

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт экологии и природопользования



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Методы статистической обработки гидрометеорологической информации

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Цифровая метеорология: анализ и прогноз климатических рисков

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Гурьянов В.В. (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, отделение природопользования), Vladimir.Guryanov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности.

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- место статистических методов среди фундаментальных разделов математики и их возможности для обработки и анализа гидрометеорологической информации в пространственных и временных координатах; математический аппарат, применяемый в статистических исследованиях для обработки и анализа метеорологических данных и современные прикладные программные пакеты в среде R или Python.

Должен уметь:

- применять полученные знания для оценки достоверности статистических выводов, тенденций изменения метеорологических величин, их взаимосвязи во времени и пространстве; применять методы статистической обработки в конкретных задачах обработки и анализа метеорологических данных с использованием архивов метеорологических данных на технических носителях и в сети Интернет.

Должен владеть:

- базовыми знаниями в области статистических методов необходимых для обработки и анализа метеорологических данных и оценки достоверности результатов статистических расчетов; практическими навыками использования прикладного программного обеспечения и подходами к обоснованному применению современных метеорологических данных для решения задач статистической обработки и анализа с использованием оперативной и архивной метеорологической информации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.20 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.03.04 "Гидрометеорология (Цифровая метеорология: анализ и прогноз климатических рисков)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 55 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 17 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	Само- стоя- тель- ная ра- бота
1.	Тема 1. Тема 1. Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.	6	4	0	2	0	0	0	2
2.	Тема 2. Тема 2. Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины.	6	4	0	2	0	0	0	1
3.	Тема 3. Тема 3. Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.	6	4	0	2	0	0	0	2
4.	Тема 4. Тема 4. Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.	6	4	0	2	0	0	0	2
5.	Тема 5. Тема 5. Оценка степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.	6	4	0	2	0	0	0	2
6.	Тема 6. Тема 6. Регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.	6	4	0	2	0	0	0	2
7.	Тема 7. Тема 7. Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.	6	4	0	2	0	0	0	2
4.2	Тема 8. Тема 8. Анализ временных рядов. Содержание дисциплины (модуль) Цифровая фильтрация временных рядов. Тема 1. Тема 1. Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.	6	8	0	4	0	0	0	4
Сумма	Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.	36	36	0	18	0	0	0	17

Распределение вероятности случайной величины.

Абсолютная и относительные частоты.

В математической статистике имеют дело со статистическими совокупностями.

Статистическая совокупность - это любая группа сравнимых наблюдений, например, температура воздуха 1 января за все годы. Бесконечная совокупность всех наблюдений (например, температура воздуха 1 января за все прошедшие и будущие годы) называется генеральной статистической совокупностью или просто генеральной совокупностью.

Генеральная совокупность - это теоретически бесконечная совокупность, распределение признака в которой совпадает с теоретическим распределением вероятностей величины X . Последнее называется распределением генеральной совокупности, а его параметры θ параметрами генеральной совокупности. Во многих приложениях теоретическая генеральная совокупность есть идеализация действительной совокупности, из которой получена выборка.

Совокупность, состоящая из конечного числа наблюдений (например, температура воздуха 1 января за период 1898-1988 гг.), называется выборочной совокупностью или выборкой из генеральной совокупности. Каждую выборку рассматривают как выборку из теоретически бесконечной генеральной совокупности

Объемом совокупности (выборочной или генеральной) называют число объектов этой совокупности. (Например, соц. опрос)

Метеорологические ряды всегда являются выборкой из генеральной совокупности. Ряды состоят из отдельных величин какого-либо метеорологического элемента. В статистике анализируемый элемент называют случайной переменной и обозначают X , Y или другой какой-либо заглавной буквой.

Для того чтобы по данным выборки можно было достаточно уверенно судить об интересующем признаке генеральной совокупности (например, средняя за январь температура в Казани), необходимо, чтобы объекты выборки правильно его представляли. Другими словами, выборка должна правильно представлять пропорции генеральной совокупности. Это требование коротко формулируется так: выборка должна быть репрезентативной (представительной).

Тема 2. Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины.

Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины

Построение гистограммы и полигона частот.

Расчет основных статистических характеристик распределения случайной величины.

