

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 504.064

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО РЕГИОНА

INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM OF GEOECOLOGICAL MONITORING OF WATER RESOURCES IN MINING REGION

Счастливцев Евгений Леонидович,
доктор техн. наук, зав. лабораторией. E-mail: schastlivtsev@ict.sbras.ru

Schastlivtsev Evgeny L.,
D.Sc. (Engineering), head of the laboratory

Юкина Наталья Ивановна,
канд. техн. наук, научный сотрудник, . E-mail: leonakler@mail.ru

Yukina Natalya Iv.,
C.Sc. (Engineering) , researcher

Харлампенков Иван Евгеньевич,
ведущий специалист . E-mail: ivan87kharlampenkov@gmail.com

Kharlampenkov Ivan E.,
leading specialist

Институт вычислительных технологий СО РАН, Кемеровский филиал и Института водных и экологических проблем СО РАН, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Рукавишникова, 21
Institute of Computational Technologies SB RAS, Kemerovo branch and Institute for water and environmental problems SB RAS, 21, Rukavishnikova st., Kemerovo, 650000, Russia.

Аннотация. Поверхностные воды Кемеровской области являются главным источником водоснабжения населения и приемником стоков промышленных предприятий. Ежегодно сбрасываются миллионы тонн загрязненных сточных вод с промпредприятий в поверхностные водоемы, оказывая значительное техногенное воздействие на водные ресурсы. Для выделения техногенной составляющей изменений качества водных объектов на фоне природных процессов необходимо своевременная оценка и анализ состояния водных ресурсов, а также накопление, систематизация информации о состоянии водных ресурсов и их изменениях, об источниках и факторах воздействия, о допустимости техногенных нагрузок на них.

На сегодняшний день накоплен большой объем данных по водным ресурсам Кемеровской области. Для систематизации этих данных, а также для дальнейшей оценки качества водных объектов и анализа гидрохимических данных разработана информационно-аналитическая система геоэкологического мониторинга водных ресурсов. В системе собрана информация о разных типах вод (поверхностные, подземные, талые, шахтные и т.д.), разработаны алгоритмы их оценки и анализа. Для определения качества водных объектов применен метод оценки по ассоциативным и нормализованным показателям качества вод, а для интеллектуального анализа гидрохимических данных используется энтропийный метод.

Abstarct. Water resources of the Kemerovo region are the main source of water supply and the receiver of waste water from industrial enterprises. Annually dumped millions of tons of contaminated waste water from industrial plants into surface waters, exerting a significant anthropogenic impact on water resources. To highlight the anthropogenic component of change in the quality of water objects against the background of natural processes requires timely evaluation and analysis of the status of water resources, as well as accumulation, systematization of information on water resources status and their changes, about the sources and factors of impact, about the permissibility of technogenic load on them.

To date, a lot of data on water resources of the Kemerovo region. To organize these data and to assess the quality of water objects and analysis of the hydrochemical data of the developed information-analytical system of geoecological monitoring of water resources. In the system collected information about the different types of waters (surface, ground, melt, mine, etc.), algorithms their evaluation and analysis. To determine the quality of water objects used evaluation method according to associative and normalized indicators of water quality, and

for intelligent analysis of hydrochemical data using entropy method.

Ключевые слова: информационная система, базы данных, модели, водные объекты, ингредиенты
Keywords: information systems, databases, models, water objects, ingredients

Одним из крупных угледобывающих регионов является Кузбасс. Поверхностные воды Кемеровской области являются главным источником водоснабжения населения и приемником стоков промышленных предприятий. В поверхностные водоемы ежегодно сбрасываются миллионы тонн загрязненных сточных вод, оказывая значительное техногенное воздействие на качество водных ресурсов. Для выделения антропогенной составляющей изменений качества вод водных объектов создана информационно-аналитическая система мониторинга. Эффективность систем мониторинга в значительной степени определяется используемыми информационными технологиями для непрерывного сбора, обработки и хранения данных [1]. Основной целью мониторинга является своевременное получение объективной информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, антропогенном воздействии на окружающую среду с оценкой ее состояния [2]. В работах приводятся примеры анализа информации, подходы к управлению объектами и оценки уровня развития систем. В [3] применяются информационные системы для анализа сложных, слабо формализованных проблем (процессов) на основе всей доступной информации, построения прогнозов их развития и выработка рекомендаций по управлению их развитием. В [4] предложен подход к анализу данных мониторинга в информационно-аналитических системах. Он основан на применении одного из методов интеллектуального

анализа данных — поиска и формирования ассоциативных правил — для определения наиболее часто встречающихся наборов в данных мониторинга. На основе этого определяются возможные последствия чрезвычайной ситуации. В [5-7] отражены вопросы обмена данными в интегрированной информационной среде, связанные с разработкой программных комплексов для решения задач недропользования, оценки уровня развития сложных технических систем. В [8] выделен класс информационных систем поддержки оперативных решений, в [9] проведен анализ рисков в сетевой информационной системе, в [10] анализ мониторинга информационных систем. В [11] предложен метод формирования структуры базы общих данных при объединении информационных систем в единую информационную систему организации, основанный на формальном анализе баз атрибутивных и пространственных данных, входящих в состав информационных систем, и позволяющий выявить общую для нескольких баз данных атрибутивную и пространственную информацию.

