Минобрнауки россии

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.06 Статистические методы в экологии и природопользовании**

**1. Шифр и наименование направления подготовки:**

05.04.06 Экология и природопользование

**2. Профиль подготовки:** Экологический мониторинг и оценка воздействия на окружающую среду, управление природопользованием

**3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр

**4. Форма обучения:** 0чная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** природопользование

**6. Составители программы:** Красов Вячеслав Дмитриевич, д.т.н., доцент

**7**. **Рекомендована:**

Кафедра природопользования, \_протокол №4 от \_06.06.2018г, НМС №10 \_от 20.06.18г

**8. Учебный год:** 2018-2019г **Семестр(-ы): 1**

**9**.**Цели и задачи учебной дисциплины: ­­­­­­­­** развитие навыков статистического мышления и навыков использования статистических методов и основ моделирования.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

дисциплина относится к общенаучному циклу; для её изучения необходимо иметь подготовку по математической статистике в объёме программы университета

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

|  |  |
| --- | --- |
| Компетенция | Планируемые результаты обучения |
| Код | Название |
| ОПК-6 | владение базовыми знаниями фундаментальных разделов математики, статистики, физики, в объеме, необходимом для освоения статистических методов в экологии и природопользования; владение методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб | **знать:** методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике**уметь:** осуществлять сбор, обработку данных статистических экспериментов, проводить интерпретацию полученных результатов исследования.**владеть** методами экологического проектирования и экспертизы, экологического менеджмента и аудита, экологического картографирования |
| ПК-4 | владение базовыми данными случайных событий, их характеристиках и законах, распределения вероятностейосновными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации | **знать:** основы статистического анализа**уметь:** применять на практике методы математической статистики и теории вероятностей**владеть** (иметь навык(и)): навыками вычисления основных статистическими методами |

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(*в соответствии с учебным планом)* **—** \_2\_\_\_/\_\_\_144\_\_.

**Форма промежуточной аттестации** зачет

**13. Виды учебной работы**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость  |
| Всего | По семестрам |
| №1  | № семестра | … |
| Аудиторные занятия | 30 | 30 |  |  |
| в том числе: лекции | - | - |  |  |
| практические | - | - |  |  |
| лабораторные | 30 | 30 |  |  |
| Самостоятельная работа | 42 | 42 |  |  |
| Форма промежуточной аттестации | зачет | зачет |  |  |
| Итого: | 72 | 72 |  |  |

**13.1. Содержание дисциплины**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
| ***1. Лабораторные работы*** |  | Общая циркуляция атмосферы |
| 1.1 | Параметрическиекритерии | Описательная статистика. Линейная корреляция |
| Кртерии Стьюдента и Фишера. |
| 1.2 | Проверка статистических гипотезЭлементы регрессионного и корреляционного анализа | Основные сведения. Методы описательной статистики в пакете STADIA 6.0 для WIindows. |
| Анализ нормальных выборок в пакете STADIA. |
| 1.3 | Многомерные методыПараметрические критерии | Понятие функциональной, статистической и корреляционной зависимости. |
| Анализ линейных и криволинейных связей. Регрессионный анализ в пакете STADIA. Множественная линейная регрессия в пакете STADIA |
| Способы выявления трендов в гидрометеорологических рядах. |
| 1.4 | Проверка статистических гипотезЭлементы регрессионного и корреляционного анализаМногомерные методы | Факторный, кластерный и дискриминантный анализ. |
| Метод Вилкоксона для оценки однородности рядов.  |
| Критерий согласия Колмогорова |
| Множественная линейная регрессия в пакете STADIA. |
| 1.5 | Методы и модели анализа и прогнозирования в экологии и природопользовании с использованием временных рядов | Использование надстройки Excel Анализ данных для моделирования временных рядов..  |
| Анализ временных рядов в пакете STADIA. |
| Методы восстановления пропусков в наблюдениях.  |
| Оценка гидрометеорологических характеристик в нестационарных условиях.  |

**13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (часов) |
| Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
|  | Параметрическиекритерии |  |  | 2 | 9 | 11 |  |
|  | Проверка статистических гипотез |  |  | 2 | 8 | 10 |  |
|  | Элементы регрессионного и корреляционного анализа |  |  | 10 | 9 | 19 |  |
|  | Многомерные методы |  |  | 16 | 16 | 32 |  |
|  | Итого |  |  | 30 | 42 | 72 |  |

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Необходима регулярная работа с текстом конспектов лекций для понимания и освоения материала предшествующей и последующей лекций. По указанию преподавателя необходимо регулярно выполнять домашние задачи, выполнять контрольные тесты в ходе текущей аттестации (по каждой пройденной теме), подготовить презентацию по рекомендованной теме к итоговой зачетной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат.

