

На правах рукописи



00305776 1

ВЕДУХИНА Варвара Геннадьевна

**АНАЛИЗ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
ТЕРРИТОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА
(НА ПРИМЕРЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)**

25.00.36 – геоэкология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Барнаул – 2007

На правах рукописи



ВЕДУХИНА Варвара Геннадьевна

**АНАЛИЗ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ
ТЕРРИТОРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА
(НА ПРИМЕРЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)**

25.00.36 – геоэкология

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук**

Барнаул – 2007

Работа выполнена в Институте водных и экологических проблем СО РАН

Научный руководитель: кандидат географических наук, доцент
Ротанова Ирина Николаевна

Официальные оппоненты: доктор географических наук
Савкин Валерий Михайлович
доктор географических наук, профессор
Козин Василий Васильевич

Ведущая организация: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

Защита состоится « 18 » апреля 2007 г. в 12 час. на заседании диссертационного совета Д 003.008.01 в Институте водных и экологических проблем СО РАН по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1, факс: (3852) 24-03-96, e-mail: rotanova@iwep.asu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных и экологических проблем СО РАН

Автореферат разослан «16» марта 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук, доцент



И.Н. Ротанова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования Ухудшение качества поверхностных вод вследствие их антропогенного загрязнения является, в настоящее время, одной из причин обострения экологической обстановки как на локальном и региональном, так и глобальном территориальных уровнях. В то же время, сокращение сети стационарных постов наблюдения за водными объектами и ряд других проблем, возникающих при проведении мониторинга поверхностных вод, ведут к недостаточной информационной обеспеченности водно-экологических исследований.

Востребованность региональных исследований водно-экологической обстановки определяется необходимостью рассмотрения не только отдельных источников воздействия и локального загрязнения поверхностных вод, но и их территориального распределения и взаимосвязей. Важным для региона является определение фонового состояния качества вод, последствий воздействия на водные объекты для человека и окружающей среды, а также выявление наиболее экологически неблагоприятных территорий, что, в свою очередь, позволяет определить объекты исследований на локальном уровне (Скорняков, 1999; Нефедова, 1986).

Картографическое моделирование и геоинформационный инструментарий позволяют не только отображать уже известные пространственные закономерности, но и проводить анализ, выявлять и визуализировать взаимосвязи между источниками загрязнения и качеством воды, определять достоверность информации по источникам загрязнения, производить районирование по факторам загрязнения и качеству поверхностных вод, в том числе, при недостаточном объеме гидрохимических данных (Берлянт, 1996; Коронкевич, 2003; Михайлов, 2000, Новаковский и др., 1999; Тикунов, 1997; Хрисанов, Осипов, 1993; Цхай, 1995; Ясинский, 2003).

В бассейне Верхней Оби, к которому относится большая часть Алтайского края и где расположены крупные потребители водных ресурсов, находятся мощные промышленные и сельскохозяйственные очаги формирования загрязнения природных вод. Основой составления схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, разработки государственных бассейновых и территориальных программ является изучение современного состояния водных объектов и его прогнозирования, в том числе с применением геоинформационно-картографических методов.

Цель исследования: разработка методики геоинформационного картографического анализа и комплексной оценки водно-экологической обстановки, а также реализация ее для территории Алтайского края.

Задачи исследования:

- провести анализ методик и подходов к оценке качества поверхностных вод и природно-антропогенных условий его формирования;
- исследовать опыт картографирования проблемных водно-экологических обстановок различных территорий;
- разработать методику геоинформационного среднemasштабного водно-экологического картографирования с использованием косвенных данных в условиях недостаточной информационной обеспеченности;
- сформировать базу геоданных, включающих информацию о качественном состоянии водных объектов, условиях самоочищения поверхностных вод, основных источниках прямого и опосредованного загрязнения поверхностных вод, условиях выноса загрязняющих веществ с водосборных бассейнов в водные объекты;
- реализовать разработанную методику при создании серии среднemasштабных водно-экологических карт Алтайского края;
- провести на основе созданной серии карт комплексную оценку водно-экологической обстановки на двух уровнях пространственно-территориального охвата: региональном (бассейн Верхней Оби и Обь-Иртышское междуречье в границах Алтайского края) и субрегиональном (бассейн р. Алей).

Объекты исследования: водные объекты бассейна Верхней Оби и Обь-Иртышского междуречья в границах Алтайского края.

Предмет исследования: среднemasштабное геоинформационное картографирование, оценка и анализ водно-экологической обстановки территории.

Теоретическую и методологическую основу исследования составляют современные научные разработки в области гидроэкологии, картографии и геоинформатики, экологического и ландшафтного картографирования Н.И. Алексеевского, А.М. Берлянта, Ю.И. Винокурова, В.Л. Гросса, Н.И. Коронкевича, В.В. Масленниковой, Б.А. Новаковского, Г.К. Осипова, К.А. Салищева, В.В. Скорнякова, В.С. Тихунова, Н.И. Хрисанова, Ю.М. Цимбалея, В.К. Шитикова, S. Aronoff, V. Novotny, Environmental Protection Agency (EPA).

Исходные материалы. Информационную базу составили данные ежегодников по качеству поверхностных вод; гидрологических ежегодников; статистические данные, предоставленные отделом водных объектов по Алтайскому краю Верхне-Обского БУ, Федеральной службой государственной статистики по Алтайскому краю, Главным управлением по сельскому хозяйству администрации Алтайского края, Краевой станцией защиты растений; опубликованные и фондовые материалы ИВЭП СО РАН, цифровые и бумажные топографические, тематические карты; результаты экспедиционных исследований, в том числе, с участием автора.

Методы исследования. В работе использованы системный, геоэкологический, ландшафтно-экологический и бассейновый подходы; комплекс географических методов: картографический, геоинформационный, количественные (картометрический, статистический, кластерный анализ), а также программные средства: ESRI ArcView 3.2, ArcGis 9.0 и др.

Научная новизна:

– выявлены основные структурные и функциональные особенности формирования водно-экологической обстановки территории, определяющие систему и содержание водно-экологического картографирования;

– разработана методика среднемасштабного геоинформационного водно-экологического картографирования в условиях недостаточной обеспеченности информацией с использованием косвенных данных, характеризующих прямое и опосредованное антропогенное воздействие на поверхностные воды;

– разработаны структура и содержание серии карт, система условных обозначений для картографического моделирования водно-экологической обстановки на региональном и субрегиональном уровнях;

– сформирована структурированная база геоданных, включающая информацию о качественном состоянии водных объектов, условиях самоочищения поверхностных вод, основных источниках прямого и опосредованного загрязнения поверхностных вод, потенциале выноса загрязняющих веществ в водные объекты;

– на основе разработанной методики составлена оригинальная серия инвентаризационных и оценочных карт территории Алтайского края;

– проведен комплексный анализ водно-экологической обстановки бассейна Верхней Оби и Обь-Иртышского междуречья в границах Алтайского края.