На сегодняшний день накоплен большой объем различных данных по водным объектам, как на бумажных, так и на электронных носителях, представленных в разных форматах. Для систематизации этих данных по водным ресурсам Кемеровской области и ряду других территорий разработана информационно-аналитическая система «Водные ресурсы». Ее инфраструктура представлена на рис.1.

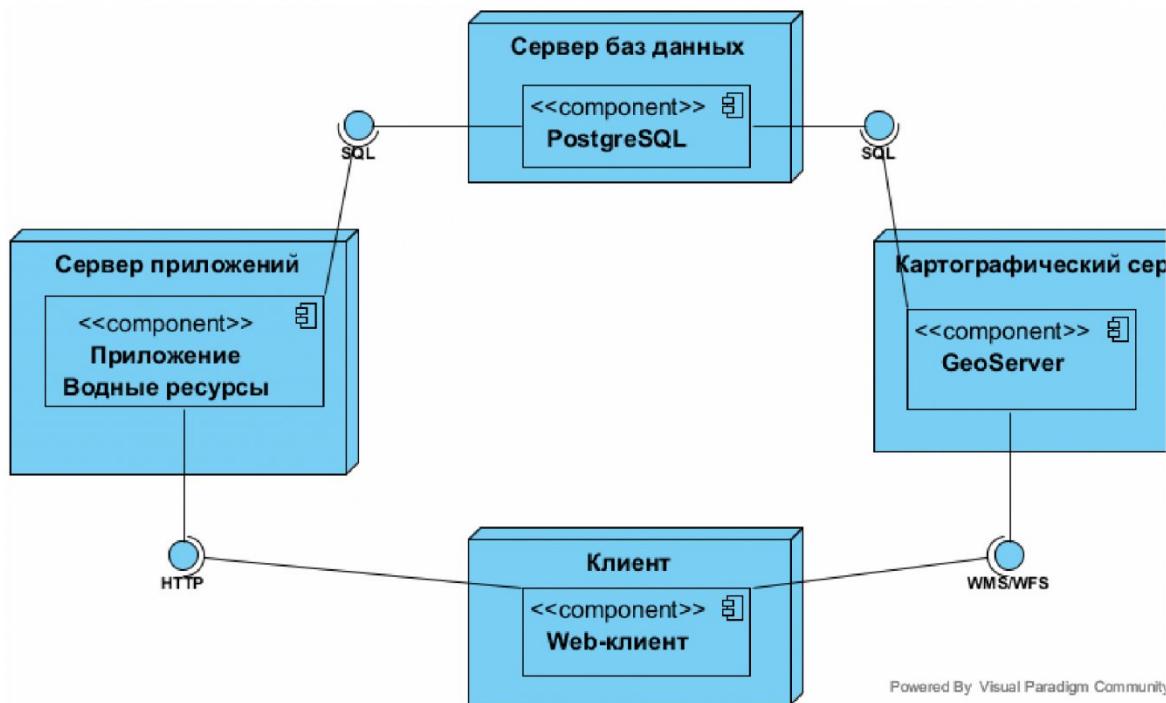


Рис. 1. Инфраструктура системы «Водные ресурсы»