 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов включают:

* использование электронных учебников и ресурсов интернет;
* методические разработки с примерами решения типовых задач в области гидрологии;
* использование лицензионного программного обеспечения для расчета основных метеорологических велечин.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** *(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)*

**а) основная литература:**

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Источник |
| 1 | Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков ; Министерство образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2014. - Ч. I. Математические основы. - 102 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442767 |
| 2 | Джафаров, К.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / К.А. Джафаров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 167 с. : схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2720-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438304  |
| 3 | Гитис, Л.Х. Факторный анализ / Л.Х. Гитис. - М. : Горная книга, 2013. - Лекция 2. Повышение качества управления методами факторного анализа. - 20 с. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-98672-364-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375311> |

**б) дополнительная литература:**

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Источник |
|  | Количественные методы в экономических исследованиях : учебник / Ю.Н. Черемных, А.А. Любкин, Я.А. Рощина и др. ; под ред. Л.В. Тумановой, М.В. Грачевой, Ю.Н. Черемных. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юнити-Дана, 2015. - 687 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-02331-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119441в кн. - ISBN 978-5-9275-1735-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461989 |
|  | Колемаев, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В.А. Колемаев, В.Н. Калинина. - М. : Юнити-Дана, 2015. - 352 с. : табл. - ISBN 5-238-00560-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436721 |

**в)**информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\***:**

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Ресурс |
|  | www. lib.vsu.ru |
|  | http://biblioclub.ru |

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** *(учебно-методические рекомендации, пособия, задачники, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)*

|  |  |
| --- | --- |
| № п/п | Источник |
|  | Михальчук, А.А. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений : учебное пособие / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков ; Министерство образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2014. - Ч. I. Математические основы. - 102 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442767 |
|  | Джафаров, К.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / К.А. Джафаров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 167 с. : схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2720-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438304  |
|  | Гитис, Л.Х. Факторный анализ / Л.Х. Гитис. - М. : Горная книга, 2013. - Лекция 2. Повышение качества управления методами факторного анализа. - 20 с. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-98672-364-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375311> |
|  | Количественные методы в экономических исследованиях : учебник / Ю.Н. Черемных, А.А. Любкин, Я.А. Рощина и др. ; под ред. Л.В. Тумановой, М.В. Грачевой, Ю.Н. Черемных. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юнити-Дана, 2015. - 687 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-02331-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119441в кн. - ISBN 978-5-9275-1735-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461989 |
|  | Колемаев, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В.А. Колемаев, В.Н. Калинина. - М. : Юнити-Дана, 2015. - 352 с. : табл. - ISBN 5-238-00560-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436721 |

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

 Программные пакеты MS Word, MS EXCEL, MS P.Point, STADIA для проведения расчетов и статистического анализа экогеоданных на лабораторных занятиях, а также подготовки мультимедиа-презентаций для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Гидролого-экологические, водохозяйственные разделы типовых проектов природоохранных сооружений.

Нормативная литература по проектированию эколого-гидрологических и водохозяйственных разделов гидротехнических, противоэрозионных и транспортных сооружений.

Программно вычислительные комплексы для выполнения расчетов (Mathcad) и выполнения чертежей Briccad.

**19. Фонд оценочных средств:**

* 1. **Перечень компетенций с указанием этапов формирования и**

**планируемых результатов обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код и содержание компетенции (или ее части) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков) | Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование) | ФОС\* (средства оценивания) |
| ОПК-6владение базовыми знаниями фундаментальных разделов математики, статистики, физики, в объеме, необходимом для освоения статистических методов в экологии и природопользования; владение методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб | знать:методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике | Введение | Практические работы. Устный опрос |
| Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии |
| Основные теоремы теории вероятностей |
| Случайные величины |
| Нормальные распределения вероятностей |
| Моменты случайных величин |
| Основные параметры гидрометеорологических рядов |
| уметь: осуществлять сбор, обработку данных статистических экспериментов, проводить интерпретацию полученных результатов исследования. | Введение | Практические работы. Устный опрос |
| Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии |
| Основные теоремы теории вероятностей |
| Случайные величины |
| Нормальные распределения вероятностей |
| Моменты случайных величин |
| Основные параметры гидрометеорологических рядов |
| владеть методами экологического проектирования и экспертизы, экологического менеджмента и аудита, экологического картографирования | Введение | Практические работы. Устный опрос |
| Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии |
| Основные теоремы теории вероятностей |
| Случайные величины |
| Нормальные распределения вероятностей |
| Моменты случайных величин |
| Основные параметры гидрометеорологических рядов |
| ПК-4 владение базовыми данными случайных событий, их характеристиках и законах, распределения вероятностейосновными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации | знать: основы статистического анализа | Введение | Практические работы. Устный опрос |
| Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии |
| Основные теоремы теории вероятностей |
| Случайные величины |
| Нормальные распределения вероятностей |
| Моменты случайных величин |
| Основные параметры гидрометеорологических рядов |
| уметь: применять на практике методы математической статистики и теории вероятностейи теории вероятностей | Введение | Практические работы. Устный опрос |
| Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии |
| Основные теоремы теории вероятностей |
| Случайные величины |
| Нормальные распределения вероятностей |
| Моменты случайных величин |
| Основные параметры гидрометеорологических рядов |
| владеть (иметь навык(и)): навыками вычисления основных статистическими методами | Введение | Практические работы. Устный опрос |
| Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии |
| Основные теоремы теории вероятностей |
| Случайные величины |
| Нормальные распределения вероятностей |
| Моменты случайных величин |
| Основные параметры гидрометеорологических рядов |
| **Промежуточная аттестация** | КИМ |

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

**19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие критерии:

- владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами математической статистики);

- способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

- применять теоретические знания для расчетов основных статистических величин.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
| Глубокое знание программного и дополнительного материала, свободное ориентирование в учебной и монографической литературе, уверенное владение современными способами, методами статистического анализа, умение решать прикладные задачи, оценивать полученные результаты. | *Повышенный уровень* | *Отлично* |
| Хорошее знание программного материала, свободное владение приемами и методами обработки данных, обоснование применяемых методов для подсчета величин. Умение решать типовые задачи | *Базовый уровень* | *Хорошо* |
| Слабое знание сущности предмета, нечеткое представление о выборе и применимости методов обработки информации, решение простейших задач. | *Пороговый уровень* | *Удовлетворительно* |
| Отсутствие понятийного аппарата, незнание методов и способов обработки данных наблюдений и измерений, навыков решения простейших задач. | *–* | *Неудовлетвори-тельно* |

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**19.3.1 Тестовые задания**

Задание 1. По данным, представляющим собой средние многолетние показатели (n=6) за период вегетации (май, июнь) (табл.1), провести регрессионный анализ зависимости биомассы трав y (г/м2) в агроландшафте от температуры х1 (С) и количества атмосферных осадков х2 (мм).

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | х1 | х2 | у | № | х1 | х2 | у |
| 1 | 14,5 | 82 | 300 | 4 | 17,2 | 120 | 420 |
| 2 | 15,0 | 95 | 350 | 5 | 18,5 | 130 | 450 |
| 3 | 15,6 | 105 | 370 | 6 | 19,3 | 140 | 500 |

Задание 2.На основе линейной регрессионной модели исследовать зависимость продолжительности жизни (У, лет) от рождаемости (х1, %), смертности (х2, %), младенческой смертности (х3, %), разводимости (х4, %) и брачности (х5, %). В таблице 1 приведены исходные данные. Построить три линейные модели, выбирая последовательно в качестве зависимой переменной: а) общую продолжительность жизни (У=х6); б) продолжительность жизни мужчин (У=х7); в) продолжительность жизни женщин (У=х8).

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | х1 | х2 | х3 | х4 | х5 | х6 | х7 | х8 |
| -1- | -2- | -3- | -4- | -5- | -6- | -7- | -8- | -9- |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1960 | 23,2 | 7,4 | 36,6 | 1,5 | 12,5 | 68,95 | 63,95 | 72,55 |
| 1961 | 21,9 | 7,4 | 32,8 | 1,5 | 11,1 | 68,8 | 63,8 | 72,4 |
| 1962 | 20,2 | 7,7 | 32 | 1,6 | 10,1 | 69,1 | 64,1 | 72,7 |
| 1963 | 18,7 | 7,5 | 31 | 1,6 | 9,1 | 69,4 | 64,4 | 73 |
| 1964 | 16,9 | 7,2 | 28,8 | 1,8 | 8,6 | 69,45 | 64,35 | 73,2 |
| 1965 | 15,7 | 7,6 | 26,6 | 1,8 | 8,7 | 69,5 | 64,3 | 73,4 |
| 1966 | 15,3 | 7,6 | 25,5 | 3,2 | 9 | 69,4 | 64,1 | 73,45 |
| 1967 | 14,4 | 7,9 | 25,3 | 3,2 | 9,1 | 69,3 | 63,9 | 73,5 |
| 1968 | 14,1 | 8,1 | 25,4 | 3,2 | 9,1 | 69,05 | 63,55 | 73,45 |
| 1969 | 14,2 | 8,5 | 24,6 | 3 | 9,7 | 68,8 | 63,2 | 73,4 |
| 1970 | 14,6 | 8,7 | 23 | 3 | 10,1 | 69,9 | 63,2 | 73,5 |
| 1971 | 15,1 | 8,7 | 21,2 | 3 | 10,4 | 69 | 63,2 | 73,6 |
| 1972 | 16,3 | 9 | 21,7 | 3,1 | 10 | 68,95 | 63,2 | 73,6 |
| 1973 | 15,1 | 9,2 | 22,2 | 3,2 | 10,6 | 68,9 | 63,2 | 73,6 |
| 1974 | 15,6 | 9,2 | 22,8 | 3,4 | 10,9 | 68,5 | 62,75 | 73,3 |
| 1975 | 15,7 | 9,8 | 23,7 | 3,6 | 11,1 | 68,1 | 62,3 | 73 |
| 1976 | 15,9 | 10 | 25 | 3,8 | 11 | 68 | 62,05 | 73,1 |
| 1977 | 15,8 | 10,2 | 24,2 | 3,7 | 11,2 | 67,9 | 61,8 | 73,2 |
| 1978 | 15,9 | 10,3 | 23,6 | 3,9 | 10,9 | 67,7 | 61,35 | 73,1 |
| 1979 | 15,8 | 10,8 | 22,6 | 4 | 10,7 | 67,5 | 61,5 | 73 |
| 1980 | 15,9 | 11 | 22,1 | 4,2 | 10,6 | 67,75 | 61,75 | 73,25 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1981 | 16 | 10,9 | 21,5 | 4,1 | 10,6 | 68 | 62 | 73,5 |
| 1982 | 16,6 | 10,7 | 20,4 | 4 | 10,4 | 67,95 | 62 | 73,4 |
| 1983 | 17,5 | 11 | 20,1 | 4,1 | 10,4 | 67,9 | 62 | 73,3 |
| 1984 | 16,9 | 11,6 | 20,9 | 4 | 9,6 | 68,6 | 62,9 | 73,65 |
| 1985 | 16,8 | 11,3 | 20,7 | 4 | 9,7 | 69,3 | 63,8 | 74 |
| 1986 | 17,2 | 10,4 | 19,3 | 4 | 9,8 | 69,6 | 64,3 | 74,2 |
| 1987 | 17,1 | 10,5 | 19,4 | 4 | 9,9 | 69,6 | 64,3 | 74,2 |
| 1988 | 16 | 9,8 | 18,9 | 3,9 | 9,5 | 69,9 | 64,8 | 74,4 |
| 1989 | 14,6 | 10,7 | 17,8 | 3,9 | 9,4 | 69,6 | 64,2 | 74,5 |
| 1990 | 13,4 | 11,2 | 17,4 | 3,8 | 8,9 | 69,2 | 63,8 | 74,3 |
| 1991 | 12,1 | 11,4 | 17,8 | 4 | 8,6 | 69 | 63,5 | 74,3 |
| 1992 | 10,7 | 12,2 | 18 | 4,3 | 7,1 | 67,9 | 62 | 73,8 |
| 1993 | 9,4 | 14,5 | 19,9 | 4,5 | 7,5 | 65,1 | 58,9 | 71,9 |
| 1994 | 9,6 | 15,7 | 18,6 | 4,6 | 7,4 | 64 | 57,6 | 71,2 |
| 1995 | 9,3 | 15 | 18 | 4,5 | 7,3 | 65 | 58 | 72 |

Задание 3. Предположим, что урожай пшеницы (У=х4) (ц/га) линейно зависит от суммы осадков (мм) за период от сева до начала кущения (х1), от суммы осадков (мм) от начала кущения до начала цветения (х2) и от испарения (мм) в период от начала кущения до начала цветения пшеницы (х3). Значения этих показателей приведены в таблице1. Методом шаговой регрессии определить необходимый и достаточный набор переменных, объясняющих показатель урожая пшеницы.