Практическая значимость. Предлагаемая методика применима при управлении водными ресурсами Алтайского края: для разработки современных методов и средств оценки состояния водных объектов и прилегающих территорий с целью своевременного снижения негативных антропогенных воздействий на водные объекты и уменьшения экологического ущерба; для оценки роли различных источников загрязнения в общем процессе формирования качества воды; для совершенствования мониторинга водных объектов: развития технологии обработки информации и ведения баз данных о состоянии водных объектов. Разработанная методика и серия карт дают возможность проводить комплексный анализ водно-экологической обстановки территории на региональном и субрегиональном уровнях в условиях недостаточной обеспеченности данными стационарных наблюдений за качеством поверхностных вод. Результаты исследования используются в учебном процессе Алтайского госуниверситета.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательских программ лаборатории эколого-географического картографирования ИВЭП СО РАН в 2000-2006 гг. Материалы исследования использовались при выполнении грантов РФФИ и интеграционных проектов СО РАН.

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 17 публикациях, из них 2 статьи опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на научных и научно-практических конференциях, форумах, конгрессах, семинарах различного уровня, в том числе международных: Барнаул (2002, 2003, 2004, 2005, 2006); Тюмень (2004), Новосибирск (2005), Томск (2006).

Объем и содержание работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 183 страницах, включает 76 рисунков, 21 таблицу. Список использованной литературы включает 257 источников, в том числе 19 иностранных.

В первой главе рассмотрены основные понятия и классификации экологических проблем, особенности современной системы экологического мониторинга водных объектов, использование картографического и геоинформационного метода при оценке водно-экологической обстановки.

Во второй главе проанализированы существующие и предложены новые методические подходы к геоинформационному картографированию качества поверхностных вод и, определяющих их, геоэкологических условий.

В третьей главе на основе анализа созданной серии водно-экологических карт дана оценка водно-экологической обстановки территории Алтайского края и модельного бассейна р. Алей.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

1. Геоинформационное водно-экологическое картографирование образует самостоятельное направление в тематическом картографировании, отражает пространственно-временные аспекты взаимодействия в системе «водные объекты – водосборные бассейны – антропогенное воздействие - водно-экологические проблемы» и позволяет на основе создания взаимоувязанной серии карт инвентаризационно-оценочного содержания производить анализ водно-экологической обстановки территории.

В развитии понятия экологической обстановки в аспекте ее водной составляющей, вслед за Б.И. Кочуровым, А.С. Шестаковым, Т.В. Звонковой под водно-экологической обстановкой понимается пространственно-временное сочетание взаимосвязанных природных, экономических, социальных и политических условий и факторов, которые определяют состоя-

ние водных объектов на конкретной территории и возможности обеспечения населения и хозяйства водой.

Важной составляющей частью мониторинга качества поверхностных вод является система геоинформационно-картографических методов, которые позволяют осуществлять ввод, хранение, обработку, отображение и интегрирование пространственно-временной информации о водно-экологической обстановке.

Водно-экологическое картографирование на данном этапе развития отнесится уже не к частному направлению, отображающему экологическое состояние отдельной географической оболочки, а к комплексному – связанному со сложными объектами и явлениями природно-антропогенных систем (Горбунова, 2000; Коронкевич, 2003; Лозовик, 2005; Хрисанов, Осипов, 1993; С.В. Ясинский, 2003). Комплексность водно-экологического картографирования, обособленность теоретико-методических принципов и подходов позволяют говорить о нем, как о самостоятельном блоке в системе экологического картографирования (рис. 1).

Под водно-экологическим картографированием понимается сбор, обработка, анализ и картографическое представление информации об экологическом состоянии водных объектов и их водосборных бассейнов, природных и антропогенных факторах формирования качественного состояния водных систем, влиянии их изменений на природные и социально-хозяйственные системы, мероприятиях по предупреждению и ликвидации негативных водно-экологических процессов и вызывающих их причин.

Водно-экологическое картографирование включает ряд основных направлений: картографирование качественного состояния водных объектов; антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны; самоочищения поверхностных вод и потенциала выноса загрязняющих веществ (ЗВ) с водосборных территорий в водные объекты; медико-гигиенической обстановки, связанной с качеством воды; водоохраных мероприятий и организации водопользования (рис. 1). Применение данных направлений в комплексе для конкретной территории позволяет решать информационно-справочные и аналитическо-оценочные задачи при изучении процессов, состояния и взаимосвязей отдельных компонентов в системе «водные объекты – водосборные бассейны – антропогенное воздействие – водно-экологические проблемы».

Геоинформационно-картографический подход открывает широкие возможности для водно-экологического пространственного анализа территории, включая:

– пространственную привязку источников загрязнения и статистических баз данных, которые количественно и качественно характеризуют эти источники;

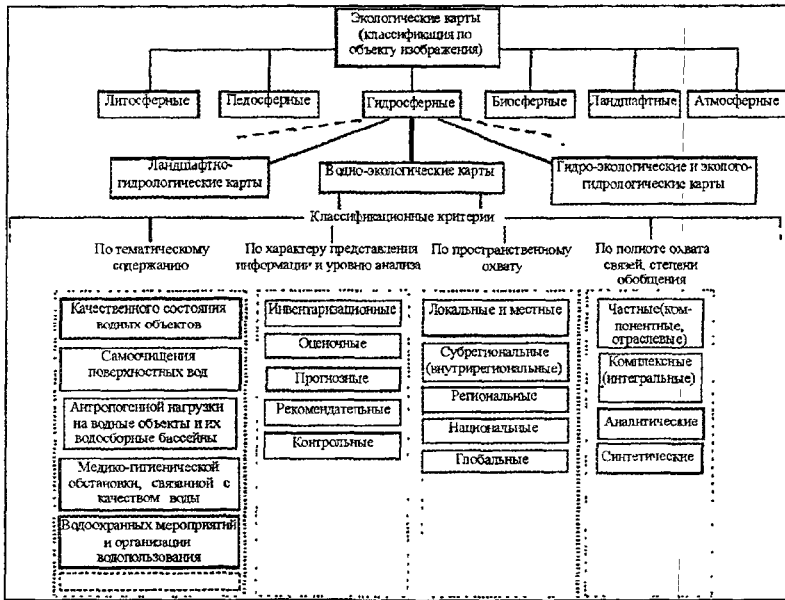


Рис 1. Положение водно-экологических карт в структуре карт экологической тематики (по В.С Михееву, В.В Козину, А.И. Шеховцову, с изменениями и дополнениями автора)

- визуализацию и картографическое моделирование природных факторов, влияющих на загрязнение поверхностных вод и процессы их самоочищения;
- формирование баз данных пространственно-привязанной информации о территориальной дифференциации основных гидрохимических, физических, микробиологических, паразитологических и гидробиологических показателей, характеризующих загрязнение поверхностных вод и интегральных показателей качества поверхностных вод;
- анализ взаимосвязей между источниками загрязнения и качеством поверхностных вод с учетом природных факторов, влияющих на поступление ЗВ в водные объекты, и процессов выноса, трансформации и разбавления ЗВ в водных системах;
- выявление закономерностей формирования качественного состояния поверхностных вод и проведение комплексной оценки уровня их загрязнения в условиях недостаточной обеспеченности данными инструментальных наблюдений за качеством воды;

– дополнение комплексных оценок качества воды, построенных по данным стационарных и экспедиционных наблюдений, косвенной информации о загрязнении поверхностных вод;

– широкие возможности в отображении динамики процессов загрязнения поверхностных вод.