Распределение частот (повторяемостей) применяется для такого упорядочения данных, которое позволяет легко и быстро их проанализировать.

Дальнейшее упорядочение данных можно произвести путем объединения отдельных фактических температур в группы. Такая методика обобщения данных позволит в дальнейшем пользоваться не отдельными наблюдениями, а их группами. Интервал температуры (либо любой другой случайной переменной), на который распространяется данная группа, называют градацией. Выбор градаций. Однако существуют определенные принципы такого выбора. В метеорологии обычно пользуются следующими типами градаций:

градации числовые и равные по величине;

градации числовые и неравные по величине;

градации нечисловые (выраженные словесно).

Градации числовые и равные по величине. Это наиболее удобный тип градаций. Им по возможности следует пользоваться.

При выборе равных по величине градаций нужно руководствоваться следующими соображениями.

Во-первых, использование слишком малого числа градаций затушевывает важные детали в распределении частот; использование слишком большого числа градаций не дает возможности достаточно хорошо упорядочить и обобщить данные и создает опасность того, что некоторые градации будут иметь повторяемость равную нулю. В качестве эмпирического правила можно принять, что число градаций должно приблизительно равняться упятеренному логарифму числа наблюдений ($5 \lg N$).

Тема 3. Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

Для дальнейшей систематизации данных попытаемся определить значения случайной переменной, лежащие у середины распределения частот. Эти центральные, или осредненные значения могут быть использованы при описании характерного режима случайной переменной.

С этой целью обычно используются три характеристики: средняя, медиана и мода. Наиболее часто применяемой величиной из них является средняя. Эту величину получают, суммируя все значения случайной переменной в выборке и деля сумму на общее число случаев, вошедших в данную выборку. Из перечисленных характеристик средняя больше всего чувствительна к экстремальным значениям переменной, полученным в результате наблюдений. Она меньше всего приемлема для случайных переменных, экстремальные отклонения которых от типичной (характерной) величины встречаются довольно часто и только в одном направлении. Такие экстремумы не оказывают влияния на моду, которая определяется как наиболее вероятное значение случайной переменной. На медиану же, определяемую как значение переменной, которому соответствует средняя точка на кривой распределения частот, влияет не величина этих экстремумов, а число их в распределении.

В метеорологии используется средняя специального типа, которую называют нормой. Она представляет собой многолетнюю среднюю для данного дня или месяца. Так как для величины нормы средних суточных значений метеорологических переменных характерна тенденция к нерегулярным, как правило, случайным колебаниям, то их обычно с помощью той или иной методики сглаживают. Например, средняя температура для 4 марта, полученная из 30-ти летнего ряда наблюдений, может быть ниже, чем аналогичные средние для 3 и 5 марта. Однако некоторые метеорологи не согласны со сглаживанием таких «особых точек?», полагая, что они существенны. Например, исследования К.М. Шанталинского о возврате волн холода в мае по данным станции Казань-университет свидетельствуют о наличии определенных закономерностей в периодичности появления волн холода. Подобные повторяющиеся нерегулярности в годовом ходе проявляются в виде волн тепла в сентябре-октябре («бабье лето?»). Если же сглаживание производится, то его можно делать, например, путем расчета еженедельных (пентадных, декадных) средних и отнесения их к средней дате соответствующей недели. Месячные средние обычно не нуждаются в такого рода сглаживании, так как число отдельных наблюдений, из которых получены эти средние, весьма велико.

Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова, Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

Статистические методы сравнения средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик.

Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова - Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

Тема 4. Тема 4. Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.

Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.

Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова-Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

Установление вида теоретической связи между случайными величинами представляет одну из основных задач при их изучении. В предыдущем параграфе рассмотрено уравнение линейной регрессии в самом общем виде и его частные случаи. К сожалению, возможности метода ограничены только случаем линейной зависимости. Однако случайные величины могут быть зависимы, но некоррелированы (значение коэффициента корреляции близко к 0) и приходится искать другой (нелинейный) тип связи. На практике исследователь из каких-то соображений гипотезирует вид теоретической зависимости, коэффициенты которой находят методом наименьших квадратов.

Корреляция - от латинского correlatio - связь. В математическом анализе зависимость между двумя величинами выражается понятием функции $y = f(x)$, где каждому допустимому значению одной переменной соответствует только одно значение другой переменной. Такая зависимость называется функциональной.

