

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой геоэкологии  
и мониторинга окружающей среды



С.А. Куролап  
30.05.2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.04 Статистические методы в гидрометеорологии и**  
**природопользовании**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:**  
05.03.06 – Экология и природопользование
- 2. Профиль подготовки:** Природопользование и охрана водных ресурсов
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды
- 6. Составитель программы:** Куролап Семен Александрович, доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды, факультет географии, геоэкологии и туризма; kurolap@geogr.vsu.ru; Илатовская Екатерина Сергеевна, преподаватель кафедры природопользования; ilatovskay@gmail.com
- 7. Рекомендована:** НМС ф-та географии, геоэкологии и туризма, протокол о рекомендации от 04.05.2022 г. №8
- 8. Учебный год:** 2023-2024                      **Семестры:** 3, 4

### **9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью освоения учебной дисциплины является:

- овладение знаниями в области вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных и компьютерной обработки информации в сфере экологии и природопользования; изучение статистических методов, применяемых в гидрометеорологии и природопользовании.

Задачи учебной дисциплины:

- овладеть методами однофакторного и многофакторного математико-статистического анализа и моделирования;
- овладеть практическими навыками обработки эколого-географической информации с помощью электронных таблиц (EXCEL) и специализированных статистических пакетов (STADIA);
- овладеть методами создания информационно-поисковых систем для задач мониторинга окружающей среды;
- ознакомление с базовыми положениями теории вероятности и математической статистики;
- - получение навыков статистической обработки гидрологических рядов и данных метеонаблюдений и получения их параметров, необходимых в эколого-водохозяйственных проектах.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина вариативной части учебного рабочего плана по направлению бакалавриата 05.03.06 - Экология и природопользование (Б1), формируемая участниками образовательных отношений.

Входными знаниями являются знания основ информатики и учения об атмосфере, гидрометрии применительно к решению прикладных задач в гидрометеорологии и природопользовании.

В результате изучения дисциплины бакалавры экологии и природопользования должны получить:

1. знания методов и алгоритмов вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных (корреляционный, регрессионный, дисперсионный, кластерный, факторный методы анализа экогеоданных);
2. практические навыки обработки и анализа табличных данных в среде EXCEL;
3. практические навыки обработки и статистического анализа данных в среде STADIA;
4. практические навыки создания информационно-поисковых систем в задачах экологического мониторинга ( в среде EXCEL) ;
5. практические навыки обработки гидрометеорологической информации с помощью статистических методов.

Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Методы экологических исследований», «Информационные технологии в экологическом проектировании», «Управление природопользованием».

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

| Код  | Название компетенции  | Код(ы) | Индикатор(ы)   | Планируемые результаты обучения  |
|------|---|--------|--|--|
| ПК-2 | Способен проводить инженерно-экологические изыскания, оценку воздействия на окружающую среду, экологическую экспертизу и разработку проектной экологической документации, оформление экологической отчетности на основе использования современных гидрометеорологических, эколого-геохимических, картографо-геодезических и статистических методов анализа полевой и камеральной информации | ПК-2.3 | Применяет современные лабораторно-инструментальные методы для гидрометеорологических измерений, оценки загрязнения окружающей среды, статистической обработки результатов полевых измерений с использованием природоохранного программного обеспечения | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы теории вероятности и математической статистики, необходимые для решения задач, возникающих в области оценки поверхностных водных ресурсов, их регулирования и использования;</li> <li>- методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике;</li> <li>- методы и алгоритмы вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных (корреляционный, регрессионный, дисперсионный, кластерный, факторный) в задачах оценки экологической ситуации;</li> <li>- принципы обработки и анализа табличных данных в среде EXCEL;</li> <li>- принципы обработки и статистического анализа данных в среде STADIA;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять статистические методы в сфере гидрологии и водного хозяйства;</li> <li>- применять на практике методы математической статистики и теории вероятностей в природопользовании;</li> <li>- осуществлять сбор, обработку данных статистических экспериментов, проводить интерпретацию полученных результатов исследования;</li> <li>- применять на практике методы однофакторного и многофакторного математико-статистического анализа и моделирования в задачах оценки экологической ситуации;</li> <li>- обрабатывать эколого-географическую информацию с помощью электронных таблиц (EXCEL) и специализированных статистических пакетов (STADIA);</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой оценки основных параметров стока и его регулирования;</li> <li>- навыками вычисления основными статистическими методами;</li> <li>- основными методами однофакторного и многофакторного математико-статистического анализа и моделирования при оценке экологической ситуации;</li> <li>- практическими навыками обработки эколого-географической информации с помощью электронных таблиц (EXCEL) и специализированных статистических пакетов (STADIA)</li> </ul> |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5 / 180.

Форма промежуточной аттестации – зачет, зачет с оценкой.

### 13. Виды учебной работы

| Вид учебной работы             | Трудоемкость (часы) |              |                 |
|--------------------------------|---------------------|--------------|-----------------|
|                                | Всего               | По семестрам |                 |
|                                |                     | 3 семестр    | 4 семестр       |
| Аудиторные занятия             |                     |              |                 |
| в том числе: лекции            | 30                  | 16           | 14              |
| практические                   |                     |              |                 |
| лабораторные                   | 62                  | 34           | 28              |
| Самостоятельная работа         | 52                  | 58           | 30              |
| Форма промежуточной аттестации | зачет               | зачет        | зачет с оценкой |
| <b>Итого:</b>                  | <b>180</b>          | <b>108</b>   | <b>72</b>       |

#### 13.1 Содержание дисциплины

| № п/п   | Наименование раздела дисциплины                                     | Содержание раздела дисциплины  | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*   |
|---|---|--|---|
| <b>Раздел : Статистические методы в гидрометеорологии</b> |   |  |   |
| <b>1. Лекции</b>  |   |  |   |
| 1.1   | Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии | Понятие о случайности события. Вероятность. Речной сток, как случайный процесс.                | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 1.2   | Основные теоремы теории вероятностей                                | Сложение и умножение вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса.                 | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 1.3   | Случайные величины  | Дискретные и непрерывные случайные величины. Области применения.                               | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 1.4   | Нормальные распределения вероятностей                               | Характеристика распределения. Интеграл вероятности. Область применения в гидрометеорологии.    | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 1.5   | Моменты случайных величин   | Начальные моменты. Центральные моменты. Выражение гидрологических характеристик через моменты. | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |

|     |   |   |   |
|-----|---|---|---|
|     |   |   | <a href="rol/index.php?id=4526">rol/index.php?id=4526</a>   |
| 1.6 | Основные параметры гидрометеорологических рядов                       | Средние и средневзвешенные значения. Медиана.   | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 1.7 | Методы определения параметров рядов                                   | Установление коэффициентов вариации и асимметрии методом моментов. Метод приближенного наибольшего правдоподобия. Графоаналитический метод. | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 1.8 | Вероятность характеристики гидрометеорологических последовательностей | Частота случайных событий. Построение гистограмм. Плоскость распределения. Вероятность превышения.  | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 1.9 | Распределение вероятностей гидрометеорологических величин             | Кривая Пирсона III типа. Распределения для дискретных и непрерывных величин. Области применения.  | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 2.0 | Трёхпараметрические гамма-распределения С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля  | Аналитическое выражение. Параметры. Преимущества перед другими распределениями. Область применения.   | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 2.1 | Практические приёмы построения кривых распределения                   | Эмпирическое распределение. Таблицы Фостера-Рыбкина. Таблица трёхпараметрического гамма-распределения.                                      | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 2.2 | Анализ однородности рядов   | Критерии: Вилкоксона, Фишера, Мана-Уитни, Смирнова. Использование интегральных критериев.   | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 2.3 | Критерии согласия   | Критерии: средних значений, $nCO^2$ , Колмогорова.  | Онлайн-курс «Статистические мето-   |