2. Разработанная методика геоинформационного водно-экологического картографирования регламентирует создание серии взаимосвязанных карт на основе использования прямой и косвенной информации и позволяет проводить анализ качества поверхностных вод и природно-антропогенных факторов его формирования на различных пространственно-территориальных уровнях.

Разработана методика водно-экологического среднemasштабного картографического анализа территории (Ведухина и др., 2004; Ведухина, Ротанова 2005; Ведухина, 2006), позволяющая, в условиях недостаточного обеспечения данными стационарных наблюдений, проводить комплексную водно-экологическую оценку поверхностных вод на двух уровнях территориального охвата: региональном, на котором объектами картографирования являются крупные и средние озерно-речные системы и их водосборные бассейны, в том числе, в пределах единиц политико-административного деления (края, области); субрегиональном, на котором объектами картографирования являются, выявленные на региональном уровне, объекты с наиболее острой водно-экологической обстановкой.

К основным задачам среднemasштабного водно-экологического картографирования относятся: отображение уровня загрязнения поверхностных вод на основе данных стационарных наблюдений; визуализация и анализ факторов, определяющих качество поверхностных вод; ранжирование водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки; комплексная оценка уровня загрязнения поверхностных вод по косвенным данным.

Методически переход от первого ко второму территориальному уровню выражается в укрупнении масштаба картографической основы тематических слоев; использовании в качестве объектов картографирования бассейнов рек более низкого порядка (согласно нисходящей порядковой классификации Хортонa-Штраллера); применении большего количества показателей картографирования, учитывающих специфику территории; большей точностью пространственной привязки исходной информации.

Методика среднemasштабного водно-экологического картографирования включает реализацию алгоритма, который является единым для регионального и субрегионального уровней и состоит из пяти основных этапов (рис. 2).

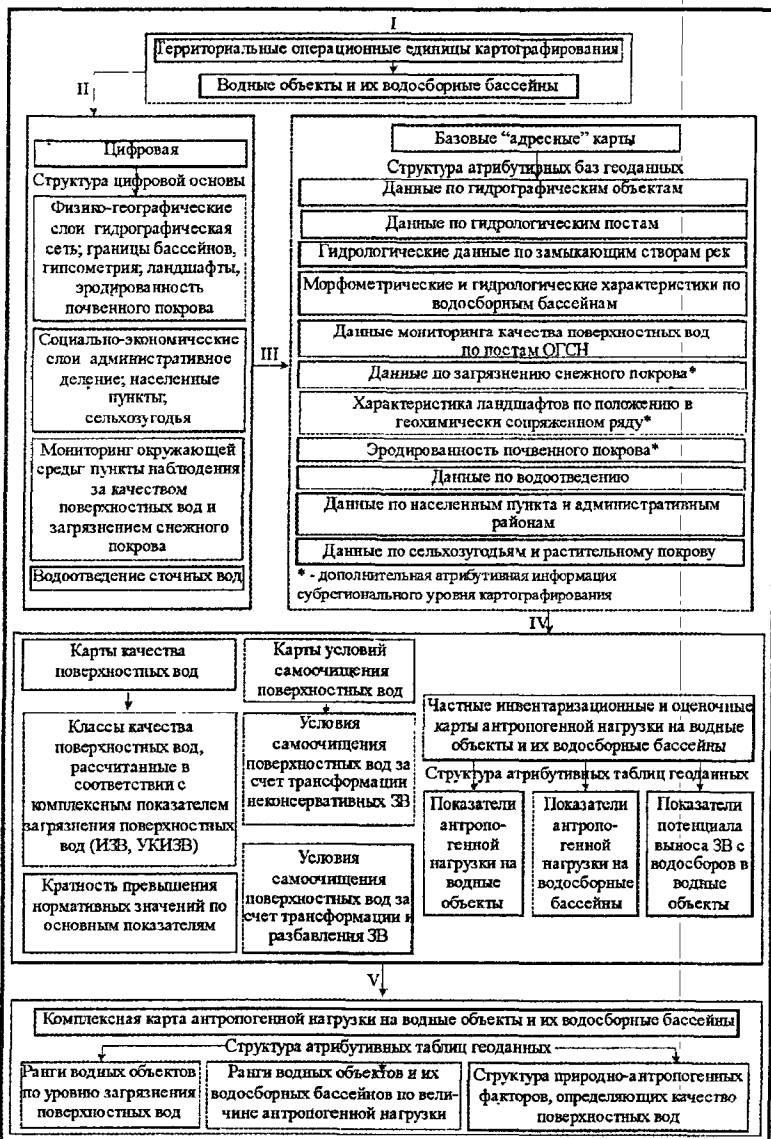


Рис. 2 Структурно-графический алгоритм водно-экологического картографирования. Основные этапы: I – выбор территориальных операционных единиц картографирования; II – подготовка цифровой картографической основы; III – составление базовых «адресных» карт; IV – составление частных инвентаризационных и оценочных карт; V – составление комплексной оценочной карты

I. Выбор территориальных операционных единиц картографирования. При выборе применены ландшафтно-экологический и бассейновый подходы. При ландшафтно-экологическом подходе в качестве объекта картографирования выступают разноранговые геосистемы, при бассейновом – водные объекты и их водосборные бассейны различных порядков. Сочетание этих подходов позволяет выделять наиболее приемлемые для водно-экологических исследований единицы картографирования. Ими являются водные объекты и их водосборные бассейны, в том числе их фрагменты в соответствии с границами единиц физико-географической дифференциации.

II. Подготовка цифровой картографической основы. На электронной картографической основе отображаются основные физико-географические и социально-экономические объекты, пункты мониторинга качества поверхностных вод, «точки» водоотведения сточных вод, что служит территориальным каркасом для дальнейшего тематического картографирования.

III. Составление базовых «адресных» карт. Выделяется два этапа: 1) сбор и обработка исходных данных, отражающих качественное состояние поверхностных вод и природно-антропогенные условия формирования загрязнения водных объектов, формирование исходных атрибутивных таблиц геоданных; 2) привязка к картографической основе электронных баз данных.

IV. Составление частных инвентаризационных и оценочных карт. Создаваемые карты, объединяются в три блока:

– Карты качества поверхностных вод отображают уровень загрязнения поверхностных вод с помощью частных и комплексных оценочных показателей.

– Карты условий самоочищения поверхностных вод отображают возможность трансформации и разбавления загрязняющих веществ за счет химических (окислительных) и физических (разбавление) процессов.