Зависимость случайных величин значительно сложнее, например, если при изменении x изменилось значение y , то мы не сможем сразу сказать, является ли это изменение y результатом зависимости от x , или оно обязано лишь влиянию случайных факторов. Как правило, между случайными величинами может существовать связь особого рода, при которой с изменением одной величины x изменяется распределение другой. Такая связь называется стохастической связью. Изменение случайной величины y , соответствующее изменению случайной величины x , связано с двумя компонентами: а) стохастической, которая связана с зависимостью y и x , б) случайной, связанной с влиянием собственных случайных факторов каждой величины x и y .

Если стохастическая компонента отсутствует, то случайные величины полностью независимы. Если стохастическая компонента не равна нулю, то между x и y существует стохастическая связь. При этом соотношение между стохастической и случайной компонентой определяет силу связи.

Если полностью отсутствует случайная компонента, то фактически имеется функциональная зависимость x и y .

Выявление стохастической связи и степени этой связи представляет важную задачу, как математической статистики, так и обработки метеонаблюдений в частности. Существуют различные показатели, оценивающие разные стороны стохастической связи.

Тема 5. Тема 5. Оценка степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.

Статистические методы оценки степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.

Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.

Являясь случайной величиной, выборочный коэффициент корреляции может оказаться неравным нулю даже при независимых случайных величинах x и y . Поэтому необходимо проверять надежность наличия связи, надежность оценки истинного коэффициента корреляции ρ_{xy} по выборочному коэффициенту r_{xy} . Нулевая гипотеза H_0 применительно к оценке генерального ρ_{xy} по величине r_{xy} заключается в предположении отсутствия корреляции между случайными величинами x и y , т.е. $H_0: r(x,y) = 0$.

1. Для проверки нулевой гипотезы используется критерий t -Стьюдента.

Выборочная функция t при условии справедливости основной гипотезы H_0 удовлетворяет распределению Стьюдента с $f = N - 2$ степенями свободы. При уровне значимости α и при f степенях свободы по таблице t -распределения Стьюдента находится значение $t_{\alpha, f}$;

а) при $t \geq t_{\alpha, f}$ гипотеза H_0 должна быть отвергнута, т.е. выборочный коэффициент корреляции $r(x,y) \neq 0$ (существенно отличен от нуля), тогда $r(x,y) \neq 0$, т.е. случайные величины x и y являются зависимыми;

б) при $t < t_{\alpha, f}$ гипотеза H_0 не отвергается и отклонение $r(x,y)$ от нуля чисто случайное.

2. Для проверки надежности выборочного коэффициента корреляции для достаточно больших объемов выборок $N \geq 40$ используются также критерии Романовского:

Тема 6. Тема 6. Регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.

Понятие о регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.

Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.

Корреляционный анализ позволяет установить значимость (неслучайность) изменения наблюдаемой, измеряемой случайной величины в процессе испытаний, позволяет определить форму и направление существующих связей между признаками. Но ни коэффициент корреляции, ни корреляционное отношение не дают сведений о том, насколько может изменяться варьирующий, результативный признак при изменении связанного с ним признака.

Функция, позволяющая по величине одного признака при наличии кор-реляционной связи находить ожидаемые значения другого признака, называется регрессией. Статистический анализ регрессии называется регрессионным анализом. Это более высокая ступень статистического анализа массовых явлений. Метод регрессии позволяет прогнозировать, предвидеть результативный признак - предиктант y по предиктору x .

Тема 7. Тема 7. Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.

Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.

Дисперсионные методы оценки в языке R .

Ранее было показано, каким образом можно оценить, существенно ли отличается среднее единичной выборки X от истинного среднего μ для некоторой гипотетической генеральной совокупности. Рассмотрение этого критерия привело к распределению t , которое позволило также сравнивать средние значения двух выборок X_1 и X_2 . Теперь естественно задать вопрос, возможно ли установить критерий того, что три или большее число выборочных средних получены из одной и той же гипотетической генеральной совокупности со средним значением μ . Решение этого вопроса исходит из концепции, отличной от ранее использованной. Новый подход привел к общему методу, называемому дисперсионным анализом. Целью дисперсионного анализа является определение вкладов различных источников изменений некоторой величины в ее общую дисперсию. Такой анализ позволяет также оценить, реально ли влияние отдельного фактора или данный эффект можно считать результатом случайных ошибок.