|                                |   |   |   |
|--------------------------------|---|---|---|
|                                |   |   | ды в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a>                                 |
| 2.4                            | Выборочный метод  | Выборка и генеральная совокупность. Закон больших чисел. Неравенство Чебышева. Оценка точности выборочных параметров. | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 2.5                            | Линейная корреляция двух переменных                             | Коэффициент взаимной корреляции и его определения. Уравнение регрессии. Область использования.                        | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| 2.6                            | Определение гидрологических параметров коротких рядов           | Применение анализов для установления среднего коэффициента вариации. Точность получаемых параметров.                  | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
| <b>2. Лабораторные занятия</b> |   |   |   |
| 2.1                            | Случайные события   | Правило сложения и умножения вероятностей.  | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
|                                |   | Формула полной вероятности  |   |
| 2.2                            | Ряды гидрометеорологических данных                              | Основные параметры рядов.   | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
|                                |   | Практическая значимость параметров. Моменты.  |   |
| 2.3                            | Распределения вероятностей для дискретных и непрерывных величин | Эмпирическая кривая гидрометеорологических величин и методы ее построения.  | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
|                                |   | Гистограмма, полигон частот, кривые вероятностей и продолжительности данных.  |   |
|                                |   | Способы выявления трендов в гидрометеорологических рядах.   |   |
| 2.4                            | Построение теоретических кривых распределения                   | Однородность рядов и методы ее оценки.  | Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br><a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |
|                                |   | Метод Вилкоксона для оценки однородности рядов.   |   |
|                                |   | Критерий согласия Колмогорова.  |   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| 2.5  | Интегральные кривые, методы их построения и практическая значимость  | <p>Линейная корреляция двух переменных и ее использование.</p> <p>Множественная линейная корреляция.</p> <p>Методы восстановления пропусков в наблюдениях.</p> <p>Оценка гидрометеорологических характеристик в нестационарных условиях.</p>   | <p>Онлайн-курс «Статистические методы в гидрометеорологии и природопользовании»<br/> <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a></p> |
| <b>Раздел : Статистические методы в геоэкологии и природопользовании</b> |  |  |  |
| <b>1. Лекции</b>   |  |  |  |
| 1.1  | Основы вероятностно-статистического анализа экогеоданных. Правила составления и оценка репрезентативности статистических выборок   | Вероятностно-статистический анализ в задачах экологической оценки и мониторинга окружающей среды. Статистические методы и основные программные средства (EXCEL, STADIA). Основные выборочные параметры. Закон «нормального распределения».   | -  |
| 1.2  | Методы одномерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных:<br>- корреляционный анализ<br>- регрессионный анализ<br>- дисперсионный анализ<br>- методы определения «сходства-различий»<br>- методы статистического ранжирования и районирования | Методы установления статистических связей с помощью корреляционного анализа данных (линейная, ранговая, частная корреляция, автокорреляция, корреляция между качественными признаками). Регрессионный анализ и оценка адекватности регрессионных моделей. Нелинейная корреляция. Дисперсионный анализ в экологии и природопользовании Встроенный «пакет анализа данных» в EXCEL. Обработка данных в STADIA. Критерии «сходства-различия» данных (Стьюдента, Фишера, Родионова), методы статистического обобщения и «сжатия» информации в задачах статистического ранжирования и районирования. | -  |
| 1.3  | Методы многомерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных:<br>- кластерный анализ<br>- факторный анализ   | Методы многомерной статистики в экологии и природопользовании. Множественная корреляция и регрессия. Использование статистических методов для целей классификации, типизации и районирования. Кластерный анализ (в среде STADIA). Факторный анализ (в среде STADIA).   | -  |
| <b>2. Лабораторные занятия</b>   |  |  |  |
| 2.1  | Оценка экологического риска с помощью методов однофакторного вероятностно-статистического анализа  | Оценка репрезентативности статистических выборок методами описательной статистики  | -  |
| 2.2  |  | Оценка корреляционных связей в задачах оценки экологического риска   | -  |
| 2.3  |  | Построение и анализ адекватности регрессионных моделей   | -  |
| 2.4  |  | Создание информационно-поисковых моделей в задачах экологического мониторинга  | -  |
| 2.5  |  | Оценка экологической ситуации в промышленном городе с помощью компью-  | -  |

|     |  |  |   |
|-----|--|--|---|
|     |  | терных методов анализа экогеоданных  |   |
| 2.6 |  | Оценка экологической ситуации в агропромышленном регионе с помощью компьютерных методов анализа экогеоданных | - |
| 2.7 | Оценка экологического риска методами многомерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных | Классификация экогеоданных с помощью кластерного анализа   | - |
| 2.8 |  | Факторный анализ (метод главных компонент)   | - |
| 2.9 |  | Статистический метод взвешенных баллов в задачах экологического зонирования                                  | - |

### 13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п  | Наименование темы (раздела) дисциплины  | Виды занятий (количество часов) |              |              |                        | Всего |
|--|---|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|  |   | Лекции                          | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа |       |
| <b>Раздел : Статистические методы в гидрометеорологии</b>                |   |                                 |              |              |                        |       |
| 1  | Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии. Основные теоремы теории вероятностей   | 2                               | -            | 4            | 7                      | 13    |
| 2  | Случайные величины. Нормальные распределения вероятностей   | 2                               | -            | 4            | 7                      | 13    |
| 3  | Основные параметры гидрометеорологических рядов. Методы определения параметров рядов  | 2                               | -            | 4            | 8                      | 14    |
| 4  | Вероятность характеристики гидрометеорологических последовательностей. Распределение вероятностей гидрометеорологических величин                                    | 2                               | -            | 4            | 7                      | 13    |
| 5  | Трехпараметрические гамма-распределения С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля  | 2                               | -            | 6            | 8                      | 16    |
| 6  | Анализ однородности рядов. Критерии согласия  | 2                               | -            | 4            | 7                      | 13    |
| 7  | Выборочный метод  | 2                               | -            | 4            | 7                      | 13    |
| 8  | Определение гидрологических параметров коротких рядов   | 2                               | -            | 4            | 7                      | 13    |
| <b>Раздел : Статистические методы в геоэкологии и природопользовании</b> |   |                                 |              |              |                        |       |
| 1  | Основы вероятностно-статистического анализа экогеоданных. Правила составления и оценка репрезентативности статистических выборок в геоэкологии и природопользовании | 2                               | -            | 4            | 6                      | 12    |
| 2  | Методы одномерного  | 8                               | -            | 16           | 14                     | 38    |



|   |   |           |          |           |           |            |
|---|---|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
|   | вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных:<br>- корреляционный анализ<br>- регрессионный анализ<br>- дисперсионный анализ<br>- методы определения «сходства-различий»<br>- методы статистического ранжирования и районирования |           |          |           |           |            |
| 3 | Методы многомерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных:<br>- кластерный анализ<br>- факторный анализ  | 4         | -        | 8         | 10        | 22         |
|   | <b>Итого:</b>   | <b>30</b> | <b>-</b> | <b>62</b> | <b>88</b> | <b>180</b> |

#### 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).

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, в том числе электронный образовательный портал Moodle;
- методические разработки с примерами решения типовых задач в области гидрологии;
- использование лицензионного программного обеспечения для расчета основных метеорологических величин.
- использование электронных учебников и ресурсов интернет;
- методические разработки с примерами решения типовых задач в области компьютерного анализа экогеоданных;
- использование лицензионного программного обеспечения для статистического анализа данных по состоянию окружающей среды и здоровья населения.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

### а) основная литература:

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | Практикум по информационным технологиям : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальностям 020802 - "Природопользование", 020804 - "Геоэкология" и по направлению 020800 - "Экология и природопользование" / С.А. Куролап [и др.] ; Воронеж. гос. ун-т; под ред. В.С. Тикунова, С.А. Куролапа .— Воронеж : Воронежск. гос. ун-т, 2008.— 265 с.   |
| 2     | Статистика : учебник / [И.И. Елисеева и др.] ; под ред. И.И. Елисеевой .— Москва : Проспект, 2015 .— 443 с.  |
| 3     | Рафикова Н. Т. Статистика : учебное пособие / Н. Т. Рафикова, Т. С. Трофимчук. - Москва : Проспект, 2020. - 328 с. - // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392318285.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392318285.html</a> .   |
| 4     | Едророва В. Н. Практикум по статистике : учебно-методическое пособие / В. Н. Едророва, Т. В. Савицкая. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/191566">https://e.lanbook.com/book/191566</a>   |
| 5     | Михайлов, В.Н. Гидрология: учебник для студ. вузов, обуч. по геогр. специальностям / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. — Изд. 3-е, стер. — М.: Высш. шк., 2008. — 462, [1] с. — (Для высших учебных заведений. География). — То же [Электронный ресурс]. — URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429638">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429638</a>                                |
| 6     | Рожков, В.А. Статистическая гидрометеорология: учебное пособие / В.А. Рожков; Санкт-Петербургский государственный университет. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2013. - Ч. 1. Термодинамика. - 187 с. - (Гидрометеорология). – (Ч. 1); То же [Электронный ресурс]. –URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458108">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458108</a> |
| 7     | Михайлов, В.Н. Гидрология: учебник для вузов / В.Н. Михайлов, С.А. Добролюбов. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 753 с.; То же [Электронный ресурс]. –URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455009">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=455009</a>   |

### б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 8     | Информационные технологии в экологической сфере : учебно-методическое пособие / Е.Н. Пасхин, Е.Е. Перчук ; Рос. акад. гос. службы при Президенте Рос. Федерации .— М. : РАГС, 2006 .— 52 с.   |
| 9     | Каймин В.А. Информатика : учебник для студ.вузов, обуч. по естеств.-науч. направлениям и специальностям] / В.А. Каймин .— 5-е изд. — М. : ИНФРА-М, 2008 .— 283 с.   |
| 10    | Математическая статистика. Компьютерный практикум : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Л.Н. Баркова, С.А. Ткачева .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2007 .— 47 с.   |
| 11    | Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для студ. вузов / В.Е. Гмурман .— 11-е изд., перераб. — М. : Высш. образование, 2008 .— 403 с.   |
| 12    | Карасев В. А. Теория вероятностей и математическая статистика: теория вероятностей : учебное пособие / В. А. Карасев, Г. Д. Лёвшина. — Москва : МИСИС, 2015. — 125 с. — ISBN 978-5-87623-901-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116508">https://e.lanbook.com/book/116508</a> (дата обращения: 27.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  |
| 13    | Статистика : учеб. пособие / М.Е. Глуценко .— 143 с. — ISBN 978-5-8149-3010-1 .— URL: <a href="https://rucont.ru/efd/775204">https://rucont.ru/efd/775204</a>   |
| 14    | Никаноров, А.М. Фундаментальные и прикладные проблемы гидрохимии и гидроэкологии: учебное пособие / А.М. Никаноров; Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гидрохимический институт, Российская академия наук и др. - Ростов на Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. - 572 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=461989">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=461989</a> |
| 15    | Гидроэнергетика: учебное пособие / Т.А. Филиппова, М.Ш. Мисриханов, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина. - 3-е изд., перераб. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 621 с. - (Учебники НГТУ). - То же [Электронный ресурс]. — URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436213">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436213</a>  |

|    |   |
|----|---|
| 16 | Едронова, В. Н. Практикум по статистике : учебно-методическое пособие / В. Н. Едронова, Т. В. Савицкая. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/191566">https://e.lanbook.com/book/191566</a> |
|----|---|