– Карты антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны включают инвентаризационные и оценочные слои. Инвентаризационные слои отображают количественные аналитические показатели, по которым, в дальнейшем, строятся оценочные слои и которые позволяют избежать излишней формализации комплексной оценки. Оценочные слои отображают ранжирование территории по показателям антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны и потенциалы выноса ЗВ в водные объекты (таблица). Частные оценочные слои содержат косвенную информацию, используемую при составлении комплексной карты уровня загрязнения поверхностных вод.

Ранжирование бассейнов по отдельным показателям выполняется с использованием кластерного анализа, проводимого с помощью программного пакета Statistica. Кластеризация выполняется с целью выделения

Таблица

Оценочные показатели антропогенной нагрузки на водные объекты и их водо-
сборные бассейны и потенциала выноса ЗВ с территории водосбора
в водные объекты

Показатель антропогенного воздействия на озерно-речные системы
Коэффициенты разбавления условных объемов сточных вод* (учитываются сточные воды при водоотведении от предприятий различных отраслей хозяйства в реки и озера и от населенных пунктов, оказывающие прямое воздействие на водные объекты)
Показатели воздействия на территорию водосбора за счет водоотведения в отстойники, поля фильтрации, поля орошения, накопители, неорганизованного водоотведения на окружающие территории
Водоотведение от промышленных предприятий (условных м ³ /км ² водосбора)
Водоотведение от городских населенных пунктов (условных м ³ /км ² водосбора)
Водоотведение от животноводческих предприятий (условных м ³ /км ² водосбора)
Водоотведение от сельских населенных пунктов (условных м ³ /км ² водосбора)
Водоотведение от сельского хозяйства (условных м ³ /км ² водосбора)
Показатели агрогенного преобразования территории и поступления загрязняющих веществ через атмосферу
Суммарный показатель загрязнения снежного покрова**
Внесение ядохимикатов (т/км ² пахотных угодий)
Внесение минеральных удобрений (т/км ² пахотных угодий)
Внесение органических удобрений (т/км ² пахотных угодий)
Показатели выноса загрязняющих веществ с территории водосбора в водные объекты
Модуль поверхностного стока (л/с км ²)
Густота речной сети (км/км ²)**
Положение ландшафта в геохимически сопряженном ряду **
Эродированность почвенного покрова**
Залесенность (%)

Примечания:

* Условные объемы водоотведения (Sbv_u) от различных источников рассчитываются по формуле (Скорняков, 1999). $Sbv_u = Sbv_{och} \cdot R$, где Sbv_{och} – объем сточных вод, с учетом степени очистки; R – коэффициент редукции. $Sbv_{och} = 5 \cdot Sbv_{bo} + Sbv_{no} + 0.2 \cdot Sbv_{ch}$, где Sbv_{bo} , Sbv_{no} , Sbv_{ch} – годовые объемы сточных вод, соответственно, без очистки, недостаточно очищенные и условно чистые (вместе с нормативно очищенными). Коэффициент редукции рассчитывается в зависимости от класса опасности предприятия (в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01)

** Дополнительные показатели картографирования на субрегиональном уровне

групп бассейнов с однородными значениями показателей в многолетнем периоде наблюдений. Для полученных в результате кластерного анализа групп водных объектов производится порядковое (ординальное) шкалирование с определением их ранга и взаимного порядка на основе значений показателей. При ранжировании показателей залесенности, эродированно-

сти и густоты речной сети использованы статистические модели, отображающие зависимость выноса ЗВ в водные объекты от данных показателей.

Кластеризация является эффективным методом получения сравнительных оценок в условиях отсутствия нормативных значений показателей. При этом, наилучшим образом интерпретируются кластеры, полученные построением иерархического дерева (дендрограммы) методом Варда, основанного на минимизации внутригрупповых сумм квадратов отклонений с использованием метрики Евклида (рис. 3).

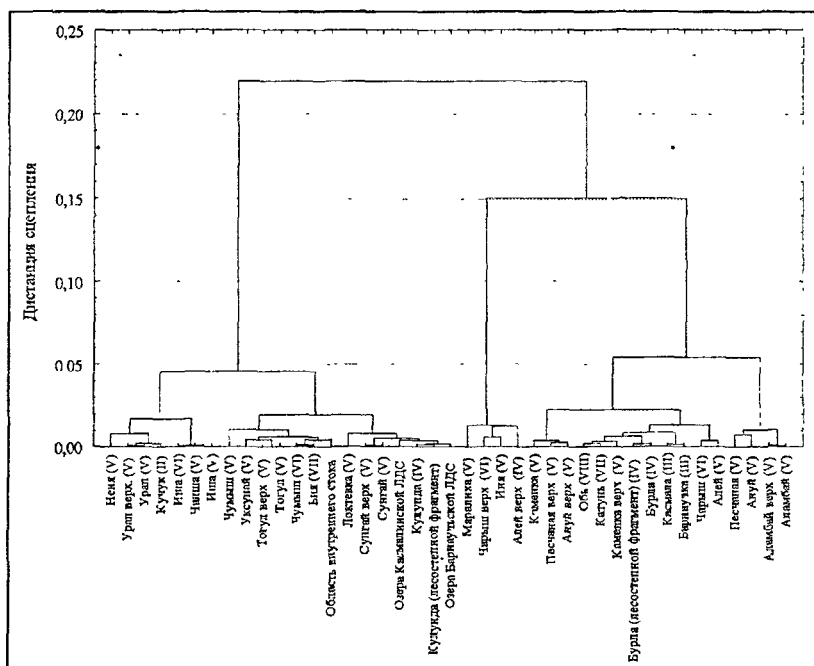


Рис. 3. Пример выделения кластерных групп водосборных бассейнов по показателю «внесение ядохимикатов» на основе построения дендрограммы

В случае построения оценочных карт, отображающих динамику антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны, возможно использование методов, аналогичных кластерному анализу, позволяющих проводить выделение гомогенных по среднегодовым значениям отдельных показателей групп водных объектов и их водосборов (например, метода «вроцлавской таксономии») (В.С. Тихунов, Ю.В. Свентек и др.).

V. Составление комплексной оценочной карты. Комплексная карта ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и загрязнению поверхностных вод обобщает содержание частных оценочных карт на качественно новом уровне. В основе

построения данной карты лежит группа показателей, отображающих прямую и опосредованную антропогенную нагрузку на поверхностные воды, природные условия выноса ЗВ с территорий водосборов и самоочищения поверхностных вод (см. таблицу). На основе комплекса показателей выделяются кластерные группы водных объектов и их водосборных бассейнов, которые ранжируются по уровню антропогенной нагрузки. При ранжировании учитывается неравнозначность факторов антропогенной нагрузки по их водно-экологической опасности. В таблице показатели расположены по мере ее убывания. Ранжированные кластерные группы приводятся к пятиинтервальной шкале оценки антропогенной нагрузки. В один интервал шкалы может попадать несколько рангов, различающихся по значениям показателей.