Основные положения

Данный метод основан на разложении общей дисперсии численного признака на составляющие ее компоненты (отсюда и название метода ANalysis Of VAriance или ANOVA), сравнивая которые друг с другом посредством F -критерия Фишера можно определить, какую долю (по отношению к совокупности случайных причин) общей вариации признака обуславливает действие на него известных величин (факторов). Метод основан на сравнении межгрупповой и внутригрупповой изменчивости признака. Каждую группу образуют значения признака при фиксированных значениях (уровнях) известных факторов, поэтому единственным источником дисперсии (изменчивости) внутри каждой группы является суммарное воздействие совокупности случайных причин.

Тема 8. Тема 8. Анализ временных рядов. Спектрально-корреляционный анализ. Цифровая фильтрация временных рядов.

Временной ряд - это перечень значений случайной переменной в зависимости от времени. Обычно интервал времени между наблюдениями случайной переменной (называемый временным интервалом) постоянен. В случае метеорологических временных рядов этот интервал простирается от малых долей секунды (для изучения турбулентности) до тысяч лет (для изучения колебаний климата).

Анализ временных рядов. Спектрально-корреляционный анализ, цифровая фильтрация временных рядов.

Методы анализа и обработки временных рядов.

Задачи статистического анализа временного ряда состоят в следующем:

- 1) изучить основные свойства временного ряда - изменчивость и характеристики его периодических и непериодических колебаний; знание этих свойств помогает разрешить основную задачу, а именно
- 2) предсказать поведение временного ряда в будущем.

В частности, в дальнейшем встретится термин "стационарный" временной ряд. Этот термин означает, что, несмотря на возможную беспорядочность отдельных флуктуаций такого ряда, все же определенные статистические характеристики будут оставаться постоянными от одного периода к другому (на протяжении всего временного ряда).

Понятие о цифровой фильтрации временных рядов.

Высокочастотные и низкочастотные цифровые фильтры.

Цифровая фильтрация с использованием высокочастотных и низкочастотных цифровых фильтров.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

GIS-Lab.info - - <http://cran.gis-lab.info/>

Sarah Stowell. Instant R: An Introduction to R for Statistical Analysis. - - <http://www.instantr.com/book>