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номернаблюдения | х1 | х2 | х3 | х4 |
| -1- | -2- | -3- | -4- | -5- |
| 1 | 21 | 76 | 211 | 10,5 |
| 2 | 44 | 42 | 163 | 10,5 |
| 3 | 25 | 36 | 222 | 6,1 |
| 4 | 37 | 58 | 126 | 11,1 |
| 5 | 53 | 58 | 145 | 14,7 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 24 | 89 | 175 | 12,1 |
| 7 | 27 | 84 | 154 | 10,0 |
| 8 | 36 | 52 | 171 | 10,8 |
| 9 | 88 | 96 | 159 | 17,7 |
| 10 | 14 | 93 | 141 | 8,2 |
| 11 | 14 | 89 | 124 | 11,8 |
| 12 | 17 | 109 | 149 | 10,2 |
| 13 | 32 | 57 | 214 | 9,3 |
| 14 | 19 | 49 | 171 | 9,6 |
| 15 | 40 | 55 | 178 | 8,7 |
| 16 | 12 | 103 | 167 | 11,4 |
| 17 | 66 | 74 | 180 | 13,3 |
| 18 | 20 | 18 | 229 | 5,2 |
| 19 | 66 | 71 | 135 | 14,1 |
| 20 | 39 | 40 | 181 | 7,0 |

Задание 4**.** По данным водного баланса Воронежского водохранилища за 20 лет (табл.1) провести методом шаговой регрессии анализ зависимости общего стока через створ Воронежского ГУ (У=х5) от притока по реке Воронеж (х1), боковой приточности (х2), осадков (х3) и испарения (х4).

Таблица 4.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | х1 | х2 | х3 | х4 | х5 |
| 1976 | 1193,83 | 34,39 | 44,27 | 25,70 | 1109,12 |
| 1977 | 2009,62 | 47,50 | 52,62 | 36,47 | 1908,19 |
| 1978 | 2034,7 | 52,80 | 51,17 | 35,83 | 1965,45 |
| 1979 | 78,83 | 3232,2 | 51,09 | 52,94 | 3094,20 |
| 1980 | 2240,5 | 61,50 | 63,45 | 45,45 | 2268,5 |
| 1981 | 3615,5 | 87,99 | 54,49 | 49,08 | 3523,0 |
| 1982 | 1852,7 | 47,41 | 40,51 | 40,67 | 1806,1 |
| 1983 | 2491,3 | 44,67 | 37,26 | 43,16 | 2394,2 |
| 1984 | 1194,4 | 12,89 | 29,56 | 52,06 | 1061,2 |
| 1985 | 1930 | 28,5 | 48,2 | 45,0 | 1790 |
| 1986 | 2338,8 | 49,14 | 35,89 | 49,95 | 2222,8 |
| 1987 | 1315,7 | 34,64 | 47,1 | 39,39 | 1101,71 |
| 1988 | 1618,5 | 36,09 | 46,52 | 48,56 | 1523,1 |
| 1989 | 1135,9 | 24,52 | 52,61 | 50,97 | 1048,1 |
| 1990 | 2019,4 | 56,63 | 55,87 | 45,11 | 1984,6 |
| 1991 | 2403,9 | 50,29 | 29,62 | 53,67 | 2218,2 |
| 1992 | 1403,7 | 25,11 | 44,99 | 52,24 | 1361,3 |
| 1993 | 2217,10 | 56,33 | 45,16 | 52,03 | 2047,5 |
| 1994 | 2882,50 | 91,77 | 40,01 | 52,51 | 2769,4 |
| 1995 | 2308,90 | 58,60 | 51,22 | 55,22 | 2243,30 |