Для определения уровня загрязнения поверхностных вод используется совместный пространственный анализ карт качества поверхностных вод по постам общегосударственной сети наблюдения за окружающей средой (ОГСН) и информационного слоя, отображающего уровень антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны. Оценка уровня антропогенной нагрузки и загрязнения поверхностных вод возможна для любого створа водосборного бассейна. Помимо оценки уровня загрязнения, комплексные карты позволяют идентифицировать основные типы источников загрязнения, что является важным при планировании водоохраных мероприятий.

3. Картографический анализ на основе интеграции данных стационарных наблюдений и косвенной информации позволяет проводить комплексную водно-экологическую оценку территории с целью оптимизации водопользования и снижения неблагоприятного антропогенного воздействия на поверхностные воды.

Апробация предложенной методики проведена на основе статистических данных 2000 - 2002 гг. по водоотведению сточных вод, внесению минеральных и органических удобрений, применению ядохимикатов, поголовью скота, численности населения; данных мониторинга поверхностных вод (гидрохимических за 2000-2002 гг. и гидрологических – от начала наблюдений (по постам) по 2003 г.); топографических и тематических карт; материалов экспедиционных работ с участием автора, проводимых ИВЭП СО РАН в целях эколого-географических исследований в бассейнах рек Алей и Чарыш и мониторинга загрязнения снежного покрова. При построении карт использованы программные средства ArcView 3.2, ArcGis 9.0, Statistica 6.0 и др.

В качестве объектов картографирования рассмотрены озерно-речные системы Алтайского края и их водосборные бассейны, подразделенные согласно границам физико-географического районирования и нисходящей

порядковой классификации рек по Хортону-Штраллеру. На региональном уровне – фрагменты озерно-речных систем и их водосборные бассейны, с учетом региональной физико-географической дифференциации территории; озерно-речные системы и их водосборные бассейны, относящиеся к 5 и более порядкам, средние по размеру рек с более низким порядком; область внутреннего стока и озерно-речные системы, относящиеся к ней. На субрегиональном уровне – озерно-речные системы бассейна р. Алей 4-го и 3-го порядка, а также Алей 5-го порядка от истоков до замыкающих створов гг. Рубцовск, Алейск и устья реки.

Составлена серия среднемасштабных водно-экологических карт для бассейна Верхней Оби и Обь-Иртышского междуречья в границах Алтайского края и модельного бассейна р. Алей, включающая базовые «адресные» карты, карты качества поверхностных вод, карты условий самоочищения поверхностных вод, карты антропогенной нагрузки на реки и их водосборные бассейны, комплексные карты ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и уровню загрязнения поверхностных вод (Приложения 2, 3).

Анализ комплексных карт позволил выделить группы бассейнов, различающиеся по уровню нагрузки и загрязнению поверхностных вод.

К группе водных объектов и их водосборных бассейнов с очень высоким уровнем антропогенной нагрузки относятся рр. Алей, Барнаулка, Кучук, область внутреннего стока без постоянных водотоков; на субрегиональном уровне – рр. Алей (на всем протяжении, за исключением фрагмента 4-го порядка), Золотуха, Корболиха и Каменка. Здесь располагаются наиболее крупные промышленные, коммунально-бытовые и сельскохозяйственные источники загрязнения поверхностных вод. Потенциал выноса ЗВ варьирует от средних и низких значений (по различным показателям и для разных территорий) до высоких. Все эти факторы определяют наиболее высокий для Алтайского края, а также р. Алей уровень локальной и фоновой (особенно в случае высоких значений потенциала выноса загрязняющих веществ) трансформации качественных характеристик поверхностных вод. Уровень загрязнения поверхностных вод соответствует IV классу (загрязненные воды).

Группа водных объектов и их водосборных бассейнов с высоким и средним уровнем антропогенной нагрузки включает бассейны таких рек как: Обь, Чумыш (6-го порядка), Сунгай, Тогоул, Уксунай, Каменка (приток Чумыша), Аламбай, Бия, Песчаная, Ануй, Каменка, Катунь, Бура, Кулунда, Касмала, озера Барнаульской и Касмалинской ложбин древнего стока, Алей (в пределах Алтай-Саянской горной страны), а также притоки р. Алей: Устьянка, Склоуха, Миловановка, Таловка, Кизиха, Поперечная и др. Данные речные системы и их водосборные бассейны харак-

теризуются преимущественно опосредованным воздействием на поверхностные воды от сельскохозяйственных (в том числе животноводческих) предприятий. Роль диффузного загрязнения определяется, в том числе, и высоким потенциалом выноса загрязняющих веществ. Поверхностные воды относятся к III классу (умеренно загрязненные).

Группы водных объектов и их водосборных бассейнов с низким и очень низким уровнем антропогенной нагрузки. К данным группам относятся рр. Маралиха, Неня, Чарыш, Иша, Локтевка, Чапша, Чумыш (5-го порядка), а также притоки р. Алей: Горевка (3-го порядка) и Левая Горевка, Щелчиха, Язевка, Солоновка, Грязнуха. Нагрузка по всем показателям минимальна, хотя природные условия, влияющие на процессы геохимической миграции ЗВ в системе водосбор-река являются благоприятными для их выноса. Уровень загрязнения поверхностных вод также минимален (I и II классы качества).

ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Определено положение водно-экологических карт в структуре направлений эколого-географического картографирования. Обоснован и применен геоинформационный подход при картографировании водно-экологической обстановки территории.

2. Разработаны алгоритм и методика среднemasштабного водно-экологического картографирования на региональном и субрегиональном уровнях, интегрирующие данные стационарных наблюдений с методиками и подходами, основанными на использовании косвенной информации по антропогенному воздействию на поверхностные воды. Разработаны структура содержания и легенд карт водно-экологической тематики.

3. На основе данных стационарной измерительно-наблюдательной сети Росгидромета и косвенных данных, предоставляемых различными государственными организациями, сформирована база геоданных, позволяющая проводить пространственный анализ водно-экологической обстановки территории Алтайского края.

4. Создана серия водно-экологических карт бассейна Верхней Оби и Обь-Иртышского междуречья в пределах Алтайского края, а также модельного бассейна р. Алей, отображающая как уровень загрязнения поверхностных вод по данным постов ОГСН, так и, выделенные на основе косвенной информации, группы водных объектов и их водосборных бассейнов по основным факторам и уровню загрязнения поверхностных вод. Группировка водных объектов и их водосборных бассейнов осуществлена на основе кластерного анализа, позволяющего производить типизацию территориальных единиц по комплексу ненормативных показателей, а также получать сравнительные оценки антропогенной нагрузки.