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

| № п/п | Ресурс  |
|-------|---|
| 17    | <a href="https://e.lanbook.com/book/191566">https://e.lanbook.com/book/191566</a>   |
| 18    | ЗНБ ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>   |
| 19    | Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" ( <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> )   |
| 20    | «Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526</a> |

### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 1     | Гаврилов М.В. Информатика и информационные технологии : учебник для прикладного бакалавриата / М.В. Гаврилов, В.А. Климов ; Саратов. гос. юрид. акад. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2016 .— 382 с.  |
| 2     | Иопа Н.И. Информатика : конспект лекций : учебное пособие / Н.И. Иопа .— Москва : КноРус, 2016 .— 257 с.  |
| 3     | Информатика : [для студ. геол. фак. Воронеж. гос. ун-та, обуч. по бакалаврской программе направления 020700 "Геология"]. Ч. 1. Операционная система Windows 7 / Воронеж. гос. ун-т ; сост. В.Н. Груздев, И.Ю. Антонова .— Воронеж : Научная книга, 2016 .— 47 с.  |
| 4     | Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для бакалавров : [для студ. вузов] / В.Е. Гмурман .— Москва : Юрайт, 2014 .— 478 с.  |
| 5     | Региональная и муниципальная статистика : учебно-методическое пособие для студ. / Воронеж. гос. ун-т ; [сост. С.В. Гриценко] .— Воронеж : Новопресс, - Ч. 2 .— 2013 .— 125 с.   |
| 6     | Едронова, В. Н. Практикум по статистике : учебно-методическое пособие / В. Н. Едронова, Т. В. Савицкая. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/191566">https://e.lanbook.com/book/191566</a> |

### 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Программа курса реализуется с элементами дистанционных технологий на платформе «Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».

Режим доступа: <https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4526>

При реализации учебной дисциплины используются программные пакеты лицензионного ПО:

- WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc;
- OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc;
- WinSvrStd 2012 RUS OLP NL Acdmc 2Proc;
- СПС "Консультант Плюс" для образования;
- неисключительные права на ПО KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Универсальный RussianEdition;
- неисключительные права на ПО KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Расширенный RussianEdition;
- неисключительные права на ПО KasperskySecurity для файловых серверов;
- MSP.Point;
- STADIA;
- интернет-браузер Mozilla Firefox.

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

специализированная мебель, компьютеры, телевизор, ноутбук, лицензионное ПО: Dr.Web, OfficeSTD 2013 /сервер (HP 768729-421 ML310eGen8v2 E3-1241v3), лицензионное программное обеспечение, персональные компьютеры с мониторами (HP EliteDesk 800 G1, монитор 21.5 "LED LCD Samsung"), телевизор LED LG 49LB620V 49", сканер Epson Perfection V37 A4, МФУ лазерное HP, принтер HP LaserJetPro, мультимедиа-проектор Epson, ноутбуки HP/.

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

#### Раздел : Статистические методы в гидрометеорологии

| № п/п  | Наименование раздела дисциплины (модуля)                            | Компетенция | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства   |
|--|---|-------------|-------------------------------------|--|
| 1  | Теория вероятностей и математическая статистика в гидрометеорологии | ПК-2        | ПК-2.3                              | Практические работы. Устный опрос  |
| 2  | Основные теоремы теории вероятностей                                | ПК-2        | ПК-2.3                              | Практические работы. Устный опрос  |
| 3  | Случайные величины  | ПК-2        | ПК-2.3                              | Практические работы. Устный опрос  |
| 4  | Нормальные распределения вероятностей                               | ПК-2        | ПК-2.3                              | Практические работы. Устный опрос  |
| 5  | Моменты случайных величин   | ПК-2        | ПК-2.3                              | Практические работы. Устный опрос  |
| 6  | Основные параметры гидрометеорологических рядов                     | ПК-2        | ПК-2.3                              | Практические работы. Устный опрос  |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля – зачет |   |             |                                     | <p><b>Перечень вопросов к зачету:</b></p> <p><u>Тема 1</u></p> <p>1. Почему методы теории вероятностей и математической статистики могут применяться для анализа гидрометеорологических наблюдений?</p> <p>2. Какие распределения вероятностей применяются в гидрологии?</p> <p><u>Тема 2.</u></p> <p>1. Назовите основные параметры рядов стока рек</p> <p>2. Какой основной метод применяется при оценке параметров стока рек?</p> <p><u>Тема 3.</u></p> <p>1. В чем заключается сущность метода анализа однородности информации по стоку рек?</p> <p>2. Какова сущность метода «ди-</p> |

| №<br>п/<br>п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства  |
|--------------|--|-------------|-------------------------------------|---|
|              |  |             |                                     | <p>намических характеристик» для анализа репрезентативности информации по стоку рек?</p> <p><u>Тема 4.</u></p> <p>1. Каков принцип моделирования рядов стока по методу статистических испытаний (Монте-Карло)?</p> <p>2. Каким образом при моделировании рядов стока учитывается его внутригодовое распределение?</p> <p><b>Типовые практические задания:</b></p> <p><b>Тема Случайные величины в гидрологии и их распределения</b></p> <p><u>Вариант 1</u></p> <p><i>Задание 1</i> Определить вероятность каждого расхода воды в ряду из 85 величин</p> <p><i>Задание 2</i> Определить вероятность наступления какого-либо расхода воды из трех при их вероятности: 20%, 40%, 60%</p> <p><u>Вариант 2</u></p> <p><i>Задание 1</i> Какова вероятность какого-либо из пяти расходов воды при вероятностях каждого из них: 10%, 20%, 30%, 2%, 3%?</p> <p><i>Задание 2</i> Каково средневзвешенное значение высоты снега по бассейну, если по отдельным участкам она составляет: поле (0,3 м<sup>22</sup>, площадь 50%), лес (0,4 м<sup>2</sup>, площадь 40%), овраги (0,5 м<sup>2</sup>, площадь 10%)?</p> <p><b>Тема Определение параметров рядов стока</b></p> <p><u>Вариант 1</u></p> <p><i>Задание 1</i> Определить коэффициент вариации Cv при величинах среднего квадратического отклонения <math>\sigma = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}</math> и среднем <math>Q_{\text{ср}} = 70 \text{ м}^3/\text{с}</math></p> <p><i>Задание 2</i> Определить коэффициент вариации Cv при величинах среднего квадратического отклонения <math>\sigma = 80</math></p> |

| №<br>п/<br>п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства   |
|--------------|--|-------------|-------------------------------------|--|
|              |  |             |                                     | <p>м<sup>3</sup>/с и среднем <math>Q_{ср} = 250 \text{ м}^3/\text{с}</math></p> <p><b>Вариант 2</b></p> <p><b>Задание 1</b> Определить коэффициент вариации <math>C_v</math> при величинах <math>b = 100 \text{ м}^3/\text{с}</math> и среднем значении <math>Q_{ср} = 340 \text{ м}^3/\text{с}</math></p> <p><b>Задание 2</b> Определить коэффициент вариации <math>C_v</math> при <math>b = 227 \text{ м}^3/\text{с}</math> и среднем значении <math>Q_{ср} = 670 \text{ м}^3/\text{с}</math></p> <p><b>Тема Методы анализа информации по стоку рек</b></p> <p><b>Вариант 1</b></p> <p><b>Задание 1</b> Определить наличие однородности при фактическом значении критерия <math>t = 2,0</math> и табличном <math>t = 2,5</math></p> <p><b>Задание 2</b> Определить наличие или отсутствие однородности при фактическом значении критерия <math>t = 2,5</math> и табличном <math>t = 2,1</math></p> <p><b>Вариант 2</b></p> <p><b>Задание 1</b> Определить наличие или отсутствие репрезентативности при точности <math>\xi = 5\%</math> в отрезках ряда при коэффициентах: для среднего <math>K = 1,02</math>, для коэффициента вариации <math>K_1 = 1,05</math>, коэффициента асимметрии <math>K_2 = 1,04</math></p> <p><b>Задание 2</b> Определить наличие или отсутствие репрезентативности в отрезках ряда при коэффициентах: для среднего <math>K = 0,96</math>, для коэффициента вариации <math>K_1 = 0,95</math>, коэффициента асимметрии <math>K_2 = 0,91</math> при точности <math>5\%</math>.</p> <p><b>Тема Моделирование рядов стока</b></p> <p><b>Вариант 1</b></p> <p><b>Задание 1</b> Заданные параметры стока: среднее <math>Q_{ср} = 242 \text{ м}^3/\text{с}</math>, коэффициент вариации <math>C_v = 0,34</math> и асимметрии <math>C_s = 0,5</math>. Параметры моделирования: среднее <math>Q_{ср} = 250 \text{ м}^3/\text{с}</math>, <math>C_v = 0,35</math>, <math>C_s = 0,52</math>. Определить, успешны ли результаты моделирования при точности <math>\xi = 5\%</math></p> <p><b>Задание 2</b> Заданные параметры стока: среднее <math>Q_{ср} = 242 \text{ м}^3/\text{с}</math>, <math>C_v = 0,34</math>, <math>C_s = 0,5</math>. Полученные по мо-</p> |

| №<br>п/<br>п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства   |
|--------------|--|-------------|-------------------------------------|--|
|              |  |             |                                     | моделированию параметры: среднее $Q_{ср} = 235 \text{ м}^3/\text{с}$ , $C_v = 0,33$ , $C_s = 0,48$ . Определить, успешны ли результаты моделирования при точности $\xi = 5\%$<br><u>Вариант 2</u><br><i>Задание 1</i> Задан параметр стока: коэффициент автокорреляции $r = 0,3$ . Величина $r$ при моделировании получена равной 0,34. Определить, успешны ли результаты моделирования при точности $\xi = 5\%$<br><i>Задание 2</i> Задан параметр стока: $\eta = C_s/C_v = 2,0$ . При моделировании получена величина $\eta = 2,01$ . Определить, успешны ли результаты моделирования при точности $\xi = 1\%$ |