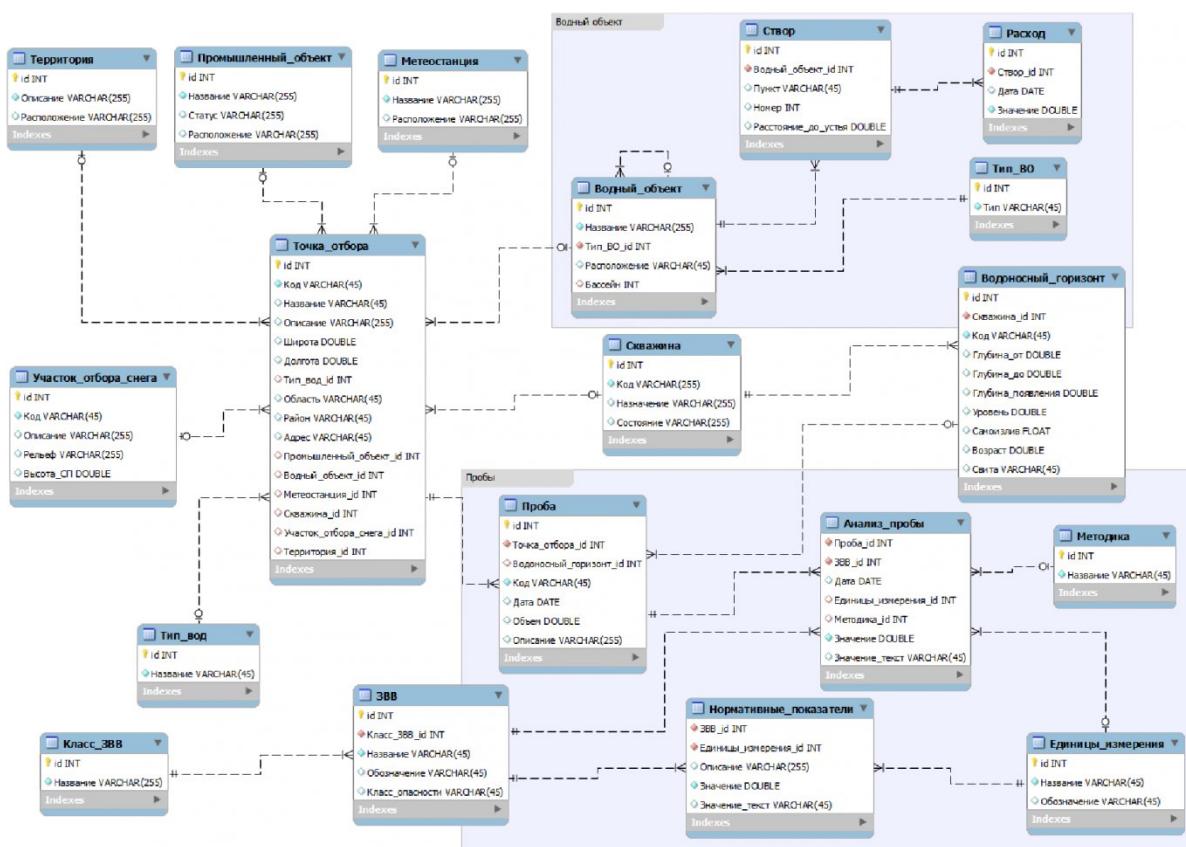


Рис.2 ER- модель базы данных «Водные ресурсы»

Водные ресурсы		Карта		Водные ресурсы		Выбрать предприятие																																																						
Промышленный объект																																																												
Территория																																																												
Классы ЗВВ																																																												
ЗВВ																																																												
Нормативные показатели																																																												
Тип BO																																																												
Тип вод																																																												
Участок отбора снега																																																												
Метеостанция																																																												
Методика																																																												
Единицы измерения																																																												
<h3>Точка отбора</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Предприятие</th> <th>Код</th> <th>Название</th> <th>Описание</th> <th>Водный объект</th> <th>Тип вод</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ОАО ОУК "Южкузбассуголь"</td> <td>0001</td> <td>точка 2</td> <td>выше сброса шахтных вод шахты Ульяновская</td> <td>Черновой насыпь</td> <td>Поверхностные</td> </tr> <tr> <td>ОАО ОУК "Южкузбассуголь"</td> <td>0001</td> <td>точка 1</td> <td>выше сброса шахтных вод шахты Грамотейская</td> <td>Медеть</td> <td>Поверхностные</td> </tr> <tr> <td>ОАО ОУК "Южкузбассуголь"</td> <td>0001</td> <td>точка 3</td> <td>выше выпуска № 4 шахты Абашевская</td> <td>Осиновка</td> <td>Поверхностные</td> </tr> <tr> <td>ОАО ОУК "Южкузбассуголь"</td> <td>0001</td> <td>точка 6</td> <td>выше сброса шахтных вод шахты Юбилейная</td> <td>Есаулка</td> <td>Поверхностные</td> </tr> <tr> <td>ООО «Шахта Листвянская»</td> <td>001</td> <td>Точка 1</td> <td>Шахтовая вода (брюмберг 50 и горизонт 65)</td> <td>Иня</td> <td>Шахтные воды</td> </tr> <tr> <td>ООО «Шахта Листвянская»</td> <td>002</td> <td>Точка 2</td> <td>ручей Березовый, 500м до сброса</td> <td>Иня</td> <td>Поверхностные</td> </tr> <tr> <td>ООО «Шахта Листвянская»</td> <td>003</td> <td>Точка 3</td> <td>Выпуск № 2 в ручей Березовый</td> <td>Иня</td> <td>Шахтные воды</td> </tr> <tr> <td>ООО «Шахта Листвянская»</td> <td>004</td> <td>Точка 4</td> <td>ручей Березовый 500м после сброса</td> <td>Иня</td> <td>Поверхностные</td> </tr> </tbody> </table>							Предприятие	Код	Название	Описание	Водный объект	Тип вод	ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 2	выше сброса шахтных вод шахты Ульяновская	Черновой насыпь	Поверхностные	ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 1	выше сброса шахтных вод шахты Грамотейская	Медеть	Поверхностные	ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 3	выше выпуска № 4 шахты Абашевская	Осиновка	Поверхностные	ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 6	выше сброса шахтных вод шахты Юбилейная	Есаулка	Поверхностные	ООО «Шахта Листвянская»	001	Точка 1	Шахтовая вода (брюмберг 50 и горизонт 65)	Иня	Шахтные воды	ООО «Шахта Листвянская»	002	Точка 2	ручей Березовый, 500м до сброса	Иня	Поверхностные	ООО «Шахта Листвянская»	003	Точка 3	Выпуск № 2 в ручей Березовый	Иня	Шахтные воды	ООО «Шахта Листвянская»	004	Точка 4	ручей Березовый 500м после сброса	Иня	Поверхностные
Предприятие	Код	Название	Описание	Водный объект	Тип вод																																																							
ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 2	выше сброса шахтных вод шахты Ульяновская	Черновой насыпь	Поверхностные																																																							
ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 1	выше сброса шахтных вод шахты Грамотейская	Медеть	Поверхностные																																																							
ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 3	выше выпуска № 4 шахты Абашевская	Осиновка	Поверхностные																																																							
ОАО ОУК "Южкузбассуголь"	0001	точка 6	выше сброса шахтных вод шахты Юбилейная	Есаулка	Поверхностные																																																							
ООО «Шахта Листвянская»	001	Точка 1	Шахтовая вода (брюмберг 50 и горизонт 65)	Иня	Шахтные воды																																																							
ООО «Шахта Листвянская»	002	Точка 2	ручей Березовый, 500м до сброса	Иня	Поверхностные																																																							
ООО «Шахта Листвянская»	003	Точка 3	Выпуск № 2 в ручей Березовый	Иня	Шахтные воды																																																							
ООО «Шахта Листвянская»	004	Точка 4	ручей Березовый 500м после сброса	Иня	Поверхностные																																																							