5. В результате картографического анализа водно-экологической обстановки территории Алтайского края на основе прямых и косвенных данных выявлены водные объекты с различным уровнем загрязнения. К водным объектам с наиболее высоким загрязнением (помимо выделенных на основе инструментальных наблюдений речных систем рр. Алей, Барнаулка с наибольшим для Алтайского края уровнем загрязнения поверхностных вод) отнесены озера области внутреннего стока и озерно-речная система Кучук, а также такие притоки рр. Алея как Золотуха, Карболиха, Каменка.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ведухина, В.Г. Картографическое моделирование водно-экологической обстановки бассейна реки Алей [Текст] / Ведухина В.Г. // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2006. – № 4, Ч. 2. – С. – 23-28.

2. Ведухина, В.Г. Картографический анализ водно-экологических проблем Алтайского края в целях оптимизации водопользования и водоохранной деятельности [Текст] / Ведухина В.Г., Ротанова И.Н. // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2005. – № 4, Ч. 2. – С. 107-114.

3. Ведухина, В.Г. Информационно-картографическое обеспечение водно-экологических исследований Алтайского края [Текст] / Ведухина В.Г. // Картографическое и геоинформационное обеспечение управления региональным развитием / Материалы VII научной конференции по тематической картографии. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2002. – С. 52-55.

4. Ведухина, В.Г. Подходы к составлению водно-экологических карт для территории Алтайского края [Текст] / Ведухина В.Г. // Интеркарто 9: ГИС для устойчивого развития территории. Материалы междунар. конф., Новороссийск, Севастополь, 25-29 июня 2003. – Новороссийск-Севастополь, 2003 – С. 436-438.

5. Ведухина, В.Г. Особенности подготовки к расчетам порядковой классификации рек для целей водно-экологического ГИС-картографирования [Текст] / Шибких А.А., Ведухина В.Г. // География: новые методы и перспективы развития / Материалы XV молодых географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2003. – С. 154-155.

6. Ведухина, В.Г. Экосистемные методы в географии и картографии [Текст] / Ведухина В.Г. // Фундаментальные и прикладные проблемы науковедения. Сб. науч. трудов / Под ред. Кашина. – Вып. 1. – Красноярск. СибГАУ, 2003. – С. 157-159.

7. Ведухина, В.Г. Геоинформационное обеспечение регионального водно-экологического картографирования на примере рек и водоемов бассейна Верхней Оби [Текст] / Ротанова И.Н., Шибких А.А., Ведухина В.Г. // ИнтерКарто / Интер ГИС 10: устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт. Материалы Международной конференции, Владивосток, Чанчунь (КНР), 12-19 июля 2004г. – Владивосток-Чанчунь: Изд-во ООО «К и партнеры», 2004 – С. 210-213.

8. Ведухина, В.Г. Подходы к созданию интегральной водно-экологической карты Алтайского края [Текст] / Ведухина В.Г. // Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона: Материалы российско-

германской конференции. Тюмень, Тобольск, 20-22 сентября 2004 г. – Тюмень ИПЦ «Экспресс», 2004. – С. 144-146

9. Ведухина, В.Г. Подходы и опыт создания серии водно-экологических карт для территории Алтайского края [Текст] / Ведухина В.Г., Ротанова И.Н., Яковченко С.Г. // Картография. Международная научно-практическая конференция, посвященная 225-летию МИИГАиК. – М., 2004. – С. 126-131.

10 Ведухина, В.Г. Геоинформационное картографирование антропогенной нагрузки на поверхностные воды и водосборные бассейны Алтайского края [Текст] / Ведухина В.Г. // Гео-Сибирь – 2005. Т 4 Геоинформатика: Сб. материалов научн. конгресса «Гео-Сибирь – 2005», 25-29 апреля 2005 г., Новосибирск – Новосибирск: СГА, 2005. – С. 107-111.

11. Ведухина, В.Г. Картографическая оценка прямого и косвенного загрязнения водных объектов Алтайского края [Текст] / Ведухина В.Г. // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: Материалы научной конференции. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2005 – С. 257-259.

12 Vedukhina, V G. Typification of river basins by priority types of anthropogenic load on surface waters using cluster analyses [Текст] / Vedukhina Varvara G., Rotanova Irina N., Lovtskaya Olga V. // ENVIROMIS – 2006 (1-8 июля 2006 года). – Томск, 2006. – Р. 80.

13. Ведухина, В.Г. Водно-экологическое картографирование в системе мониторинга окружающей среды и здоровья населения [Текст] / Ротанова И.Н., Ведухина В.Г. // Материалы, представленные на Международный медико-экологический форум, г Барнаул, 6-7 апреля 2006 г.– Барнаул: Изд. Аз Бука, 2006. – С. 56-59

14. Ведухина, В.Г. Информационно-картографическое обеспечение анализа водно-экологических проблем Алтайского края [Текст] / Ведухина В.Г., Ротанова И.Н. // Материалы III научно-практической конференции «Питьевая вода Сибири - 2006» – Барнаул, 2006. – С. 52-55.

15. Ведухина, В.Г. Загрязнение поверхностных вод [Карты]. – 1:125 000 / Ведухина В.Г. // Барнаул. Научно-справочный атлас / под ред С.В. Горшкова, О.Л. Чикишевой. – Новосибирск, ФГУП «ПО Инжгеодезия» Роскартографии – 2006. – С. 84.