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**- лабораторных работ , выполняемых по тематике:**

|  |
|--|
| Случайные величины в гидрологии и их распределения |
| Определение параметров рядов стока                 |
| Методы анализа информации по стоку рек             |
| Моделирование рядов стока                          |

**- вопросов для устного опроса (пример):**

1. Почему методы теории вероятностей и математической статистики могут применяться для анализа гидрометеорологических наблюдений?
2. Какие распределения вероятностей применяются в гидрологии?
3. Назовите основные параметры рядов стока рек
4. Какой основной метод применяется при оценке параметров стока рек?
5. В чем заключается сущность метода анализа однородности информации по стоку рек?
6. Какова сущность метода «динамических характеристик» для анализа репрезентативности информации по стоку рек?
7. Каков принцип моделирования рядов стока по методу статистических испытаний (Монте-Карло)?
8. Каким образом при моделировании рядов стока учитывается его внутригодовое распределение?

**Критерии оценивания результатов обучения:**

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

- владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами математической статистики и гидрологии);
- 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 шкала: «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 и приемами полевых и камеральных гидрометрических работ, умение строить и анализировать кривые расходов воды, оценивать полученные результаты измерения и подсчета стока, знать правила поведения на воде при производстве гидрометрических работ. | Повышенный уровень                   | Отлично                            |
| Хорошее знание программного материала, свободное владение приемами и методами обработки уровней, глубин, скоростей течения, расходов воды, умение строить кривые расходов воды, анализировать проведение кривых, обосновывать методы подсчета стока, при некоторых шероховатостях в ответе, не относящихся к основным программным вопросам, знать правила поведения на воде при производстве гидрометрических работ.              | Базовый уровень                      | Хорошо                             |
| Слабое знание сущности измерений и наблюдений на гидрологических постах, нечеткое представление о выборе и применимости методов обработки гидрометеорологической информации, нетвердые знания правил поведения на воде при выполнении измерительных операций.   | Пороговый уровень                    | Удовлетворительно                  |
| Отсутствие понятийного аппарата, незнание методов и способов производства измерительных работ на реке и камеральной обработки материалов наблюдений и измерений, незнание правил поведения на воде во время производства работ.   | -----                                | Неудовлетворительно<br>/незачтено/ |



## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

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

### **Теоретические вопросы к зачету:**

1. Почему методы теории вероятностей и математической статистики могут применяться для анализа гидрометеорологических наблюдений?
2. Какие распределения вероятностей применяются в гидрологии?
3. Назовите основные параметры рядов стока рек.
4. Какой основной метод применяется при оценке параметров стока рек?
5. В чем заключается сущность метода анализа однородности информации по стоку рек?
6. Какова сущность метода «динамических характеристик» для анализа репрезентативности информации по стоку рек?
7. Каков принцип моделирования рядов стока по методу статистических испытаний (Монте-Карло)?
8. Каким образом при моделировании рядов стока учитывается его внутригодовое распределение?

### **Расчетные аналитические задачи (примеры):**

#### **Тема Случайные величины в гидрологии и их распределения**

##### Вариант 1

**Задание 1** Определить вероятность каждого расхода воды в ряду из 85 величин

**Задание 2** Определить вероятность наступления какого-либо расхода воды из трех при их вероятности: 20%, 40%, 60%

##### Вариант 2

**Задание 1** Какова вероятность какого-либо из пяти расходов воды при вероятностях каждого из них: 10%, 20%, 30%, 2%, 3%?

**Задание 2** Каково средневзвешенное значение высоты снега по бассейну, если по отдельным участкам она составляет: поле (0,3 м<sup>2</sup>, площадь 50%), лес (0,4 м<sup>2</sup>, площадь 40%), овраги (0,5 м<sup>2</sup>, площадь 10%)?

#### **Тема Определение параметров рядов стока**

##### Вариант 1

**Задание 1** Определить коэффициент вариации  $C_v$  при величинах среднего квадратического отклонения  $\sigma = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$  и среднем  $Q_{\text{ср}} = 70 \text{ м}^3/\text{с}$

**Задание 2** Определить коэффициент вариации  $C_v$  при величинах среднего квадратического отклонения  $\sigma = 80 \text{ м}^3/\text{с}$  и среднем  $Q_{\text{ср}} = 250 \text{ м}^3/\text{с}$

##### Вариант 2

**Задание 1** Определить коэффициент вариации  $C_v$  при величинах  $\sigma = 100 \text{ м}^3/\text{с}$  и среднем значении  $Q_{\text{ср}} = 340 \text{ м}^3/\text{с}$

**Задание 2** Определить коэффициент вариации  $C_v$  при  $\sigma = 227 \text{ м}^3/\text{с}$  и среднем значении  $Q_{\text{ср}} = 670 \text{ м}^3/\text{с}$

#### **Тема Методы анализа информации по стоку рек**

##### Вариант 1

**Задание 1** Определить наличие однородности при фактическом значении критерия  $t = 2,0$  и табличном  $t = 2,5$

**Задание 2** Определить наличие или отсутствие однородности при фактическом значении критерия  $t = 2,5$  и табличном  $t = 2,1$

**Вариант 2**

**Задание 1** Определить наличие или отсутствие репрезентативности при точности  $\xi = 5\%$  в отрезках ряда при коэффициентах: для среднего  $K = 1,02$ , для коэффициента вариации  $K1 = 1,05$ , коэффициента асимметрии  $K2 = 1,04$

**Задание 2** Определить наличие или отсутствие репрезентативности в отрезках ряда при коэффициентах: для среднего  $K = 0,96$ , для коэффициента вариации  $K1 = 0,95$ , коэффициента асимметрии  $K2 = 0,91$  при точности  $5\%$

**Тема Моделирование рядов стока**

**Вариант 1**

**Задание 1** Заданные параметры стока: среднее  $Q_{ср} = 242 \text{ м}^3/\text{с}$ , коэффициент вариации  $Cv = 0,34$

и асимметрии  $Cs = 0,5$ . Параметры моделирования: среднее  $Q_{ср} = 250 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Cv = 0,35$ ,  $Cs = 0,52$ . Определить, успешны ли результаты моделирования при точности  $\xi = 5\%$

**Задание 2** Заданные параметры стока: среднее  $Q_{ср} = 242 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Cv = 0,34$ ,  $Cs = 0,5$ . Полученные по моделированию параметры: среднее  $Q_{ср} = 235 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Cv = 0,33$ ,  $Cs = 0,48$ . Определить, успешны ли результаты моделирования при точности  $\xi = 5\%$

**Вариант 2**

**Задание 1** Задан параметр стока: коэффициент автокорреляции  $r = 0,3$ . Величина  $r$  при моделировании получена равной  $0,34$ . Определить, успешны ли результаты моделирования при точности  $\xi = 5\%$ .

**Задание 2** Задан параметр стока:  $\eta = Cs/Cv = 2,0$ . При моделировании получена величина  $\eta = 2,01$ . Определить, успешны ли результаты моделирования при точности  $\xi = 1\%$ .

**Раздел : Статистические методы в геоэкологии и природопользовании**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)  | Компетенция(и) | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства                      |
|-------|---|----------------|----------------------------------|---|
| 1     | Основы вероятностно-статистического анализа экогеоданных. Правила составления и оценка репрезентативности статистических выборок в геоэкологии и природопользовании | ПК-2           | ПК-2.3                           | Лабораторные работы, контрольная работа |
| 2     | Методы одномерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных   | ПК-2           | ПК-2.3                           | Лабораторные работы, контрольная работа |
|       | Методы многомерного вероятностно-   | ПК-2           | ПК-2.3                           | Лабораторные работы,                    |

| № п/п  | Наименование раздела дисциплины (модуля)              | Компетенция(и) | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства              |
|--|---|----------------|----------------------------------|---------------------------------|
|  | статистического анализа эколого-географических данных |                |                                  | контрольная работа              |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля - зачет |   |                |                                  | Контрольная лабораторная работа |

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

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: *письменных работ (контрольные работы), лабораторных работ на компьютере*. Критерии оценивания приведены ниже.