**Тема: кластерный, дискриминантный и факторный анализ**

Задание 1.В качестве факторов, определяющих развитие природных процессов на речных водосборах, были выбраны площадь земель с крутизной склонов более 50, % (x1), водопроницаемость рельефообразующих пород, % (х2), модуль весеннего стока за год 50% обеспеченности, л(с км2) (х3), площадь пашни, га/км2 (х4), облесенность, % (х5), содержание гумуса, % (х6), модуль подземного стока , л(с км2) (х7). Значения этих показателей приведены в табл.1. Используя метод кластерного анализа, провести группировку речных бассейнов в кластеры по выделенным факторам природного воздействия и анализ средних значений показателей для полученных кластеров.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименованиереки | x 1 | x 2 | x 3 | x 4 | x 5 | x 6 | x 7 |
| -1- | -2- | -3- | -4- | -5- | -6- | -7- | -8- | -9- |
| 1 | Б. Верейка | 3,8 | 4,0 | 2,2 | 51,4 | 15,4 | 5,6 | 1,1 |
| 2 | Усмань | 1,2 | 4,5 | 1,8 | 69,7 | 11,6 | 6,4 | 1,0 |
| 3 | Хава | 2,0 | 3,5 | 1,5 | 62,0 | 9,1 | 6,8 | 0,9 |
| 4 | Матреночка | 3,2 | 2,0 | 1,7 | 68,1 | 3,4 | 7,1 | 0,6 |
| 5 | Эртиль | 2,7 | 2,0 | 1,7 | 69,0 | 1,3 | 6,6 | 0,4 |
| 6 | Курлак | 3,5 | 2,0 | 1,5 | 73,3 | 4,2 | 6,8 | 0,5 |
| 7 | Токай | 3,7 | 2,0 | 2,1 | 74,2 | 4,5 | 6,8 | 0,6 |
| 8 | Елань | 3,6 | 4,5 | 2,2 | 56,4 | 9,5 | 5,8 | 0,4 |
| 9 | Савала | 4,1 | 4,3 | 2,2 | 76,2 | 10,7 | 5,6 | 0,4 |
| 10 | Карачан | 4,0 | 3,5 | 2,1 | 57,0 | 14,5 | 6,1 | 0,4 |
| 11 | Ворона | 3,0 | 5,0 | 2,1 | 64,2 | 17,9 | 5,2 | 0,4 |
| 12 | Хопер | 3,0 | 5,6 | 2,2 | 52,7 | 9,9 | 4,9 | 0,4 |
| 13 | Ведуга | 8,0 | 9,0 | 1,9 | 60,0 | 5,1 | 6,2 | 1,2 |
| 14 | Тамлык | 2,4 | 4,5 | 1,5 | 65,5 | 5,6 | 6,6 | 0,9 |
| 15 | Тойда | 4,7 | 2,0 | 1,8 | 63,6 | 4,9 | 7,0 | 0,6 |
| 16 | Тишанка | 2,0 | 2,0 | 1,8 | 62,0 | 3,1 | 5,8 | 0,4 |
| 17 | В. Девица | 10,6 | 8,3 | 1,5 | 57,8 | 5,3 | 5,7 | 1,3 |
| 18 | Еманча | 10,0 | 8,0 | 1,5 | 52,1 | 7,8 | 6,2 | 1,3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 19 | Н. Девица | 13,2 | 6,0 | 1,4 | 52,8 | 6,6 | 5,6 | 1,0 |
| 20 | Хворостань | 5,7 | 5,0 | 1,4 | 61,3 | 5,6 | 5,4 | 0,8 |

Задание 2.В качестве основных факторов, которые определяют интенсивность развития негативных природных процессов на водосборах малых рек в Тамбовской полезащитных лесных полос га/км (х8 ), распаханность территории, % (х9), среднемноголетний слой стока рек 75%-ной обеспеченности за год, мм (х10), то же за половодье, мм (х11), то же за 30 дней зимней межени, мм (х12). Значения этих показателей приведены в таблице 1.

8

Используя метод кластерного анализа, провести группировку речных бассейнов в кластеры по выделенным факторам и анализ средних значений показателей для полученных кластеров.