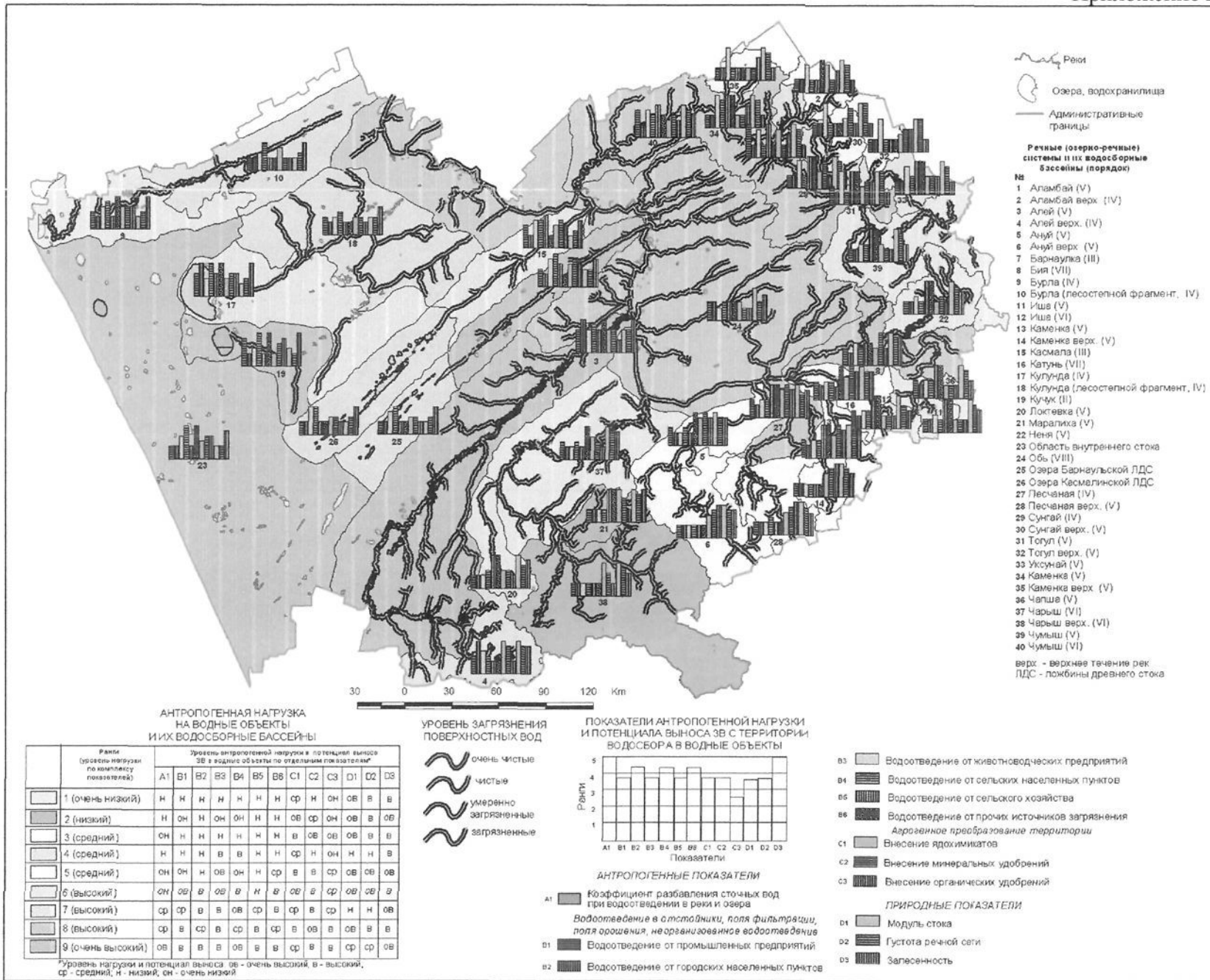
16. Ведухина, В.Г. Картографо-информационное обеспечение эколого-географических исследований в Алтайском крае [Текст] / И.Н. Ротанова, И.В. Андреева, В.Г. Ведухина // Геоинформационное картографирование для сбалансированного территориального развития: Материалы VIII научной конференции по тематической картографии: – Иркутск: ИГ им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2006. – Т. 2. – С. 197-200.

17 Ведухина, В.Г. Экологическое картографирование для решения актуальных проблем регионального развития (на примере Алтайского края) / И.Н. Ротанова, В.Г. Ведухина, А.В. Владыкина, Н.Ю. Курепина // Геодезия, картография, кадастр в освоении природных ресурсов Байкальского региона: Материалы 2-ой региональной науч.-прак. конференции (23-24 марта 2006 г.). – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – С. 116-118.

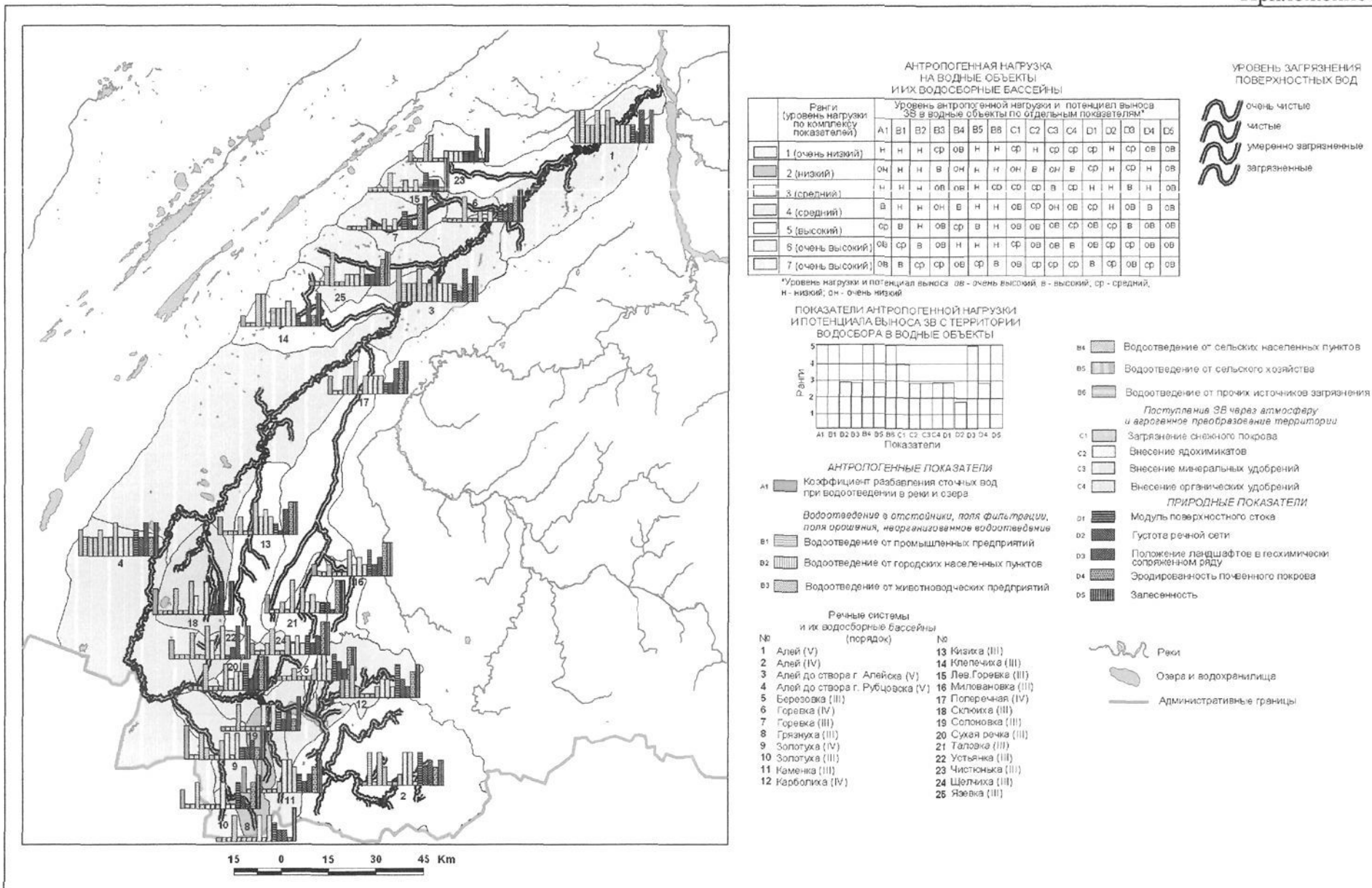
Система условных знаков карт водно-экологической тематики