Рис.3 Пример работы сервиса данных «Водные ресурсы»

Сервис мониторинга водных ресурсов региона включает в себя сервер баз данных на основе PostgreSQL с расширением PostGIS, картографический сервер GeoServer и сервер приложений на основе Apache Tomcat. Основное приложение написано на языке Java. В качестве клиента выступает стандартный браузер с набором JavaScript сценариев.

Информация по водным ресурсам представле-

на в системе в виде дерева. На первом уровне находятся точки отбора проб, которые привязаны к водным объектам. На втором – протоколы анализа по датам. На последнем уровне располагаются концентрации по загрязняющим веществам. ER-Модель базы данных «Водные ресурсы» представлена на рис.2, примеры работы сервиса на рис.3 и 4.

Особенностью рассматриваемого сервиса яв-

ZBB	Методика	Единицы измерения	Значение	В долях ПДК
Биохимическое потребление кислорода БПК ₅	Стандартный	мг/л	1.03	0.515 (ПДК: 2.0)
Жесткость_общая	Стандартный	мг-экв/л	1.7	
Бихроматная окисляемость ХПК	Стандартный	мг/л	20.25	1.35 (ПДК: 15.0)
Кислотность pH	Стандартный	ед. pH	8.26	
Кальций-ион	Стандартный	мг/л	24.0	0.133 (ПДК: 180.0)
Магний-ион	Стандартный	мг/л	6.1	0.152 (ПДК: 40.0)
Сульфат-ион	Стандартный	мг/л	26.89	0.269 (ПДК: 100.0)

Рис.4 Пример работы сервиса данных «Водные ресурсы»

ляется наличие механизма автоматического сравнения ПДК с заявленной концентрацией загрязняющего вещества. Если не наблюдается превышение ПДК, то значение подсвечивается зеленым цветом. В противном случае – красным.

Качество вод водного объекта определяется в соответствии с методом оценки по ассоциативным показателям [12]. Описание метода приводится ниже, алгоритм его представлен на рис.5, реализация алгоритма в информационно-аналитической системе на рис.6.

Оценка качества поверхностных и подземных вод, а также уровней воздействия сбросов угольно-добывающих предприятий, имеющих зачастую многокомпонентный химический состав, вычисляется по формулам 1 и 2, а затем определяется по

табл. 1 и 2 (в зависимости от типа вод) [13-16].

$$НП_i = \frac{C_i}{ПДК_i} \quad (1)$$

где $НП_i$ – нормализованные показатели состава вод, C_i – средняя арифметическая концентрация ингредиента (i), мг/л; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация соответствующего ингредиента (i), мг/л.

$$AP_{Nj} = \sum_{i=1}^N НП_i / N, \quad (2)$$

где AP_{Nj} – ассоциативные показатели состава вод, N – количество ингредиентов; $НП_i$ – нормализованный показатель i-го ингредиента.

Класс качества и уровень воздействия уголь-

Таблица 1. Классы качества вод [12-16].

Класс качества	Название классов	Диапазоны НП и АП
I	Очень чистая	<0,3
II	Чистая	0,3 ÷ 1
III	Умеренно загрязненная	1 ÷ 2,5
IV	Загрязненная	2,5 ÷ 4
V	Грязная	4 ÷ 6
VI	Очень грязная	6 ÷ 10
VII	Чрезвычайно грязная	10 ÷ 20
VIII	Экстремально грязная	> 20

Таблица 2. Диапазоны уровней воздействия угольного предприятия на водные объекты [12-16].

Уровни воздействия	Наименования уровней	Границевые значения	
		мин	макс
I	Довольно низкий		< 0,3
II	Низкий	0,3	1
III	Средний	1	2,5
IV	Повышенный	2,5	4
V	Высокий	4	6
VI	Очень высокий	6	10
VII	Чрезвычайно высокий	10	20
VIII	Экстремально высокий		> 20

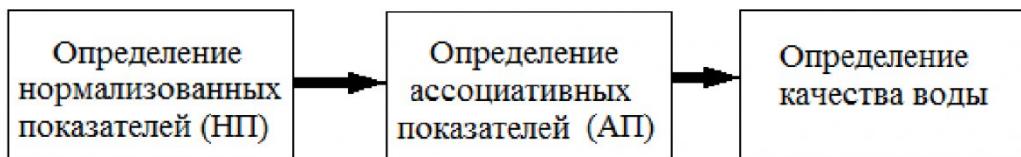
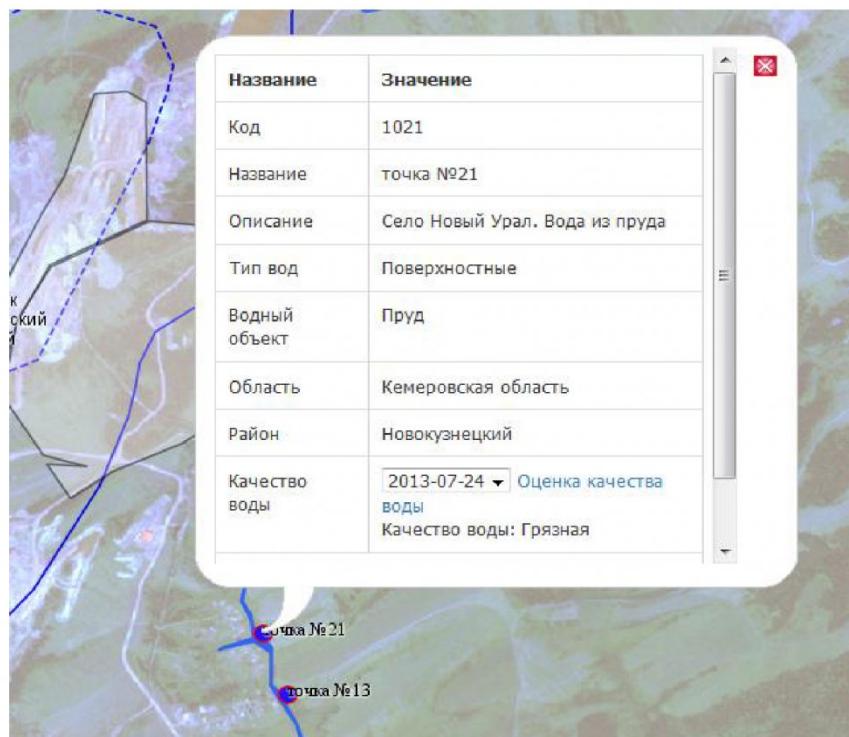


Рис. 5 Алгоритм оценки качества вод по ассоциативным показателям

Рис.6 Пример реализации алгоритма в информационно-аналитической системе.
Оценка качества вод по ассоциативным показателям

ного предприятия на водные объекты определяется по табл.1 и 2 [13-16].

Для интеллектуального анализа гидрохимических данных применен энтропийный метод [17-19]. Согласно этому методу распределения примесей в пробах воды подменяются (моделируются) распределениями количества информации о концентрациях ингредиентов (долей) и отображаются в пространстве состояний (фазовом пространстве), которое является геометрическим местом отображения решений некоторых (пусть не найденных) дифференциальных уравнений, описывающих состояние выборочного объекта. Изменения типов уравнений и/или решений дают инвариантные критерии для выделения видов состояния элементов. Алгоритм анализа данных энтропийным методом представлен на рис. 7

Пример реализации энтропийного метода продемонстрирован на показателях состава вод р.Казылгай Киселевского района за 2008-2013гг. (рис. 8).

Проанализирована общая загрязненность вод р.Казылгай по гидрохимическим данным за 2008-2013г. Установлено, что состав всех типов вод очень изменчив. Распределение факторов на фазо-

вой плоскости позволяет анализировать изменения качества вод во времени. Так, состав карьерных вод в сентябре 2012 ($X=1.85$) и июне 2010г ($X=1.73$) максимально загрязнен, а в декабре 2011г. ($X=-1.50$) – минимально. Состав речных вод ниже сброса карьерных вод в августе 2009г. ($X=1.47$) - максимально загрязнен, а в июне 2011г ($X=-1.57$) - минимально. Таким образом, на качество вод, реки Казылгай оказывают влияние не только карьерные сбросы, но и иные загрязнения реки выше по течению.

Выводы

Разработана информационно-аналитическая система, которая позволяет накапливать и систематизировать информацию о состоянии водных ресурсов и их изменениях, об источниках и факторах воздействия, о допустимости техногенных нагрузок на них.

Создана инфраструктура системы «Водные ресурсы» для формирования необходимого перечня систематизированных данных, с последующим их применением в задачах геоэкологического мониторинга водных ресурсов. Сервис мониторинга водных ресурсов региона включает в себя сервер баз данных на основе PostgreSQL с расширением

PostGIS, картографический сервер GeoServer и сервер приложений на основе Apache Tomcat. Основное приложение написано на языке Java. В качестве клиента выступает стандартный браузер

с набором JavaScript сценариев.

