оценка современных региональных изменений климатических характеристик». Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2018. – 91 с.
8. Лобанов В.А., А.Л.Кандове, О.А.А.Шукри Методические указания по выполнению лабораторной работы: «Сценарные оценки будущего климата на основе моделей общей циркуляции атмосферы и океана и данных проекта CMIP5» Санкт-Петербург, издание РГГМУ, 2015 – 46 с.
9. Илышев, А. М. Общая теория статистики [Электронный ресурс] : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / А. М. Илышев. - М.:, ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 535 с. - ISBN 978-5-238-01446-3. (Знаниум.ком).
10. Будовская, Л.М. Методические указания к выполнению курсовой работы "Многомерный статистический анализ" / Л.М. Будовская, Г.Д. Карташов, В.И. Тимонин. ? М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2007. - 48 с., ЭБС Издательства "Лань"
11. Многомерный статистический анализ: учебное пособие С.В.Симушкин; Казан.гос.ун-т.-Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2009.-:421 с.

б) дополнительная литература:

1. В.Н.Малинин Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Санкт-Петербург, 2008. – 407 с.

2. О.А.А.Шукри, В.А.Лобанов, М.С.Хамид Современный и будущий климат Аравийского полуострова. Монография - Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2018. – 190 с.
3. В.А.Лобанов, К.С.Кириллина Современные и будущие изменения климата Республики Саха (Якутия). Монография - Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2019. – 157 с.
4. В.А.Лобанов, Ж.К.Наурозбаева Влияние изменения климата на ледовый режим Северного Каспия. Монография - Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2021. – 140 с.
5. С.П. Хромов, М.П. Петросянц Метеорология и климатология. Из-во МГУ, 2001. – 528.
6. Н.Дрейпер, Г.Смит Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973 – 392 с.
7. Л.Закс Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. – 598 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. СДО MOODLE РГГМУ http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=88
2. Электронный ресурс http://metfac.ru/ Презентации лекций по климатологии (автор В.А.Лобанов)

8.3. Перечень программного обеспечения

1. windows 7 48130165 21.02.2011
2. office 2010 49671955 01.02.2012

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. http://elib.rshu.ru
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. http://znanium.com
3. Специализированный массив базы гидрометеорологических данных ВНИИГМИ-МЦД http://meteo.ru/data

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. База данных Web of Science
4. База данных Scopus

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов лекционных, практических занятий и самостоятельной работы бакалавров.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, 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.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий