

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  
30.05.2025г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.07 Статистические методы в геоэкологии**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

- 1. Код и наименование направления подготовки:**  
05.03.06 – Экология и природопользование
- 2. Профиль подготовки:** Геоэкология и природопользование
- 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
- 7. Рекомендована:** НМС ф-та географии, геоэкологии и туризма, протокол о рекомендации от 19.05.2025 г. №8
- 8. Учебный год:** 2026-2027 **Семестр:** 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.

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.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина вариативной части учебного плана.

Входными знаниями являются знания основ информатики применительно к решению прикладных задач в экологии 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) .

**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-6	Способен выполнять расчетно-аналитические работы и комплексный анализ эколого-экономической информации при нормировании экологических воздействий на окружающую среду, в процессе экологического менеджмента	ПК-6.1	Проводит отбор, сопоставительный анализ и обработку различных источников информации, полученной в ходе полевых и камеральных исследований, а также статистических, литературных и фондовых материалов, аналоговых и цифровых пространствен-	<p><b>знать:</b> методы и алгоритмы вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных (корреляционный, регрессионный, дисперсионный, кластерный, факторный) в задачах оценки экологической ситуации;</p> <p>- принципы обработки и анализа табличных данных в среде EXCEL;</p> <p>- принципы обработки и статистического анализа данных в среде STADIA;</p> <p><b>уметь:</b> применять на практике методы однофакторного и многофакторного математико-статистического анализа и моделирования в задачах оценки экологической ситуации;</p> <p>- обрабатывать эколого-географическую</p>

	и аудита		ных данных в процессе экологического менеджмента и аудита	информацию с помощью электронных таблиц (EXCEL) и специализированных статистических пакетов (STADIA); <b>владеть:</b> основными методами методами однофакторного и многофакторного математико-статистического анализа и моделирования при оценке экологической ситуации; - практическими навыками обработки эколого-географической информации с помощью электронных таблиц (EXCEL) и специализированных статистических пакетов (STADIA)
--	----------	--	---	---

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2 / 72.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

## 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		4 семестр
Аудиторные занятия		
в том числе: лекции	14	14
практические		
лабораторные	28	28
Самостоятельная работа	30	30
Форма промежуточной аттестации	зачет с оценк	зачет с оценкой
Итого:	72	72

### 13.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Основы вероятностно-статистического анализа экологических данных. 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».	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id</a>
1.2	Методы одномерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных: - корреляционный анализ - регрессионный анализ - дисперсионный анализ - методы определения «сходства-различий» - 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, Родинона), методы статистического обобщения и «сжатия» информа-	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id</a>

		ции в задачах статистического ранжирования и районирования.	
1.3	Методы многомерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных: - кластерный анализ - 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).	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Оценка экологического риска с помощью методов однофакторного вероятностно-статистического анализа	Оценка репрезентативности статистических выборок методами описательной статистики	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id</a>
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 компьютерных 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 (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Основы вероятностно-статистического анализа экогеоданных. Правила составления и оценка репрезентативности статистических выборок	2	-	6	8	16
2	Методы одномерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных: - корреляционный анализ - регрессионный анализ - дисперсионный анализ - методы определения «сходства-различий» - методы статистического ранжирования и районирования	8	-	12	12	32
3	Методы многомерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных: - кластерный анализ - факторный анализ	4	-	10	10	24
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>72</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;
- 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>

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	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.
6	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.
7	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.
8	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.
9	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.
10	Статистика : учеб. пособие / М.Е. Глушченко .— 143 с. — ISBN 978-5-8149-3010-1 .— URL: <a href="https://rucont.ru/efd/775204">https://rucont.ru/efd/775204</a> (дата обращения: 27.02.2022)

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

№ п/п	Ресурс
-------	--------

11	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
12	<a href="https://e.lanbook.com/book">https://e.lanbook.com/book</a>
13	<a href="https://rucont.ru/efd/314463">https://rucont.ru/efd/314463</a>
14	Электронный курс на портале «Электронный университет ВГУ». - Режим доступа - по подписке. - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id</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 применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий на платформе «Электронный университет ВГУ». Режим доступа - по подписке: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id>.

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

специализированная мебель, компьютеры, телевизор, ноутбук, лицензионное ПО: Dr.Web, OfficeSTD 2013

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

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 ана-	ПК-6	ПК-6.1	Контрольная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	лизи экогеоданных. Правила составления и оценка репрезентативности статистических выборок			
2	Методы одномерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных: - корреляционный анализ - регрессионный анализ - дисперсионный анализ - методы определения «сходства-различий» - методы статистического ранжирования и районирования	ПК-6	ПК-6.1	Лабораторные работы, контрольная работа
3	Методы многомерного вероятностно-статистического анализа эколого-географических данных: - кластерный анализ - факторный анализ	ПК-6	ПК-6.1	Лабораторные работы, контрольная работа
Промежуточная аттестация 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 модели 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-3случая 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

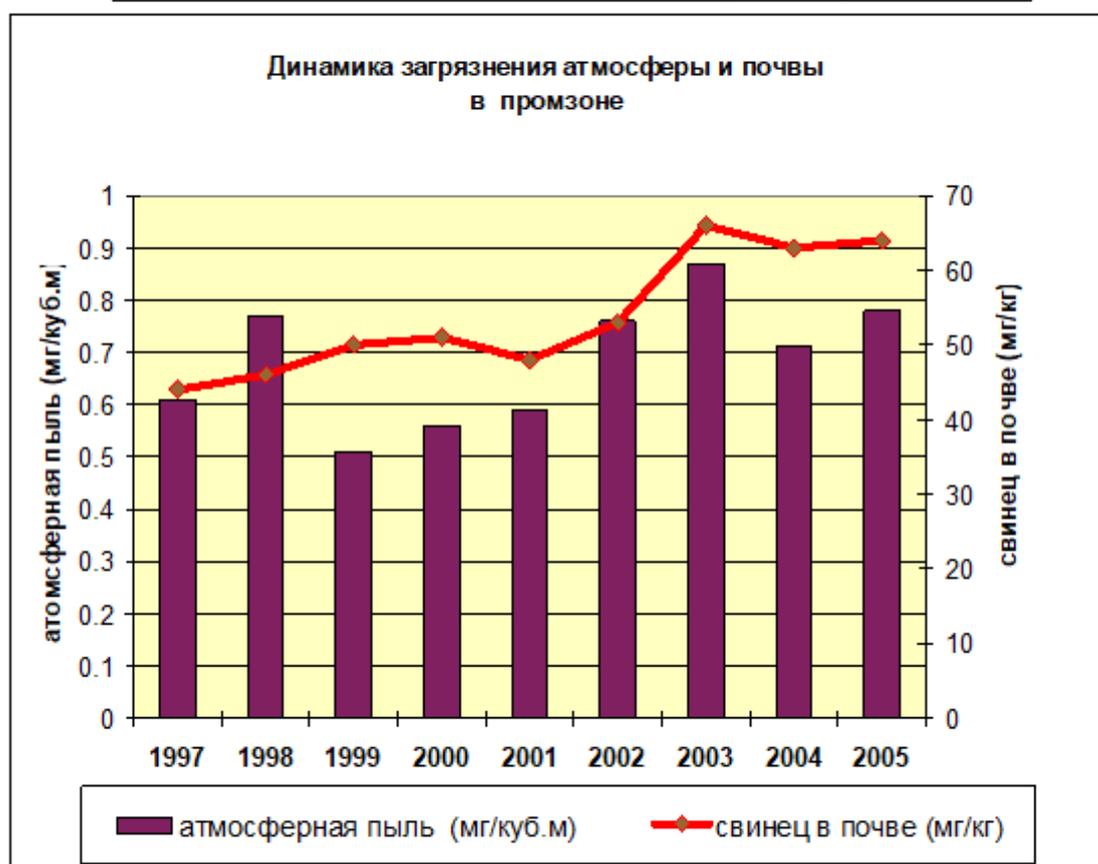
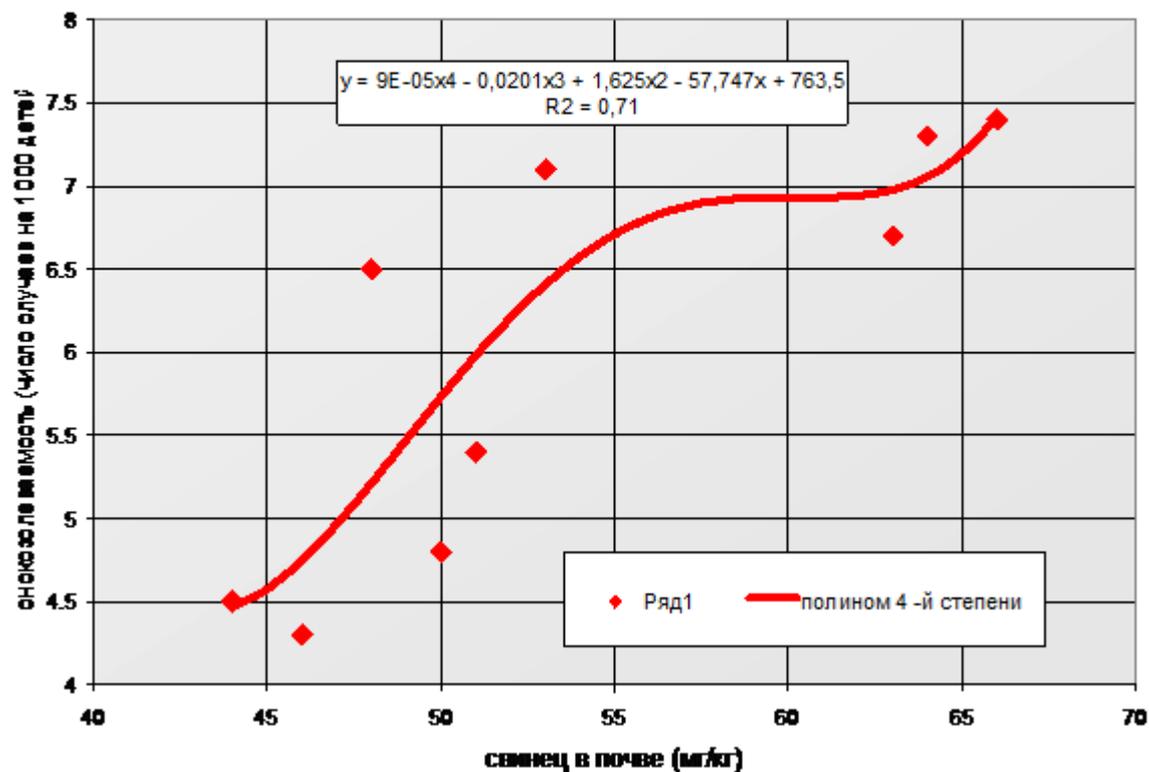


Рис. 4.31. Диаграммы динамики эколого-гигиенических показателей

## Рабочий лист EXCEL

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



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

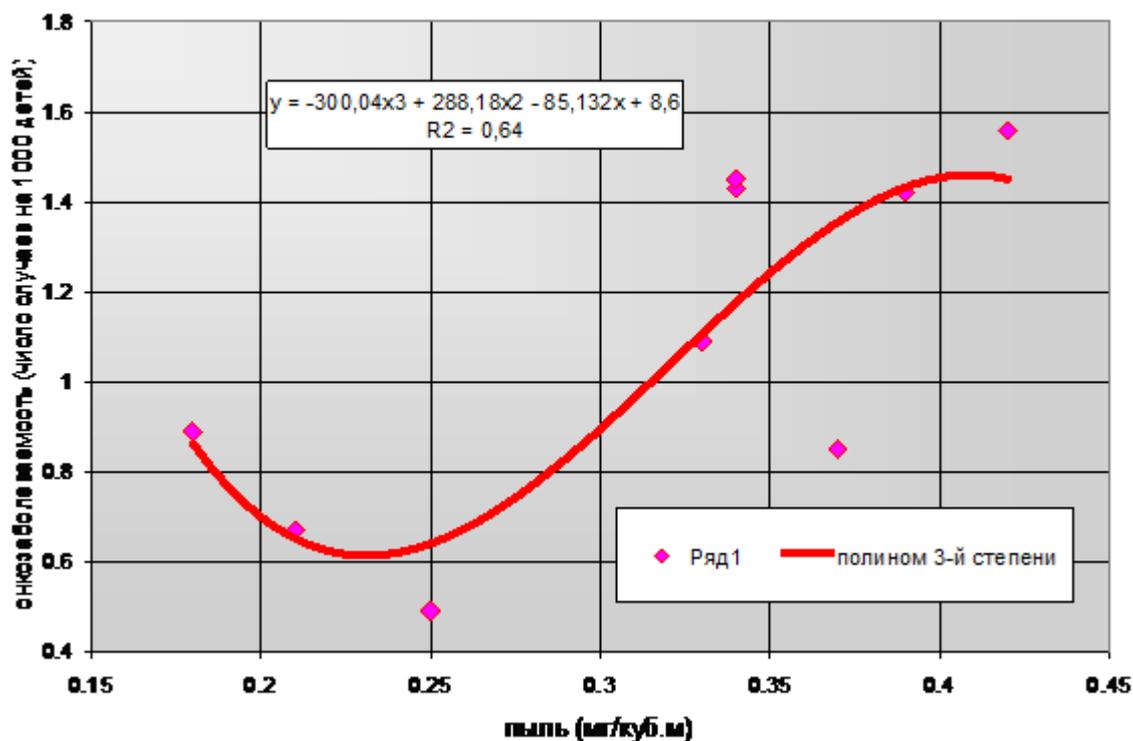


Рис. 4.32. Диаграммы - модели трендов

## 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>				

**Загрязняющие вещества в водных объектах (тыс. тонн)**

сульфаты	11540
сухой остаток	62800
хлориды	10300
прочие	7300

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (тыс. тонн)**

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

**Цель: выделить 4 класса эконапряженности: (низкая, средняя, повышенная, высокая)**

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> <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**