Разработан алгоритм оценки качества вод по ассоциативным показателям, который позволяет оперативно проводить оценку и своевременно

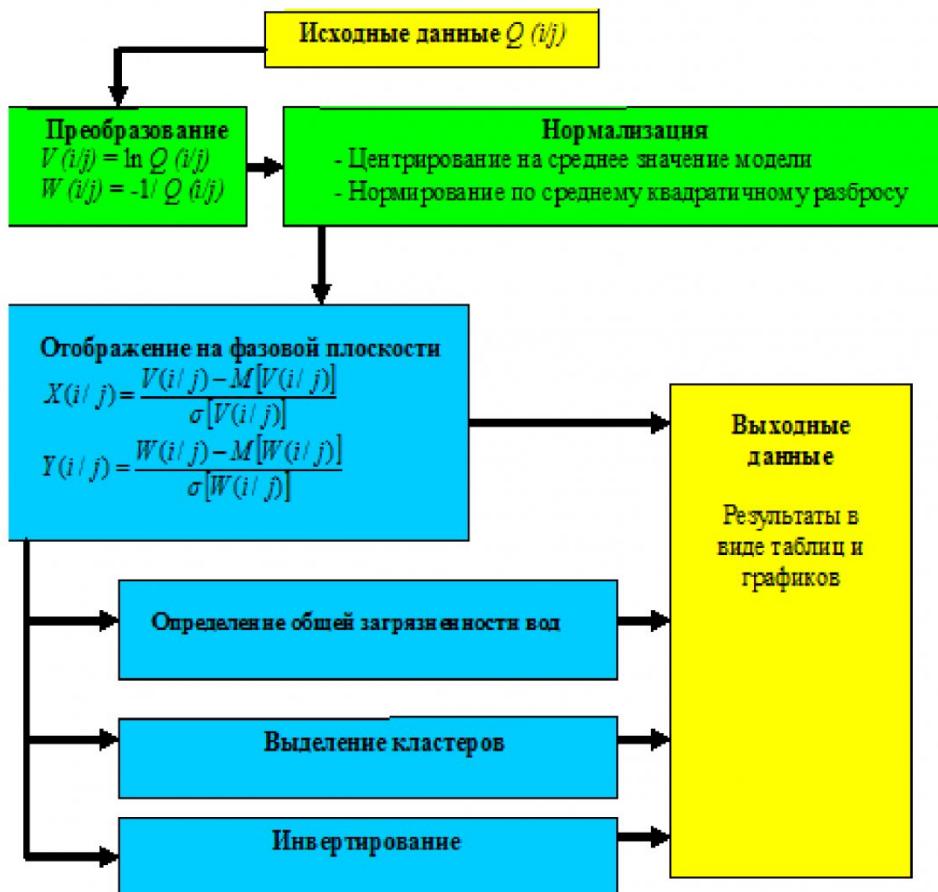


Рис. 7 Алгоритм анализа гидрохимических данных энтропийным методом

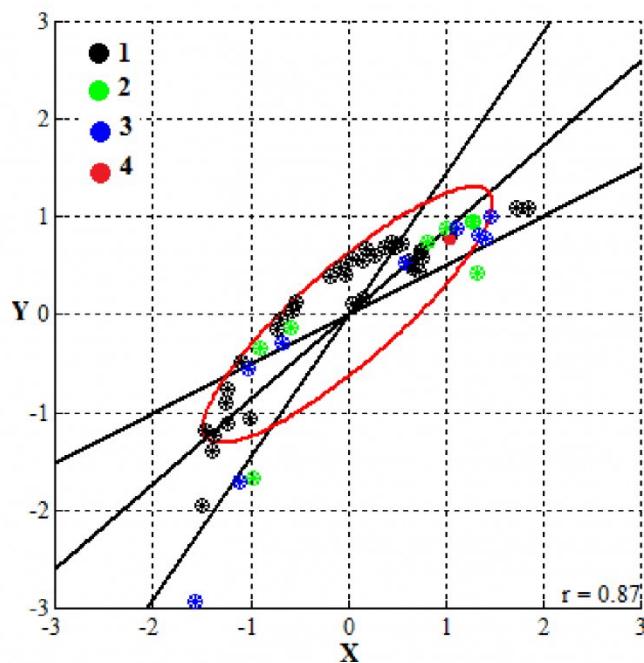


Рис. 8 Фазовый портрет общей загрязненности вод: 1-Карьерные сбросы в р.Казылгай, 2 – Поверхностные воды (р.Казылгай) выше карьерных сбросов, 3 – Поверхностные воды ниже карьерных сбросов, 4- карьерные воды до очистки

принимать оптимальные решения при разработках природоохранных мероприятий.