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.

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- выполнение лабораторных работ;
- решение контрольных заданий.

#### *Примерный перечень заданий*

### 19.3.2 Расчетные лабораторные задачи (примеры)

*(источник - Практикум по информационным технологиям: учеб. пособие / С.А. Куролап, Ю.А. Нестеров, Ю.М. Фетисов и др. - Воронеж:ВГУ,2008. - 266с., гриф УМО)*

#### **Зачетные задачи, решаемые с помощью компьютера Лабораторная работа №1 Оценка экологической ситуации на территории промышленно-развитого города**

**Ситуационная информация:** для изучения факторов экологического риска для населения промышленно-развитого города выбраны два экологически контрастных микрорайона: а) промышленно-загрязненная зона, б) условно-чистая зона в рекреационном лесопарковом районе. Сформирована база данных по 3-м экологически значимым параметрам за 9 лет (1997 – 2005): концентрации пыли в атмосферном воздухе, содержанию свинца в почве, онкологической заболеваемости детского населения, проживающего в соответствующих микрорайонах.

**Исходные данные:** таблица 4.5 (А), представленная на рабочем листе EXCEL.

**Цель (задание):** рассчитать прогноз тенденции динамики показателей на ближайшие 5 лет, средние значения параметров и их отношение к гигиеническим нормативам, показатель репрезентативности ( $P_r$ ) входных данных, корреляционные взаимосвязи между переменными ( $r$ ); проанализировать динамику эколого-медицинских показателей и построить регрессионные моде-

ли для прогноза заболеваемости по наиболее значимым факторам экологического риска в каждом микрорайоне. Сделать экспертное заключение о закономерностях формирования экологической ситуации на территории исследуемых микрорайонов. Оформить файл в виде «книги» (серия рабочих листов: титул, таблицы, диаграммы, рисунок).

В процессе выполнения работы студенты осваивают и закрепляют навыки создания и форматирования электронных таблиц; программирования формул и статистических расчетов; построения графических диаграмм, в том числе прогнозных диаграмм-моделей с оценкой их адекватности; создания рисованных схем путем комбинирования автофигур, логотипов и вставки рисунков из заранее созданного и помещенного в отдельную папку набора рисунков, создания гиперссылок.

**Метод и программная среда:** статистический анализ и компьютерная графика в среде MS EXCEL. Подготовка текста экспертного заключения в MS WORD.

**Ход выполнения задания.**

1. Создать файл из 7 рабочих листов: 1) титульный лист, 2) таблица исходных данных и расчеты (с использованием мастера функций и пакета анализа), 3) гистограмма трехмерная, 4) гистограмма нестандартная («график 2 оси»), 5) диаграмма-модель с линией тренда для промышленной зоны (с подбором наиболее адекватной модели), 6) диаграмма-модель с линией тренда для условно-чистой зоны (с подбором наиболее адекватной модели), 7) рисунок (схема системы информационного обеспечения природоохранной деятельности в городе).

2. Создать гиперссылки на титульном листе при обращении к таблице и рисунку.

3. Составить текстовое заключение о закономерностях формирования экологической ситуации на территории исследуемых микрорайонов.

При выполнении задания (п.1) обратить внимание на следующее:

- при создании таблицы входных данных форматирование «шапки» таблицы провести с использованием команд меню *Формат > Ячейки, Выравнивание > по горизонтали > по центру, по вертикали > по центру*; в поле «переносить по словам» - поставить флажок; убрать линии сетки в таблице, используя заливку фона «белый цвет» (или другой светлый фон);

- выполнить расчеты, используя 4 операции:

1) автозаполнение (прогноз линейной тенденции);

2) расчет среднего арифметического значения через «*мастер функций*»;

3) программирование простой формулы («отношение к нормативу»);

4) программирование сложной формулы с использованием «*мастера функций*», например, при расчете показателя репрезентативности (%) применить формулу общего типа (записать в ячейку для расчета):

5) «*анализ данных*» – применение инструментов статистического анализа (алгоритм «*корреляция*»);

- при построении трехмерной диаграммы изменить порядок расположения рядов и тип фигур для большей наглядности («низкие» ряды переместить на передний план, высокие» - на задний план);

- при построении диаграмм – моделей (трендов) подобрать критерий аппроксимации ( $R^2$ ), наиболее близкий к 1, с учетом методического правила о том, что при заранее неясной связи целесообразно применение моделей «прямолинейной» или «полиномиальной» регрессии.

- при создании рисунка использовать панель «*Рисование*».

**Результат:** а) выходные документы статистического анализа (табл. 4.5. (Б, В, Г), рис.4.31 – 4.33), б) экспертное заключение

## Рабочий лист EXCEL

Таблица 4.5 (А)

## Оценка экологической ситуации в промышленно-развитом городе

Норматив: пыль-0,5 мг/куб.м; свинец-32мг/кг, онкозаболеваемость-Зслучая на 1000 детей.

| Годы | Промзона (р-н шинного завода) |                        |                                     | Условно-чистая зона (пригородная) |                        |                                     |
|------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|      | атмосферная пыль (мг/куб.м)   | свинец в почве (мг/кг) | онкозаболеваемость детей (на 1000 ) | атмосферная пыль (мг/куб.м)       | свинец в почве (мг/кг) | онкозаболеваемость детей (на 1000 ) |
| 1997 | 0.61                          | 44                     | 4.5                                 | 0.18                              | 16                     | 0.89                                |
| 1998 | 0.77                          | 46                     | 4.3                                 | 0.34                              | 20                     | 1.43                                |
| 1999 | 0.51                          | 50                     | 4.8                                 | 0.33                              | 18                     | 1.09                                |
| 2000 | 0.56                          | 51                     | 5.4                                 | 0.21                              | 15                     | 0.67                                |
| 2001 | 0.59                          | 48                     | 6.5                                 | 0.34                              | 17                     | 1.45                                |
| 2002 | 0.76                          | 53                     | 7.1                                 | 0.42                              | 24                     | 1.56                                |
| 2003 | 0.87                          | 66                     | 7.4                                 | 0.37                              | 21                     | 0.85                                |
| 2004 | 0.71                          | 63                     | 6.7                                 | 0.25                              | 17                     | 0.49                                |
| 2005 | 0.78                          | 64                     | 7.3                                 | 0.39                              | 24                     | 1.42                                |

Таблица 4.5 (Б)

| прогноз тенденции показателей |      |      |     |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|-----|------|------|------|
| 2006                          | 0.80 | 67.6 | 8.1 | 0.39 | 22.3 | 1.07 |
| 2007                          | 0.83 | 70.4 | 8.5 | 0.40 | 22.9 | 1.07 |
| 2008                          | 0.85 | 73.1 | 9.0 | 0.41 | 23.5 | 1.06 |
| 2009                          | 0.87 | 75.9 | 9.4 | 0.43 | 24.2 | 1.06 |
| 2010                          | 0.90 | 78.6 | 9.8 | 0.44 | 24.8 | 1.05 |

Таблица 4.5 (В)

|                       |      |       |      |      |       |      |
|-----------------------|------|-------|------|------|-------|------|
| среднее               | 0.68 | 53.89 | 6.00 | 0.31 | 19.11 | 1.09 |
| отношение к нормативу | 1.37 | 1.68  | 2.00 | 0.63 | 0.60  | 0.36 |
| $P_r$                 | 5.9  | 5.1   | 7.0  | 8.8  | 5.8   | 11.8 |

Таблица 4.5 (Г)

## Корреляционная матрица

|                                     | атмосферная пыль (мг/куб.м) | свинец в почве (мг/кг) | онкозаболеваемость детей (на 1000 ) | атмосферная пыль (мг/куб.м) | свинец в почве (мг/кг) | онкозаболеваемость детей (на 1000 ) |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| атмосферная пыль (мг/куб.м)         | 1.00                        |                        |                                     |                             |                        |                                     |
| свинец в почве (мг/кг)              | 0.63                        | 1.00                   |                                     |                             |                        |                                     |
| онкозаболеваемость детей (на 1000 ) | 0.57                        | <b>0.81</b>            | 1.00                                |                             |                        |                                     |
| атмосферная пыль (мг/куб.м)         | 0.55                        | 0.36                   | 0.56                                | 1.00                        |                        |                                     |
| свинец в почве (мг/кг)              | 0.73                        | 0.46                   | 0.56                                | 0.87                        | 1.00                   |                                     |
| онкозаболеваемость детей (на 1000 ) | 0.18                        | -0.27                  | 0.09                                | <b>0.73</b>                 | 0.64                   | 1.00                                |

## Рабочий лист EXCEL



Рис.4.33. Схема организации экологического мониторинга состояния городской среды

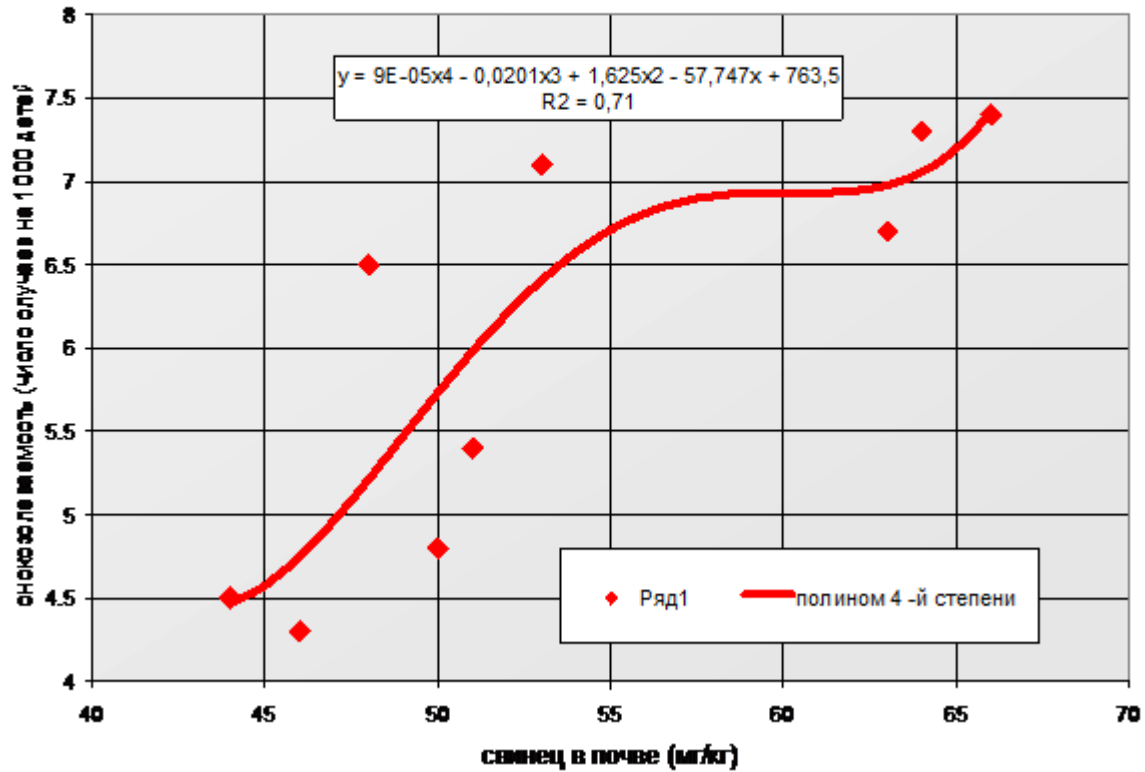
## Рабочий лист EXCEL



Рис. 4.31. Диаграммы динамики эколого-гигиенических показателей

## Рабочий лист EXCEL

**Зависимость онкологической заболеваемости от концентрации свинца в почве промзоны**



**Зависимость онкологической заболеваемости от концентрации пыли в атмосферном воздухе условно-чистой зоны**

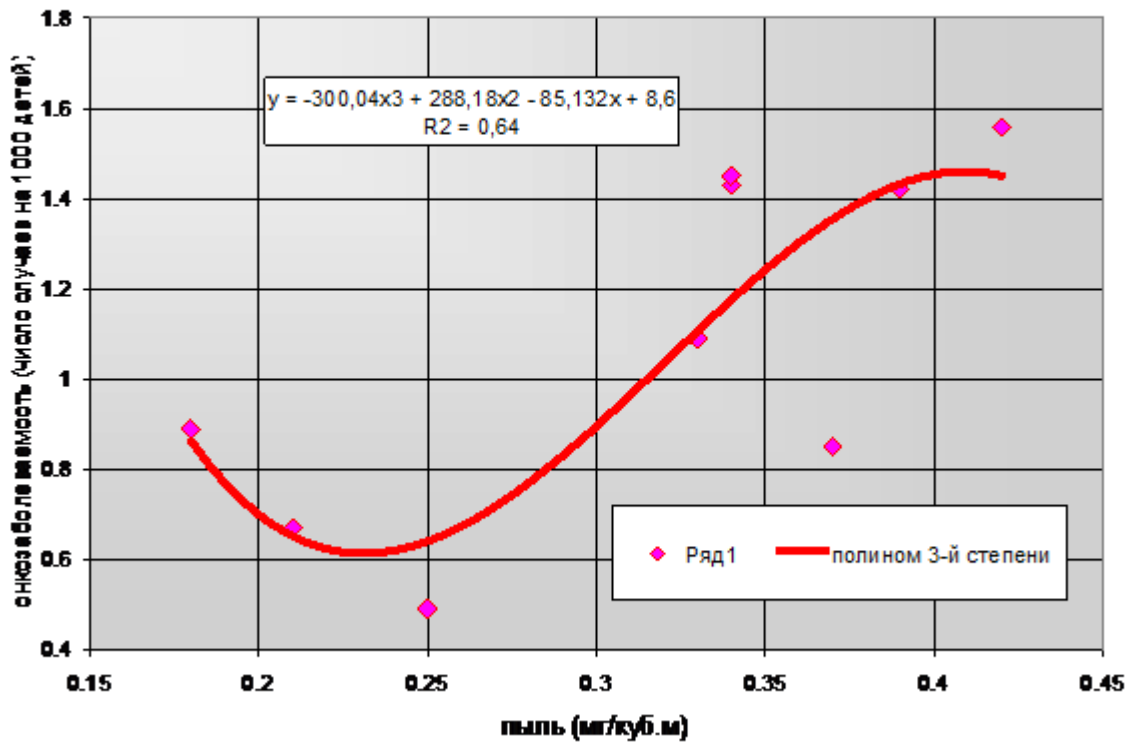


Рис. 4.32. Диаграммы - модели трендов



## Лабораторная работа № 2

### Оценка экологической ситуации в крупном индустриально-аграрном регионе

**Ситуационная информация:** сформирована база данных по 4 критериям техногенного воздействия на окружающую среду субъекта РФ (крупного индустриально-аграрного региона) и критерию общественного здоровья («ответного отклика») по муниципальным районам: 1) коэффициенту эмиссионной нагрузки (Катм – количество выбросов от стационарных источников загрязнения атмосферы в тоннах на 1 жителя), 2) коэффициенту техногенной нагрузки на водные ресурсы (Квод – количество сброшенных загрязненных сточных вод в млн.куб.м в расчете на 1 млн.куб.м естественного стока), 3) коэффициенту техногенной нагрузки на земельные ресурсы по уровню химизации в сельском хозяйстве (Кпчв – количество вносимых в почву агрохимикатов в кг на 1га пашни); 4) критерию состояния здоровья населения (Кзаб – количество случаев общей заболеваемости на 1000 населения). Даны справочные сведения об объемах поступления загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты региона. **Исходные данные:** табл. 4.6, представленная на рабочем листе EXCEL.

**Цель (задание):** определить интегральный критерий экологической напряженности региона по методу взвешенных баллов (ведущий фактор - уровень «отклика» - Кзаб) и построить карту-схему экологической напряженности, а также графические диаграммы динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и структуры поступления загрязняющих веществ в водные объекты. Сделать вывод (резюме) о различиях экологической напряженности на территории региона. Оформить файл в виде «книги» (серия рабочих листов: входные данные, расчетные данные, карта-схема). В процессе выполнения работы студенты осваивают и закрепляют навыки создания электронных таблиц, программирования формул и статистических расчетов; построения графических диаграмм, создания иллюстративных приложений в программе PAINT с последующей вставкой рисунков в EXCEL или WORD.

**Метод (программная среда):** статистический анализ и компьютерная графика в среде MS EXCEL. Создание рисунка в PAINT. Подготовка текста экспертного заключения в MS WORD или в MS EXCEL.

#### **Ход выполнения задания.**

1. Создание таблицы и графических диаграмм в EXCEL.
2. Расчет интегрального индекса по методу взвешенных баллов в EXCEL.
3. Создание карты-схемы экологической напряженности региона в PAINT с использованием электронного сканированного шаблона карты региона с границами муниципальных районов.
4. Оформление результатов в MS WORD или MS EXCEL (по выбору): карта, диаграммы, текстовое заключение.

**Результат:** а) выходные документы статистического анализа (табл. 4.7, рис. 4.34 – фрагмент электронного атласа региона), текстовое заключение или резюме (примерный вариант прилагается).

#### **РЕЗЮМЕ**

На территории региона выделяются 4 группы муниципальных районов различной экологической напряженности: 1) высокого экологического риска (высокие техногенные нагрузки и низкий рейтинг здоровья населения); 2) повышенного риска (преимущественно повышенные техногенные нагрузки и заболеваемость населения); 3) среднего экологического риска (большинство критериев близки к средним показателям); 4) низкого (допустимого) экологического риска, не вызывающего экологического рейтинг здоровья населения).

## Оценка экологической напряженности территории региона

| Районы                   | Исходные данные |       |      |          |
|--------------------------|-----------------|-------|------|----------|
|                          | X1              | X2    | X3   | X4       |
|                          | Катм            | Квод  | Кпчв | Кзаб     |
| Аннинский                | 0.074           | 0.006 | 6    | 848      |
| Бобровский               | 0.021           | 0     | 15   | 1169     |
| Богучарский              | 0.006           | 0     | 14   | 867      |
| Борисоглебский           | 0.026           | 0.067 | 17   | 1432     |
| Бутурлиновский           | 0.05            | 0     | 12   | 652      |
| Верхнеамонский           | 0.012           | 0     | 23   | 763      |
| Верхнехавский            | 0.019           | 0.001 | 25   | 1324     |
| Воробьевский             | 0.014           | 0     | 11   | 718      |
| Грибановский             | 0.031           | 0.001 | 4    | 742      |
| Калачеевский             | 0.132           | 0.007 | 28   | 1542     |
| Каменский                | 0.011           | 0.012 | 12   | 532      |
| Кантемировский           | 0.08            | 0     | 18   | 727      |
| Каширский                | 0.008           | 0.002 | 11   | 655      |
| Лискинский               | 0.051           | 0     | 80   | 591      |
| Нижедевицкий             | 0.009           | 0.003 | 13   | 545      |
| Новоусманский            | 0.012           | 0     | 11   | 745      |
| Новохоперский            | 0.049           | 0     | 13   | 576      |
| Ольховатский             | 0.029           | 0     | 22   | 735      |
| Острогожский             | 0.036           | 0.009 | 27   | 1495     |
| Павловский               | 0.035           | 0.016 | 20   | 901      |
| Панинский                | 0.055           | 0     | 17   | 1176     |
| Петропавловский          | 0.008           | 0     | 13   | 541      |
| Поворинский              | 0.034           | 0.021 | 8    | 590      |
| Подгоренский             | 0.083           | 0     | 8    | 1045     |
| Рамонский                | 0.018           | 0.003 | 15   | 730      |
| Репьевский               | 0.005           | 0     | 15   | 609      |
| Россошанский             | 0.052           | 0.008 | 27   | 1714     |
| Семилукский              | 0.021           | 0.001 | 19   | 1071     |
| Таловский                | 0.016           | 0.003 | 12   | 799      |
| Терновский               | 0.015           | 0     | 11   | 617      |
| Хохольский               | 0.046           | 0.002 | 13   | 726      |
| Эртильский               | 0.044           | 0     | 8    | 829      |
| <b>коэфф. корреляции</b> |                 |       |      | <b>1</b> |
| <b>статистич. вес</b>    |                 |       |      |          |

|  |       |
|--|-------|
| <b>Загрязняющие вещества в водных объектах (тыс. тонн)</b> |       |
| сульфаты   | 11540 |
| сухой остаток  | 62800 |
| хлориды  | 10300 |
| прочие   | 7300  |

| <b>Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (тыс. тонн)</b> |                        |                       |
|---|------------------------|-----------------------|
| Годы  | стационарные источники | передвижные источники |
| 2000  | 68                     | 337                   |
| 2001  | 61                     | 356                   |
| 2002  | 56                     | 356                   |
| 2003  | 54                     | 360                   |
| 2004  | 59                     | 371                   |
| 2005  | 60                     | 374                   |
| 2006  | 62                     | 380                   |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>Цель: выделить 4 класса эконапряженности: (низкая, средняя, повышенная, высокая)</b> |  |  |  |
|---|--|--|--|

Параметры техногенного воздействия на окружающую среду и здоровье населения:

- Катм - коэффициент эмиссионной нагрузки (тонн / 1 жителя);
- Квод - коэффициент загрязнения поверхностных вод (млн.куб. м /млн.куб.м стока);
- Кпчв - уровень химизации в с/х (кг/га пашни);
- Кзаб - общая заболеваемость населения (случаев на 1000) = **ведущий фактор**

**Оценка экологической напряженности территории региона**  
(расчетные данные)

| Районы                    | Исходные данные |             |              |            | Ранги (A0)  |      |      |      | Y           |
|---------------------------|-----------------|-------------|--------------|------------|---|------|------|------|-------------|
|                           | X1              | X2          | X3           | X4         | X1  | X2   | X3   | X4   |             |
|                           | Катм            | Квод        | Кпчв         | Кзаб       | Катм  | Квод | Кпчв | Кзаб |             |
| Аннинский                 | 0.074           | 0.006       | 6            | 848        | 29  | 25   | 2    | 21   | <b>25.9</b> |
| Бобровский                | 0.021           | 0           | 15           | 1169       | 14.5  | 8.5  | 19   | 26   | <b>23.7</b> |
| Богучарский               | 0.006           | 0           | 14           | 867        | 2   | 8.5  | 17   | 22   | <b>17.9</b> |
| Борисоглебский            | 0.026           | 0.067       | 17           | 1432       | 16  | 32   | 21.5 | 29   | <b>31.2</b> |
| Бутурлиновский            | 0.05            | 0           | 12           | 652        | 25  | 8.5  | 11   | 9    | <b>14.9</b> |
| Верхнемамонский           | 0.012           | 0           | 23           | 763        | 7.5   | 8.5  | 27   | 18   | <b>17.8</b> |
| Верхнехавский             | 0.019           | 0.001       | 25           | 1324       | 13  | 18   | 28   | 28   | <b>27.6</b> |
| Воробьевский              | 0.014           | 0           | 11           | 718        | 9   | 8.5  | 7.5  | 11   | <b>11.7</b> |
| Грибановский              | 0.031           | 0.001       | 4            | 742        | 18  | 18   | 1    | 16   | <b>18.4</b> |
| Калачеевский              | 0.132           | 0.007       | 28           | 1542       | 32  | 26   | 31   | 31   | <b>36.2</b> |
| Каменский                 | 0.011           | 0.012       | 12           | 532        | 6   | 29   | 11   | 1    | <b>9.5</b>  |
| Кантемировский            | 0.08            | 0           | 18           | 727        | 30  | 8.5  | 23   | 13   | <b>19.9</b> |
| Каширский                 | 0.008           | 0.002       | 11           | 655        | 3.5   | 20.5 | 7.5  | 10   | <b>12.3</b> |
| Лискинский                | 0.051           | 0           | 80           | 591        | 26  | 8.5  | 32   | 6    | <b>15.5</b> |
| Нижедевицкий              | 0.009           | 0.003       | 13           | 545        | 5   | 23   | 14.5 | 3    | <b>9.6</b>  |
| Новоусманский             | 0.012           | 0           | 11           | 745        | 7.5   | 8.5  | 7.5  | 17   | <b>15.1</b> |
| Новохоперский             | 0.049           | 0           | 13           | 576        | 24  | 8.5  | 14.5 | 4    | <b>11.8</b> |
| Ольховатский              | 0.029           | 0           | 22           | 735        | 17  | 8.5  | 26   | 15   | <b>18.2</b> |
| Острогожский              | 0.036           | 0.009       | 27           | 1495       | 21  | 28   | 29.5 | 30   | <b>33.1</b> |
| Павловский                | 0.035           | 0.016       | 20           | 901        | 20  | 30   | 25   | 23   | <b>28.4</b> |
| Панинский                 | 0.055           | 0           | 17           | 1176       | 28  | 8.5  | 21.5 | 27   | <b>28.0</b> |
| Петропавловский           | 0.008           | 0           | 13           | 541        | 3.5   | 8.5  | 14.5 | 2    | <b>5.5</b>  |
| Поворинский               | 0.034           | 0.021       | 8            | 590        | 19  | 31   | 4    | 5    | <b>14.9</b> |
| Подгоренский              | 0.083           | 0           | 8            | 1045       | 31  | 8.5  | 4    | 24   | <b>25.0</b> |
| Рамонский                 | 0.018           | 0.003       | 15           | 730        | 12  | 23   | 19   | 14   | <b>18.7</b> |
| Репьевский                | 0.005           | 0           | 15           | 609        | 1   | 8.5  | 19   | 7    | <b>8.5</b>  |
| Россошанский              | 0.052           | 0.008       | 27           | 1714       | 27  | 27   | 29.5 | 32   | <b>35.6</b> |
| Семилукский               | 0.021           | 0.001       | 19           | 1071       | 14.5  | 18   | 24   | 25   | <b>25.6</b> |
| Таловский                 | 0.016           | 0.003       | 12           | 799        | 11  | 23   | 11   | 19   | <b>20.7</b> |
| Терновский                | 0.015           | 0           | 11           | 617        | 10  | 8.5  | 7.5  | 8    | <b>10.1</b> |
| Хохольский                | 0.046           | 0.002       | 13           | 726        | 23  | 20.5 | 14.5 | 12   | <b>19.1</b> |
| Эртильский                | 0.044           | 0           | 8            | 829        | 22  | 8.5  | 4    | 20   | <b>20.2</b> |
| <b>коэфф. корреляции</b>  | <b>0.4</b>      | <b>0.34</b> | <b>0.17</b>  | <b>1</b>   | <b>модель:</b><br><b>Y=0,25*(X1+0,85X2+0,425X2+2,5X3)</b> |      |      |      |             |
| <b>статистический вес</b> | <b>1</b>        | <b>0.85</b> | <b>0.425</b> | <b>2.5</b> |   |      |      |      |             |

4 класса эконпряженности региона (интервалы значений Y) :

1) низкая (<10,0), 2) средняя (10,1-20,0), 3) повышенная (20,1-30,0), 4) высокая (>30,0)

Параметры техногенного воздействия на окружающую среду и здоровье населения:

- Катм - коэффициент эмиссионной нагрузки (тонн / 1 жителя);
- Квод - коэффициент загрязнения поверхностных вод (млн.куб. м /млн.куб.м стока);
- Кпчв - уровень химизации в с/х (кг/га пашни);
- Кзаб - общая заболеваемость населения (случаев на 1000) = **ведущий фактор**

