

На правах рукописи

РОГОЗИНА Татьяна Анатольевна

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕЧНЫХ ВОД  
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО БАССЕЙНА)**

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Санкт-Петербург  
2008

Работа выполнена на кафедре «Безопасность производства и промышленная экология» ГОУ ВПО Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ)

**Научный руководитель** доктор технических наук, профессор  
Красногорская Наталия Николаевна

**Официальные оппоненты** доктор географических наук, профессор  
Скакальский Борис Гдальевич  
кандидат химических наук, доцент  
Потапова Татьяна Михайловна

**Ведущая организация** Северо-Западное межрегиональное территориальное  
управление Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Защита состоится «9» октября 2008 г. в 17 часов 00 минут на  
заседании диссертационного совета Д 212.197.03 в Российском государственном  
гидрометеорологическом университете по адресу: 195196, Санкт-Петербург,  
пр.Металлистов, д.3

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного  
гидрометеорологического университета

Автореферат разослан «8» сентября 2008 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор технических наук, профессор



Бескид П.П.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Бассейн реки Уфа является примером территории с высокой степенью урбанизации, развитой промышленностью, которые приводят к качественному и количественному истощению водных ресурсов. В пределах водосборной площади сосредоточены горнодобывающие, горноперерабатывающие, металлургические, нефтехимические, нефтеперерабатывающие, машиностроительные предприятия, населенные пункты, полигоны и свалки твердых бытовых отходов. Организованные сбросы, талые и ливневые воды с территорий, подверженных антропогенной нагрузке, загрязняют речную воду, приводят к изменению среды обитания гидробионтов и создают угрозу системам жизнеобеспечения людей, например, Южному и Северному питьевым водозаборам города Уфы, расположенным в устье реки Уфа. В этой связи для обеспечения рационального водопользования в пределах речного бассейна актуальным является выполнение адекватной оценки экологического состояния водных ресурсов, прогноз качества воды, используемой в питьевых, бытовых, рыбохозяйственных целях, а также разработка мероприятий по снижению ее загрязненности.

Работа выполнена по тематике, входящей в Перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, утв. Президентом РФ 21 мая 2006г. №Пр-843, и в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры «Безопасность производства и промышленная экология» Уфимского государственного авиационного технического университета.

**Цель исследования** – оценка и прогнозирование качества речных вод Уфимского бассейна с учетом антропогенной нагрузки на водосборе и гидрологических особенностей водотоков, а также разработка технических мероприятий, направленных на снижение загрязненности малых водотоков.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи**:

- анализ качества речных вод Уфимского бассейна за многолетний период для выявления закономерностей в изменении содержания загрязняющих веществ в условиях трансформации антропогенной нагрузки на водосборе;

- оценка возможности использования речных вод Уфимского бассейна для рыбохозяйственного и культурно-бытового, хозяйственно-питьевого водопользования, а также выявление приоритетных загрязняющих веществ для реки Уфа и ее притоков;

- оценка вероятности загрязнения речных вод в различные фазы водного режима для выявления сезонных изменений качества;

- апробация статистических динамических моделей, а также методов интеллектуального анализа данных (искусственных нейронных сетей) для прогнозирования химического состава воды реки Уфа и ее притоков в условиях стохастичности природного и антропогенного воздействия;

- разработка технических решений по реабилитации малых водотоков на техногенно-нагруженных, урбанизированных территориях для обеспечения экологической безопасности природных вод (на примере реки Шугуровка).

### **Научная новизна.**

1. Выявлены многолетние и межсезонные закономерности изменения качества речной воды, обусловленные антропогенным воздействием. Определена пригодность воды для различных видов водопользования по среднегодовым значениям показателей качества.

2. Определена вероятность загрязнения водотоков исследуемыми поллютантами в различные фазы водного режима.

3. Показана возможность использования динамических статистических моделей для долгосрочного (до 12 мес.) прогнозирования гидрохимического состава речных вод.

4. Показана возможность использования искусственных нейронных сетей с архитектурой многослойный персептрон и радиально-базисная сеть для краткосрочного (3 мес.) прогноза качества речных вод.

### **Практическая значимость.**

Создана информационно-аналитическая система, состоящая из базы данных, содержащей сведения о химическом составе воды р.Уфы и ее притоков и компьютерной программы «Анализ гидрохимических данных», позволяющей осуществлять обработку и визуализацию данных наблюдений, получаемых на пунктах контроля, выявлять тенденции изменения качества речных вод во времени (Свидетельства о регистрации в Роспатенте: № 2007612853 и № 2007620231 от 29 июня 2007 г.).

Установленные закономерности изменения содержания компонентов химического состава речных вод используются Башкирским территориальным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды для определения качества воды при существующем уровне эколого-экономического развития региона и неизменности гидрологического режима водотоков (акт о внедрении результатов диссертационной работы № 1-18-916 от 29.10.2007).

Показана возможность улучшения экологического состояния малого водотока, в который загрязняющие вещества поступают с поверхностным стоком. Предложенные мероприятия могут использоваться для реабилитации рек, протекающих в пределах урбанизированных территорий на устьевых участках. Эколого-экономический эффект от внедрения схемы снижения загрязненности воды для реки Шугуровка составляет 4 951, 65 тыс. руб.