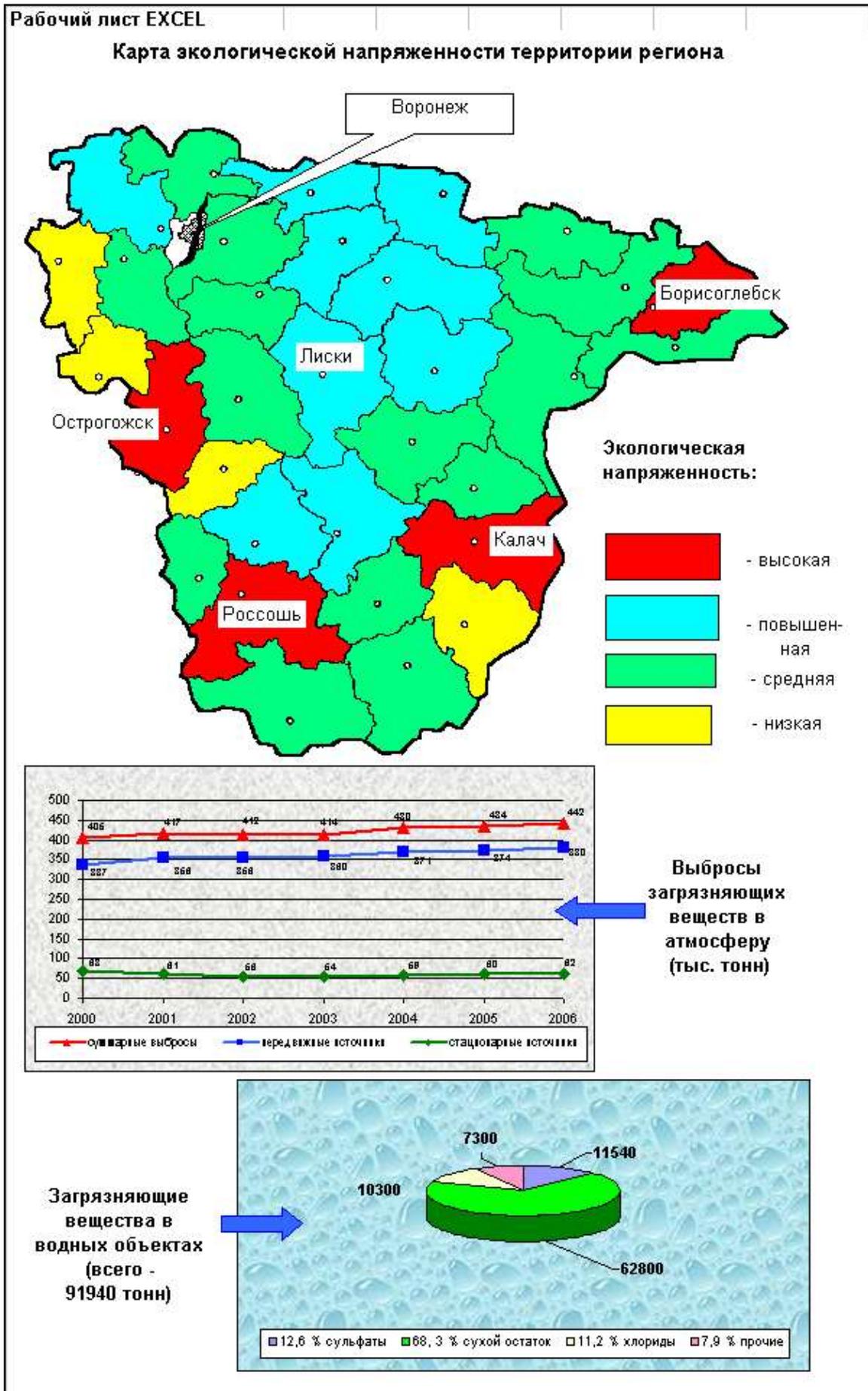


Рис. 4.34. Фрагмент электронного атласа региона

## 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	X1	X2					
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:**

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, Родинонова), 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.