Разработан алгоритм применения энтропийного метода для анализа гидрохимических данных водных объектов. Программный модуль обеспечивает анализ общей загрязненности водных объектов, выделение качественных особенностей по

каждому виду примесей, комбинирование ингредиентов для выработки гипотез о действующих вариантах формирования загрязнений, выявления границ распространения отдельных загрязняющих веществ по водотоку путем деления на отдельные территориальные кластеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колыбанов К. Ю. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по теме "Информационные системы экологического мониторинга предприятий химического профиля на базе технологий хранилищ данных". На правах рукописи. Москва -2008.
2. Загвоздкин В.К., Колыбанов К.Ю., Равикович В.И., Панова С.А., М .А. Чиковани. Информационные технологии подготовки управляющих решений в автоматизированных системах экологического мониторинга предприятий химической промышленности // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе.. 2008. № 10. С.3-6
3. Лебедев А.А., Рыжов А. П. Анализ информации и принятие решений в системах информационного мониторинга// Системный анализ в науке и образовании. 2010. № 2. С. 20-33.
4. Миргалеев А.Т. Подход к анализу данных мониторинга в информационно-аналитических системах органов власти субъектов РФ // Телекоммуникации.. 2013. №11. С.11-15
5. Кондратьев С.Е., Ульянин О.В., Абакумов Е.М.. Совершенствование процессов обмена данными между plm-системой и корпоративной информационно-управляющей системой в интегрированной информационной среде. //Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (cad/cam/pdm - 2015). Труды международной конференции. Под ред. А.В. Толока. 2015. Издательство: ООО «Аналитик». г. Москва.2015. С. 294-298
6. Николенко А.Б., Цеховой П.А. Информационные технологии в недропользовании: от информационных систем и сапр к гибридным экспертным системам // Горный журнал. 2008. №3 С.15-17
7. Исмагилов И.И., Зиновьев П.А., Зинкин В.А. Оценка уровня развития сложных технических систем: методика и ее приложение к корпоративным информационным системам // Информационные технологии. 2008. № 6. С.64-71
8. Толочко С. И., Черненский В. М. Анализ информационных систем и определение понятия информационная система поддержки оперативных решений// Вестник московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. серия: приборостроение. 2011. № 8. С. 69-80
9. Тey Андриеа. Информационная система моделирования и анализа рисков в сетевой информационной системе// Вестник воронежского института высоких технологий..2009. № 4. С. 52-56
10. Алексанян А.П., Пестов И.Е. Система мониторинга состояния информационной безопасности в ключевых системах информационной инфраструктуры //Научный альманах. 2015. № 7 (9). С. 560-565
11. Павлов С. В., Христодуло О. И. Разработка метода объединения данных из различных информационных систем в единую информационную систему минэкологии РБ // Вестник уфимского государственного авиационного технического университета. 2011. Том 15 № 2 (42). С. 3-7
12. Ковалев В.А. Моделирование геоэкологических систем угледобывающих районов / В.А. Ковалев, В.П. Потапов, Е.Л. Счастливцев, Ю.И. Шокин; отв. ред. А.М. Федотов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, ин-т выч. технологий; Ин-т водн. и экол. проблем; М-во образования и науки, КузГТУ. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. – 298 с.
13. Счастливцев Е.Л. «Техногенное воздействие угледобывающих предприятий на окружающую среду (на примере Кузбасса)». Автореферат дис. д.т.н., Барнаул, 2006г.
14. Потапов В.П., Мазикин В.П., Счастливцев Е.Л., Вашлаева Н.Ю. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса.- Новосибирск: Наука, 2005. – 660с.
15. Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г., Юкина Н.И. О некоторых возможностях совершенствования системы мониторинга техноприродных вод // VIII Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу. Мат-лы рос. конф. /под ред. М.В. Кабанова. Томск: Аграф-Пресс, 2009.- С. 279-281
16. Счастливцев Е.Л., Пушкин С.Г., Юкина Н.И. Проблемы современных оценок состояния поверхностных вод в угледобывающих районах и возможности совершенствования системы мониторинга техноприродных вод // Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий: Материалы I Международной научно-практической конференции (г.Нижневартовск, 25-26 марта 2009г.). – Нижневартовск: 2009. – С.163-169
17. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Анализ состояния систем уникальных объектов. – Вычислительные технологии, Том 10. №5, 2005 – С.49-53.
18. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Моделирование тенденций поведения элементов систем

уникальных объектов // Вычислительные технологии, 2005. – Т. 10. - №5 - С.54-56.

19. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Алгоритмы энтропийного метода анализа для отображения свойств объекта в фазовом пространстве // Вычислительные технологии, 2005. – т. 10. - №6 – С.75-81