The R Project for Statistical Computing - - <http://www.r-project.org/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий по курсу "Методы статистической обработки гидрометеорологической информации" обучаемый должен вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>Приступая к подготовке по теме, необходимо соотнести формулировку темы с определяемой целью, подобрать нужную литературу из списка основных и дополнительных источников, необходимую для занятий, осознание и понимание которых необходимо в ходе занятия уяснить, все ли слова понятны, какие требуют дополнительных разъяснений и комментариев. Если такие имеются, нужно обратиться за разъяснением к преподавателю в начале занятия.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
<p>практические занятия</p>	<p>Прохождение всего цикла практических занятий является обязательным для получения допуска студента к экзамену. В случае пропуска занятий пропущенное занятие подлежит отработке. В ходе практических занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс практических заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять наблюдения, их камеральную обработку, статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня.</p> <p>В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю, при этом, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением плана по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.</p> <p>Теоретическая часть работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов. К каждой теме рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. При выполнении лабораторной работы необходимо подготовить и обработать исходный материал; следуя рекомендациям по выполнению работы провести необходимые процедуры и расчеты; проанализировать полученные результаты и составить окончательный отчет.</p>
<p>самостоятельная работа</p>	<p>К организации самостоятельной работы, на которую отводится значительное количество часов, особенно по сравнению с аудиторной, нужно подходить с особой ответственностью. Внеаудиторная СРС проводится без непосредственного контроля со стороны преподавателя и, следовательно, требует тщательной подготовки. Организация СРС по дисциплине отражается в учебной программе; конкретные виды работы обозначены в тематическом планировании.</p> <p>Выполнение самостоятельной работы поможет студентам в усвоении программного материала и в успешном проведении контрольных мероприятий.</p> <p>Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.</p> <p>Изучение дисциплины ?Методы статистической обработки гидрометеорологической информации? предусматривает проведение систематической самостоятельной работы (СРС) студентами, связанной с проработкой конспектов лекций;</p> <p>изучением основных и дополнительных вопросов из перечня рекомендованной основной и дополнительной литературы;</p> <p>завершением выполнения практических заданий начатых в аудитории и анализом полученных результатов;</p> <p>составлением и оформлением отчетов;</p> <p>подготовкой к контрольным работам, зачету или экзамену;</p> <p>проработкой учебных вопросов для самоконтроля.</p> <p>Основной целью организации СРС является систематизация и закрепление знаний, полученных ими на лекциях, развитие навыков самостоятельного поиска нужных литературных источников.</p> <p>При подготовке к СРС в первую очередь, необходимо обратиться к курсу лекций по данному вопросу и основным учебным пособиям, чтобы найти пути для последующей работы, обновить имеющиеся у студента знания.</p> <p>В ходе СРС студенты закрепляют теоретические основы дисциплины, приобретают навыки поиска дополнительной научной информации, овладевают навыками анализа.</p> <p>Самостоятельная работа с учебными пособиями, научной и методической литературой является наиболее эффективным методом получения основных и дополнительных знаний по дисциплине, активизирует процесс овладения научной информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. СРС предполагает также обращение студентов к словарям, справочникам, энциклопедиям и Интернет ресурсам, что также способствует пониманию и закреплению пройденного материала.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Экзамен предусматривает следующую цель: оценить знания студента по предмету, их прочность, развитие творческого мышления, приобретенные навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их на практике и т.п. Курсовые экзамены по всей дисциплине или ее части имеют цель оценить теоретические знания студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач.</p> <p>Готовиться к экзаменам необходимо в течение всего учебного времени, т.е. с первого дня очередного семестра: вся работа студента на лекциях, практических занятиях, консультациях, а также написание рефератов и выполнение контрольных работ и т.п. - это и есть этапы подготовки студента к зачетам и экзаменам.</p> <p>Подготовка к сессии должна быть нацелена не столько на приобретение новых знаний, сколько на закрепление ранее изученного материала и его повторение. Сумму полученных знаний студенту перед сессией надо разумно обобщить, привести в систему, закрепить в памяти, для чего ему надо использовать учебники, лекции, консультации, курсовые работы, рефераты и т.п., а также методические пособия и различного рода руководства.</p> <p>Повторение необходимо производить по разделам, темам.</p> <p>Экзамен проводится по билетам. Примерный перечень вопросов приводится в рабочей программе. Помимо теоретических вопросов билет на экзамене может включать в себя практическую ситуацию, которую студент должен будет разрешить при ответе на билет.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.03.04 "Гидрометеорология" и профилю подготовки "Цифровая метеорология: анализ и прогноз климатических рисков".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.20 Методы статистической обработки
гидрометеорологической информации*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Цифровая метеорология: анализ и прогноз климатических рисков

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Статистические методы анализа данных : учебник / Л.И. Ниворожкина, С.В. Арженовский, А.А. Рудяга [и др.] ; под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. Л.И. Ниворожкиной. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2016. - 333 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - www.dx.doi.org/10.12737/21064. - ISBN 978-5-369-01612-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556760> (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Кириллов, В. И. Метрологическое обеспечение технических систем : учебное пособие / В.И. Кириллов. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 424 с.; Режим доступа: <http://www.znanium.com>]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006770-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/538107> (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Красс, М. С. Моделирование эколого-экономических систем : учебное пособие / М.С. Красс. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 272 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-006597-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072253> (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Балдин, К. В. Основы теории вероятностей и математической статистики : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. - 5-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2021. - 489 с. - ISBN 978-5-9765-2069-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1588066> (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Бутусов, О. Б. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем : учебное пособие / О.Б. Бутусов, В.П. Мешалкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 374 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/1477254. - ISBN 978-5-16-016994-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1477254> (дата обращения: 12.11.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Тудрий, В.Д. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации / В.Д. Тудрий. - Казань: Издательство Казанского университета, 2007. - 162 с.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.20 Методы статистической обработки
гидрометеорологической информации*

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Цифровая метеорология: анализ и прогноз климатических рисков

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.