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Водосборы рек | х 1 | х 2 | х 3 | х 4 | х 5 | х 6 | х 7 | х8 | х9 | х10 | х11 | х12 |
| Серп | 85 | 0,81 | 0,010 | 27 | 150 | 3,9 | 31 | 0,52 | 39 | 106 | 54 | 1,4 |
| Цна | 108 | 0,80 | 0,010 | 19 | 310 | 2,8 | 18 | 0,68 | 58 | 103 | 50 | 1,3 |
| Иловай | 60 | 0,40 | 0,055 | 21 | 280 | 8,0 | 20 | 0,60 | 54 | 98 | 61 | 1,3 |
| Лес.Воронеж | 62 | 0,60 | 0,060 | 22 | 430 | 6,5 | 8 | 0,92 | 59 | 97 | 62 | 1,3 |
| Пол.Воронеж | 67 | 0,79 | 0,015 | 29 | 140 | 3,8 | 6 | 0,89 | 55 | 94 | 64 | 1,4 |
| Челновая | 101 | 0,76 | 0,011 | 25 | 150 | 3,0 | 19 | 0,70 | 57 | 107 | 56 | 1,3 |
| Керша | 96 | 0,80 | 0,003 | 22 | 165 | 2,0 | 17 | 0,79 | 56 | 98 | 51 | 1,3 |
| Б.Ломовис | 111 | 0,80 | 0,005 | 26 | 220 | 2,0 | 22 | 0,80 | 56 | 92 | 53 | 1,4 |
| Кашма | 109 | 0,80 | 0,005 | 26 | 200 | 2,0 | 18 | 0,79 | 52 | 106 | 55 | 1,4 |
| Воронеж | 95 | 0,40 | 0,095 | 19 | 180 | 2,8 | 15 | 1,00 | 50 | 86 | 44 | 1,6 |
| Матыра | 102 | 0,80 | 0,085 | 24 | 80 | 3,0 | 4 | 1,02 | 72 | 80 | 44 | 1,4 |
| С.Липовица | 108 | 0,81 | 0,003 | 29 | 200 | 2,0 | 19 | 0,45 | 68 | 90 | 43 | 1,3 |
| Лес.Тамбов | 97 | 0,80 | 0,003 | 27 | 260 | 2,0 | 18 | 0,81 | 61 | 90 | 35 | 1,4 |
| Мок.Панда | 101 | 0,81 | 0,005 | 28 | 250 | 2,0 | 8 | 0,95 | 65 | 74 | 50 | 1,1 |
| Калаис | 90 | 0,79 | 0,005 | 25 | 260 | 2,0 | 12 | 0,84 | 60 | 79 | 62 | 1,4 |
| Ира | 77 | 0,81 | 0,005 | 18 | 260 | 2,0 | 6 | 0,85 | 62 | 78 | 64 | 1,3 |
| Вяжля | 95 | 0,81 | 0,005 | 24 | 150 | 2,8 | 5 | 0,94 | 67 | 76 | 55 | 1,3 |
| Битюг | 94 | 0,80 | 0,002 | 27 | 100 | 2,2 | 3 | 0,82 | 75 | 57 | 28 | 0,8 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эртиль | 77 | 0,80 | 0,002 | 25 | 140 | 2,2 | 3 | 0,86 | 75 | 67 | 30 | 0,9 |
| Токай | 85 | 0,81 | 0,002 | 18 | 200 | 2,3 | 3 | 1,03 | 74 | 51 | 37 | 0,7 |
| Савала | 96 | 0,80 | 0,003 | 21 | 260 | 2,8 | 3 | 1,22 | 72 | 51 | 45 | 0,8 |
| Шибряйка | 76 | 0,81 | 0,005 | 18 | 760 | 2,5 | 6 | 0,90 | 67 | 61 | 42 | 1,0 |
| Ворона | 106 | 0,81 | 0,005 | 23 | 350 | 2,8 | 7 | 0,98 | 68 | 59 | 42 | 1,0 |

Задание 3.Для оценки последствий воздействий хозяйственной деятельности человека на природную среду были выбраны эродированность почв, % (х1), площадь оврагов, % (х2), подкисление почв, % (х3), солонцеватость почв, % (х4), переувлажнение почв, % (х5), засоление почв, % (х6), безвозвратные потери водных ресурсов, тыс. м 3 /км 2 (х7), загрязнение вод промышленно-коммунальными стоками, % (х8), сокращение подземного стока при водозаборе подземных вод, %. Данные по водосборам рек приведены в таблице 1.

Задание 4. Проведите кластеризацию речных бассейнов, используя иерархические алгоритмы по: 1) исходным данным; 2) стандартизованным исходным данным. Сравните результаты кластеризации. Найдите статистические характеристики каждого кластера.