REFERENCES

1. Kolybanov K. Ju. Avtoreferat dissertation na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehnicheskikh nauk po teme "Informacionnye sistemy jekologicheskogo monitoringa predpriyatij himicheskogo profilja na baze tehnologij hranilishh dannyh". Na pravah rukopisi. Moskva -2008.
2. Zagvozdkin V.K., Kolybanov K.Ju., Ravikovich V.I., Panova S.A., M .A. Chikovani. Informacionnye tehnologii podgotovki upravljaljushhih reshenij v avtomatizirovannyh sistemah jekologicheskogo monitoringa predpriyatij himicheskoy promyshlennosti // Zashchita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse. 2008. № 10. S.3-6
3. Lebedev A.A., Ryzhov A. P. Analiz informacii i prinjatie reshenij v sistemah informacion-nogo monitoringa// Sistemnyj analiz v nauke i obrazovanii.. 2010. № 2. S. 20-33.
4. Mirgaleev A.T. Podhod k analizu dannyh monitoringa v informacionno-analiticheskikh sistemah organov vlasti sub#ektov RF // Telekommunikaci. 2013. №11. S.11-15
5. Kondrat'ev S.E., Ul'janin O.V., Abakumov E.M.. Sovershenstvovanie processov obmena dannyimi mezhdu plm-sistemoj i korporativnoj informacionno-upravljaljushhej sistemoj v integriruvannoj informacionnoj srede. //Sistemy proektirovaniya, tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravlenija jetapami zhiznennogo cikla promyshlennogo produkta (sad/cam/pdm - 2015). Trudy mezhdunarodnoj konferencii. Pod red. A.V. Toloka. 2015. Izdatel'sto: OOO «Analitik». g. Moskva.2015. S. 294-298
6. Nikolenko A.B., Cehovoj P.A. Informacionnye tehnologii v nedropol'zovanii: ot informacionnyh sistem i sapr k gibridnym jekspertnym sistemam// Gornij zhurnal.. 2008. №3 S.15-17
7. Ismagilov I.I., Zinov'ev P.A., Zinkin V.A. Ocena urovnja razvitiya slozhnyh tehnicheskikh sistem: metodika i ee prilozhenie k korporativnym informacionnym sistemam // Informacionnye tehnologii. 2008. № 6. S.64-71
8. Tolochko S. I., Chernen'kij V. M. Analiz informacionnyh sistem i opredelenie ponjatija informacionnaja sistema podderzhki operativnyh reshenij// Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta im. N.Je. Baumana. serija: priborostroenie. 2011. № S. S. 69-80
9. Teu Andrea. Informacionnaja sistema modelirovaniya i analiza riskov v setevoj informacionnoj sisteme// Vestnik voronezhskogo instituta vysokih tehnologij. 2009. № 4. S. 52-56
10. Aleksanjan A.P., Pestov I.E. Sistema monitoringa sostojanija informacionnoj bezopasnosti v kljuchevyh sistemah informacionnoj infrastruktury //Nauchnyj al'manah. 2015. № 7 (9). S. 560-565
11. Pavlov S. V., Hristodulo O. I. Razrabotka metoda ob#edinenija dannyh iz razlichnyh informacionnyh sistem v edinuju informacionnuju sistemju minjekologii RB //Vestnik ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehnicheskogo universiteta. 2011. Tom 15 № 2 (42). S. 3-7
12. Kovalev V.A. Modelirovanie geojekologicheskikh sistem ugledobyvajushhih rajonov / V.A. Kovalev, V.P. Potapov, E.L. Schastlivcev, Ju.I. Shokin; otv. red. A.M. Fedotov; Ros. akad. nauk, Sib. otd-nie, in-t vych. tehnologij; In-t vodn. i jekol. problem; M-vo obrazovaniya i nauki, KuzGTU. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2015. – 298 s.
13. Schastlivcev E.L. «Tehnogennoe vozdejstvie ugledobyvajushhih predpriyatij na okruzhajushhuju sredu (na primere Kuzbassa)». Avtoreferat dis. d.t.n., Barnaul, 2006g.
14. Potapov V.P., Mazikin V.P., Schastlivcev E.L., Vashlaeva N.Ju. Geojekologija ugledobyvajushhih rajonov Kuzbassa.- Novosibirsk: Nauka, 2005. – 660s.
15. Schastlivcev E.L., Pushkin S.G., Jukina N.I. O nekotoryh vozmozhnostjah sovershenstvovanija sistemy monitoringa tehnoprirodnyh vod // VIII Sibirskoe soveshhanie po klimato-jekologicheskemu monitoringu. Mat-ly ros. konf. /pod red. M.V. Kabanova. Tomsk: Agraf-Press, 2009.- S. 279-281
16. Schastlivcev E.L., Pushkin S.G., Jukina N.I. Problemy sovremennoy ocenok sostojanija poverhnostnyh vod v ugledo=bvyvajushhih rajonah i vozmozhnosti sovershenstvovanija sistemy monitoringa tehnoprirodnyh vod // Jekologo-biologicheskie problemy Sibiri i sopredel'nyh territorij: Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g.Nizhnevartovsk, 25-26 marta 2009g.). – Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevart. gumanit. un-ta, 2009. – S.163-169
17. Logov A.B., Zamaraev R.Ju., Logov A.A. Analiz sostojanija sistem unikal'nyh ob#ektov. – Vychislitel'nye tehnologii, Tom 10. №5, 2005 – S.49-53.
18. Logov A.B., Zamaraev R.Ju., Logov A.A. Modelirovanie tendencij povedenija jelementov sistem unikal'nyh ob#ektov // Vychislitel'nye tehnologii, 2005. – T. 10. - №5 - S.54-56.
19. Logov A.B., Zamaraev R.Ju., Logov A.A. Algoritmy jentropijnogo metoda analiza dlja otobrazhenija svojstv ob#ekta v fazovom prostranstve // Vychislitel'nye tehnologii, 2005. – t. 10. - №6 – S.75-81