Карты состояния поверхностных вод			
Синтетические оценочные		Комплексные оценочные	
Карта качества поверхностных вод	Карты условий самоочищения поверхностных вод	Карта качества поверхностных вод	Карта антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны и уровни загрязнения поверхностных вод
<p>Уровень загрязнения поверхностных вод (ИЗВ)</p> <ul style="list-style-type: none"> Очень чистые (0,3) Чистые (0,3-1,0) Умеренно загрязненные (1,0-2,5) Загрязненные (2,5-4,0) Грязные (4,0-6,0) Очень грязные (6,0-10,0) Чрезвычайно грязные (>10,0) 	<p>Условия самоочищения поверхностных вод с учетом трансформации загрязняющих веществ</p> <ul style="list-style-type: none"> благоприятные (1 класс) относительно благоприятные (2 класс) средние (3 класс) неблагоприятные (4 класс) <p>Условия самоочищения поверхностных вод с учетом трансформации и разбавляющей способности</p> <ul style="list-style-type: none"> очень хорошие (1 класс) хорошие (2 класс) относительно хорошие (3 класс) средние (4 класс) плохие (5 класс) очень плохие (6 класс) 	<p>Уровень загрязнения по основным показателям (доли ПДК и нормативов)</p> <p>Показатели качества воды</p> <ul style="list-style-type: none"> БПК ХПК Азот аммонийный Азот нитритный Фенолы Фосфаты Нефтепродукты СПАВ Кислород растворенный Железо общее Медь 	<p>Уровень загрязнения поверхностных вод</p> <ul style="list-style-type: none"> Очень чистые Чистые Умеренно загрязненные Загрязненные Грязные Очень грязные Чрезвычайно грязные
Карты антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны			
Частные инвентаризационные		Частные оценочные	
Карты антропогенной нагрузки на водные объекты	Карты антропогенной нагрузки на водосборные бассейны	Карты антропогенной нагрузки на водные объекты	Карты антропогенной нагрузки на водосборные бассейны
<p>Объем водоотведения сточных вод в реки и озера по отдельным источникам, куб м</p> <ul style="list-style-type: none"> 0-10 10-100 100-1000 1000-10000 10000-100000 100000-1000000 1000000-10000000 10000000-100000000 <p>Структура загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами предприятий</p> <p>Основные загрязняющие вещества, поступающие со сточными водами предприятий</p> <ul style="list-style-type: none"> Азот аммонийный Азот нитритный Азот нитратный Железо общее СПАВ Фосфор общий <p>Объем водоотведения сточных вод по замыкающим створам рек, тыс куб м</p> <ul style="list-style-type: none"> 0-10 10-100 100-1000 1000-10000 10000-100000 100000-1000000 1000000-10000000 10000000-100000000 <p>Структура водоотведения сточных вод по замыкающим створам рек</p> <ul style="list-style-type: none"> Промышленных предприятий Городских населенных пунктов Сельских населенных пунктов Прочих источников загрязнения 	<p>Суммарное количество вносимых минеральных / органических удобрений / ядохимикатов тонн</p> <ul style="list-style-type: none"> 0-10 / 0-100 / 0-10 11-50 / 101-500 / 11-50 51-100 / 501-1000 / 51-100 101-500 / 1001-5000 / 101-150 501-1000 / 5001-10000 / 151-200 1001-5000 / 10001-50000 / 201-250 >5000 / >50000 / >250 <p>Суммарный объем водоотведения сточных вод в отстойники поля фильтрации, неорганизованное водоотведение, куб м</p> <ul style="list-style-type: none"> 0-10 10-100 101-1000 1001-10000 10001-100000 100001-1000000 1000001-10000000 10000001-100000000 <p>Суммарный показатель загрязнения снежного покрова</p> <ul style="list-style-type: none"> 0-100 101-500 501-1000 1001-1500 >1500 <p>Модуль стока, д/с км кв</p> <ul style="list-style-type: none"> 0-0,6 0,61-1,89 1,9-2,5 2,51-5,04 >5,04 <p>Группы ландшафтов по положению* в геохимически сопряженном ряду</p> <ul style="list-style-type: none"> Группа элювиальных ландшафтов Группа аккумулятивно-элювиальных ландшафтов Группа транскумулятивных ландшафтов Группа трансакумулятивных ландшафтов Группа субэлювиальных ландшафтов Группа субаккумулятивных ландшафтов <p>Густота речной сети, км/км кв</p> <ul style="list-style-type: none"> 0-0,1 0,11-0,2 0,21-0,4 0,41-0,6 >0,6 <p>Эродированность почвенного покрова</p> <ul style="list-style-type: none"> Эрозионноопасные Слабо подверженные водной эрозии Средне подверженные водной эрозии Сильно подверженные водной эрозии Дефляционноопасные Слабо подверженные ветровой эрозии Средне подверженные ветровой эрозии Сильно подверженные ветровой эрозии <p>Залесенность %</p> <ul style="list-style-type: none"> <10 10-30 31-40 41-60 >60 	<p>Уровень антропогенной нагрузки на водные объекты (в зависимости от коэффициента разбавления) ранги</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 (очень низкий) 2 (низкий) 3 (средний) 4 (высокий) 5 (очень высокий) <p>Уровень антропогенной нагрузки на водосборные бассейны (в зависимости от удельного количества вносимых органических минеральных удобрений, ядохимикатов, объема водоотведения сточных вод (загрязнения снежного покрова), ранги</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 (очень низкий) 2 (низкий) 3 (средний) 4 (высокий) 5 (очень высокий) <p>Потенциал выноса загрязняющих веществ (с учетом эродированности почвенного покрова ландшафтных условий, густоты речной сети, модуля поверхностного стока) ранги</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 (очень низкий) 2 (низкий) 3 (средний) 4 (высокий) 5 (очень высокий) 	<p>Карта антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны и уровни загрязнения поверхностных вод</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 (очень низкий) 2 (низкий) 3 (средний) 4 (высокий) 5 (очень высокий) <p>Показатели антропогенной нагрузки и потенциала выноса ЗВ с территории водосбора в водные объекты</p> <p>Антропогенные показатели</p> <ul style="list-style-type: none"> Коэффициент разбавления сточных вод при водоотведении в реки и озера Водоотведение в отстойники, поля фильтрации, неорганизованное водоотведение Промышленных предприятий Городских населенных пунктов Жизненно-важных предприятий Сельских населенных пунктов Сельского хозяйства Прочих источников Поступление ЗВ через атмосферу и аэрозольное преобразование территории Загрязнение снежного покрова* Внесение ядохимикатов Внесение минеральных удобрений Внесение органических удобрений <p>Природные показатели</p> <ul style="list-style-type: none"> Модуль поверхностного стока Густота речной сети Положение ландшафтов в геохимически сопряженном ряду* Эродированность почвенного покрова* Залесенность

Примечание: * помечены дополнительные показатели картографирования на субрегиональном уровне



Комплексная карта антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны и уровня загрязнения поверхностных вод Алтайского края



Комплексная карта антропогенной нагрузки и загрязнения поверхностных вод бассейна р. Алей с выделением притоков и их водосборных бассейнов

Отпечатано в типографии АЦНТИ.
Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Печать офсетная. Заказ № 95
Тираж 100 экз.