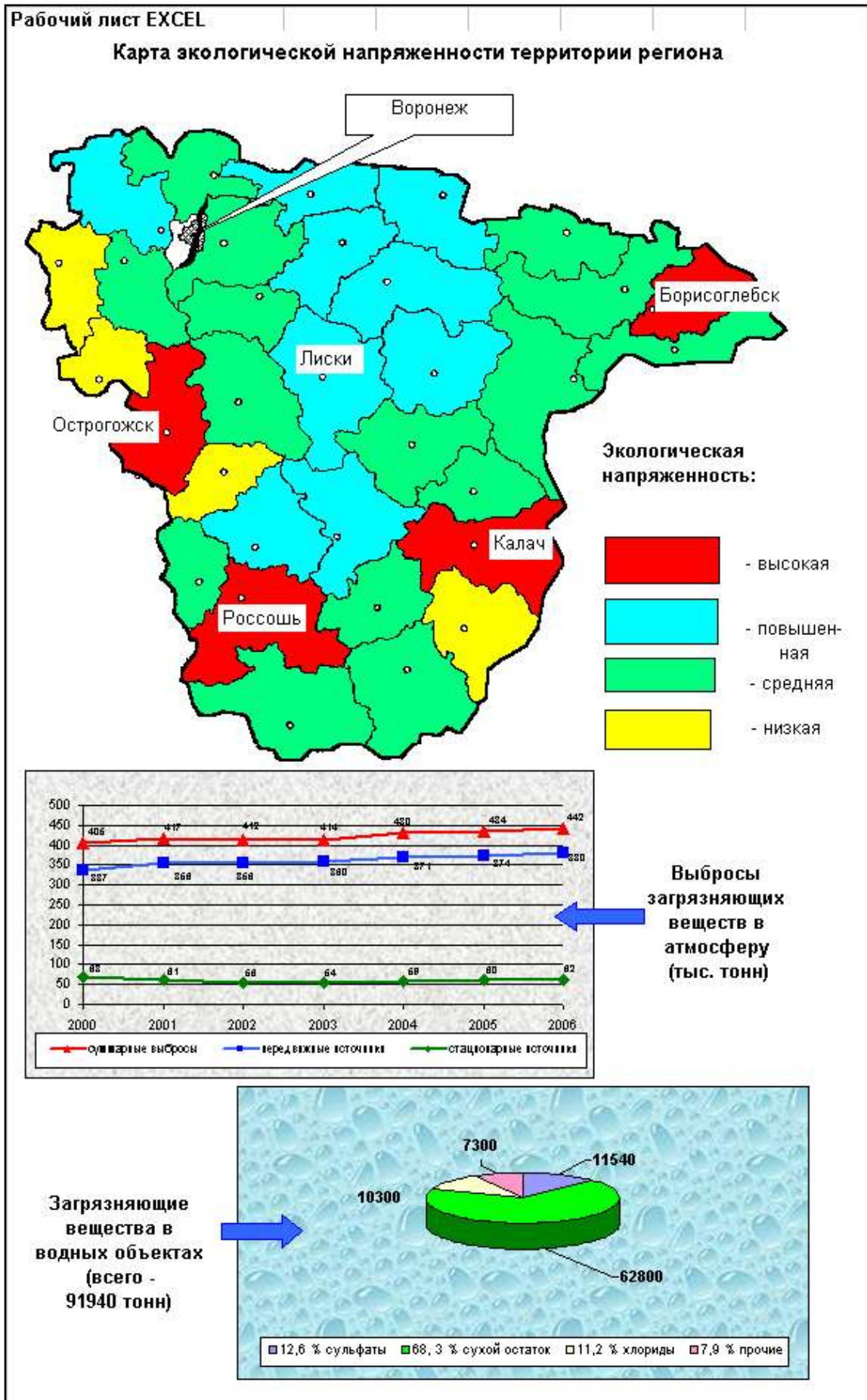


Рис. 4.34. Фрагмент электронного атласа региона

### Б. Задачи для проверки знания алгоритмов методов статистического анализа экогеоданных

1. Определить, какой из 2-х показателей сильнее варьирует (по коэффициенту вариации) в одном населенном пункте: среднегодовая температура воздуха в отклонениях от нормы (1) или количество осадков в % нормы (2), а также показатель репрезентативности входных данных (р) по каждому показателю для выборки из 6 лет наблюдений.

| Годы | 1 (тем-ра) | 2 (осадки) |
|------|------------|------------|
| 2001 | -1,4       | 100        |
| 2002 | 0,1        | 70         |
| 2003 | 0,5        | 50         |
| 2004 | 0,5        | 100        |
| 2005 | 1,4        | 150        |
| 2006 | -0,5       | 130        |

2. Определить степень и достоверность линейной корреляции между густотой овражной сети ( $X_1$ , км/км<sup>2</sup>) и удельным весом ( $X_2$ ,%) склонового типа местности для 7 физико-географических районов.

| Районы | $X_1$ | $X_2$ |  |  |  |  |  |
|--------|-------|-------|--|--|--|--|--|
| 1      | 0,3   | 15    |  |  |  |  |  |
| 2      | 0,6   | 20    |  |  |  |  |  |
| 3      | 0,5   | 25    |  |  |  |  |  |
| 4      | 0,7   | 30    |  |  |  |  |  |
| 5      | 0,9   | 40    |  |  |  |  |  |
| 6      | 0,5   | 10    |  |  |  |  |  |
| 7      | 0,7   | 35    |  |  |  |  |  |

3. С целью выяснения зависимости состояния здоровья детей от качества воздуха изучена за трехлетний период заболеваемость 300 детей : 150 детей (учащихся школы №5), проживающих вблизи завода "Воронежсинтезкаучук", и 150 детей, проживающих в экологически чистой зоне (учащиеся лицея №8 в Северном районе г.Воронежа). Используя тетракорический коэффициент корреляции, определить силу и достоверность связи, а также - риск для здоровья (ОР) :

| Количество лиц                           | Больные | Здоровые | Всего |
|--|---------|----------|-------|
| В загрязненном районе (вблизи завода СК) | 98      | 52       |       |
| В чистой зоне (Северный район)           | 41      | 109      |       |
| Всего                                    |         |          | 300   |

**Описание технологии проведения:** осуществляется в ходе зачетных лабораторных занятий либо в форме выполнения домашних заданий (самостоятельная работа) с последующей обязательной отчетностью.

**Требования к выполнению заданий :** задания должны выполняться индивидуально, в специальных тетрадях для контроля самостоятельной работы студентов преподавателем, либо с использованием компьютерной техники в помещениях для самостоятельной работы студентов.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- *Практическое задание на компьютере*
- *Контрольная работа*

### **Вопросы к зачету с оценкой:**

1. Вероятностно-статистический анализ в задачах экологической оценки и мониторинга окружающей среды. Статистические методы и основные программные средства (EXCEL, STADIA). Основные выборочные параметры. Закон «нормального распределения».
2. Методы установления статистических связей с помощью корреляционного анализа данных (линейная, ранговая, частная корреляция, автокорреляция, корреляция между качественными признаками).
3. Регрессионный анализ и оценка адекватности регрессионных моделей. Нелинейная корреляция.
4. Дисперсионный анализ в экологии и природопользовании. Встроенный «пакет анализа данных» в EXCEL.
5. Обработка данных в STADIA. Критерии «сходства-различия» данных (Стьюдента, Фишера, Родинона), методы статистического обобщения и «сжатия» информации.
6. Методы многомерной статистики в экологии и природопользовании. Множественная корреляция и регрессия.
7. Использование статистических методов для целей классификации, типизации и районирования. Кластерный анализ (в среде STADIA).
8. Факторный анализ (в среде STADIA).

**Описание технологии проведения:** осуществляется в ходе зачетных лабораторных занятий либо в форме выполнения контрольной работы с последующей обязательной отчетностью.

**Требования к выполнению заданий :** задания должны выполняться индивидуально, в специальных тетрадях для контроля самостоятельной работы студентов преподавателем, либо с использованием компьютерной техники в помещениях для занятий студентов.

### **Критерии оценивания результатов обучения:**

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

- владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами математической статистики и гидрологии);
- 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 шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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.20.1).

### 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 и приемами полевых и камеральных гидрометрических работ, умение строить и анализировать кривые расходов воды, оценивать полученные результаты измерения и подсчета стока, знать правила поведения на воде при производстве гидрометрических работ. | Повышенный уровень                   | Отлично /зачтено/               |
| Хорошее знание программного материала, свободное владение приемами и методами обработки уровней, глубин, скоростей течения, расходов воды, умение строить кривые расходов воды, анализировать проведение кривых, обосновывать методы подсчета стока, при некоторых шероховатостях в ответе, не относящихся к основным программным вопросам, знать правила поведения на воде при производстве гидрометрических работ.              | Базовый уровень                      | Хорошо /зачтено/                |
| Слабое знание сущности измерений и наблюдений на гидрологических постах, нечеткое представление о выборе и применимости методов обработки гидрометеорологической информации, нетвердые знания правил поведения на воде при выполнении измерительных операций.   | Пороговый уровень                    | Удовлетворительно /зачтено/     |
| Отсутствие понятийного аппарата, незнание методов и способов производства измерительных работ на реке и камеральной обработки материалов наблюдений и измерений, незнание правил поведения на воде во время производства работ.   | -                                    | Неудовлетворительно /незачтено/ |