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименованиереки | х1 | х2 | х 3 | х4 | х5 | х6 | х7 | х8 |
| -1- | -2- | -3- | -4- | -5- | -6- | -7- | -8- | -9- | -10- |
| 1 | Б. Верейка | 12,1 | 1,1 | 37,7 | 0,3 | 3,5 | 0,4 | 1,8 | 1,0 |
| 2 | Воронеж | 9,7 | 0,7 | 34,1 | 1,7 | 3,5 | 0,8 | 12,2 | 90,0 |
| 3 | Усмань | 4,6 | 0,2 | 26,4 | 6,4 | 6,8 | 1,5 | 6,3 | 2,7 |
| 4 | Хава | 2,9 | 0,1 | 25,5 | 5,5 | 6,6 | 1,6 | 6,5 | 3,2 |
| 5 | Матреночка | 0,0 | 0,1 | 3,2 | 2,1 | 1,8 | 0,6 | 6,1 | 1,7 |
| 6 | Эртиль | 7,5 | 0,3 | 7,7 | 1,2 | 6,3 | 1,1 | 20,0 | 6,9 |
| 7 | Курлак | 8,9 | 0,4 | 10,6 | 3,2 | 4,8 | 1,6 | 20,4 | 7,0 |
| 8 | Токай | 8,9 | 0,9 | 18,7 | 3,1 | 4,5 | 1,5 | 7,0 | 5,1 |
| 9 | Елань | 9.9 | 1,1 | 18,2 | 6,1 | 4,6 | 1,8 | 6,9 | 5.0 |
| 10 | Савала | 9,1 | 1,2 | 17,1 | 4,8 | 4,3 | 2,4 | 6,7 | 5.1 |
| 11 | Карачан | 8,4 | 1,6 | 26,7 | 3,6 | 4,2 | 1,9 | 5,2 | 3.0 |
| 12 | Ворона | 7,2 | 0,6 | 36,9 | 4,8 | 4,0 | 2,2 | 12,3 | 2,6 |
| 13 | Хопер | 7,9 | 1,3 | 24,7 | 5,9 | 3,3 | 2,9 | 16,3 | 13,0 |
| 14 | Ведуга | 14,2 | 1,1 | 42,2 | 0,5 | 3,1 | 0,6 | 2,9 | 2,0 |
| 15 | Тамлык | 1,9 | 0,1 | 11,2 | 2,4 | 3,9 | 0,2 | 3,5 | 1,8 |
| 16 | Тойда | 2,4 | 0,1 | 4,9 | 5,1 | 1,7 | 0,5 | 5,9 | 1,6 |
| 17 | Тишанка | 2,5 | 0,1 | 5,1 | 2,2 | 1,8 | 0,5 | 5,6 | 1,7 |
| 18 | В. Девица | 28,2 | 1,2 | 28,2 | 1,7 | 4,9 | 0,1 | 2,6 | 6,4 |
| 19 | Еманча | 2,9 | 0,2 | 9,7 | 2,3 | 3,8 | 0,1 | 2,0 | 2,2 |
| 20 | Н. Девица | 21,1 | 1,4 | 10,0 | 3,1 | 4,0 | 0,2 | 3,9 | 2,6 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 21 | Хворостань | 16,5 | 0,8 | 17,4 | 3,7 | 3,5 | 0,3 | 11,0 | 4,9 |
| 22 | Березовка | 2,7 | 0,1 | 6,3 | 2,0 | 2,3 | 0,2 | 5,7 | 1,8 |
| 23 | Потудань | 17,9 | 1,5 | 9,7 | 5,4 | 3,5 | 0,2 | 4,0 | 1,7 |
| 24 | Тихая Сосна | 17,7 | 1,5 | 9,6 | 5,8 | 4,6 | 0,1 | 3,9 | 6,6 |
| 25 | Икорец | 13,2 | 0,4 | 17,9 | 5,8 | 3,7 | 0,5 | 6,1 | 4,0 |
| 26 | Битюг | 10,4 | 0,3 | 16,8 | 6,0 | 4,9 | 1,3 | 20,0 | 6,9 |
| 27 | Чигла | 12,2 | 0,8 | 24,8 | 11,1 | 4,6 | 1,5 | 20,0 | 7,6 |
| 28 | Сухая Чигла | 2,5 | 0,1 | 3,1 | 4,4 | 2,1 | 0,2 | 6,3 | 2,4 |
| 29 | Ольховатка | 42,2 | 0,7 | 5,5 | 6,2 | 1,3 | 1,4 | 2,2 | 5,0 |
| 30 | Россошь | 41,1 | 1,5 | 3,1 | 13,5 | 3,8 | 0,4 | 2,2 | 5,1 |
| 31 | Осередь | 15,1 | 1,3 | 11,9 | 6,9 | 3,4 | 1,4 | 3,2 | 5,7 |
| 32 | Гаврило | 18,9 | 0,9 | 20,9 | 9,6 | 3,3 | 1,3 | 3,9 | 3,6 |
| 33 | Толучеевка | 19,3 | 1,8 | 12,2 | 10,1 | 2,3 | 1,5 | 3,1 | 8,4 |
| 34 | Подгорная | 23,3 | 1,9 | 6,0 | 11,4 | 2,1 | 1,5 | 3,2 | 2,9 |
| 35 | Манина | 27,8 | 1,8 | 2,5 | 9,1 | 2,6 | 1,6 | 3,1 | 2,9 |

Задание 5.Провести дискриминантную верификацию результатов дивизивной классификации речных бассейнов из задания 1.

**19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах*: устного опроса (индивидуальный опрос, доклады); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); тестирования; оценки результатов самостоятельной работы (реферат).* Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков при изучении дисциплины.

 При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше (см. п.19.2).