Методы исследования и результаты, полученные в диссертационной работе, внедрены в учебный процесс Уфимского государственного авиационного технического университета и используются при подготовке специалистов по специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и по направлению 280200 «Защита окружающей среды».

### **Защищаемые положения.**

1. Результаты оценки качества речных вод Уфимского бассейна.
2. Применимость динамической статистической модели и нейронных сетей вида MLP и RBF для прогнозирования химического состава воды рек Уфа и Шугуровка, позволяющие дать перспективную оценку гидроэкологической ситуации в устьевой зоне речного бассейна.
3. Технические решения по реабилитации малых водотоков от загрязнения на техногенно-нагруженных, урбанизированных территориях и обеспечению нормативов качества рыбохозяйственного водопользования (на примере реки Шугуровка).

**Личный вклад автора** заключается в выявлении многолетних и межсезонных закономерностей изменения качества речных вод и получении количественных оценок качества воды в виде среднегодовых значений гидрохимических показателей, позволяющих определить пригодность для различных видов водопользования; вероятностной оценке загрязнения рек в различные фазы водного режима, апробации динамических статистических моделей и искусственных нейронных сетей для определения перспективного гидрохимического состава речных вод.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на VIII, IX международной конференции «Экология России и сопредельных территорий. Экологический катализ» (Новосибирск, 2003-2004), «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон» (Санкт-Петербург, 2006), научной конференции «Водоснабжение, водоотведение, охрана водных ресурсов, гидрогеоэкология» (Москва, 2006), II Всероссийской конференции «Научные аспекты экологических проблем России» (Москва, РАН, 2006), VII Всероссийской научно-практической конференции «Экологические проблемы промышленных регионов» (Екатеринбург, 2006), международной научно-практической конференции «Региональные экологические проблемы современности» (Уфа, 2006), международной научно-технической конференции в области экологии и безопасности жизнедеятельности «Дальневосточная весна» (Комсомольск-на-Амуре, 2006), XII Всероссийской научно-технической конференции «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании» (Рязань, 2007), Всероссийской конференции «Безопасность в современном мире: теория и практика» (Чита, 2007), Конгрессе нефтегазопромышленников России (Уфа, 2007-2008), I Международном экологическом конгрессе ELPIT – 2007 (Тольятти, 2007), Международных симпозиумах: «Hazards – Detection and Management» (Дрезден, Германия, 2008) и «10. Treffen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten» (Инсбрук, Австрия, 2008).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 31 работ, в том числе 3 статьи в журнале, входящем в Перечень ВАК и глава коллективной монографии.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и приложений. Работа изложена на 186 страницах машинописного текста, включает 30 таблиц, 57 рисунков. Список использованных источников включает 176 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 1 Оценка, прогнозирование и улучшение качества речных вод в условиях антропогенного воздействия: состояние проблемы

Многочисленные работы по оценке качества речных вод оказываются разрозненными и недостаточными для установления основных закономерностей изменения значений гидрохимических показателей в условиях многофакторного антропогенного воздействия. Имеющиеся исследования направлены на изучение компонентного химического состава вод (Лазник М.М., 1990, Носачева Л.Ф., 1986, Фруммин Г.Т., Скакальский Б.Г., Драбкова В.Г., 1995 и др.) и часто носят отраслевой характер: влияние нефтегазового комплекса (Гареев А.М., Шакиров А.В., 2000), энергетики (Никаноров А.М., Страдомская А.Г., 2003), агропромышленного комплекса (Галимов Г.Ф., 1987, Егошин А.В., 2006). Наиболее изученными являются гидрологический режим и качество крупных рек Российской Федерации, таких как Волга, Кама, Обь, Иртыш, Дон и др. (Бесчетнова Э.И., 1979, Пирумова Е.И., 2006, Воробьева С.В., 1987, Уварова В.И., 1995). Несмотря на то, что река Уфа играет роль питьевого вод источника и участвует в формировании качества воды Волги, закономерности изменения химического состава ее воды изучены недостаточно (Воронков П.П., 1970, Кантор Л.И., 1998, Маннанова С.А., 2002, Курамшина Н.Г., 2005).

В зависимости от вида и степени развития хозяйственной деятельности на водосборе, а также имеющихся исходных материалов применяются различные методы оценки влияния антропогенных факторов на изменение качества вод (Никаноров А.М., 2007; Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д., 2003). Гидрохимический способ базируется на оценке превышения уровня загрязнения водной среды ксенобиотиком по отношению к предельно допустимой концентрации (ПДК) (Фруммин Г.Т., Скакальский Б.Г., Драбкова В.Г., 1995). Обработка исходной гидрохимической информации методами математической статистики позволяет установить закономерности формирования химического состава речных вод в условиях постоянства антропогенной нагрузки в пределах водосборной площади и неизменности гидрологического режима водотоков (Семенов В.А., 2003, Кантор Л.И., 2004, Бреховских В.Ф., 2005 и др.). Методы статистического моделирования позволяют осуществить долгосрочное прогнозирование качественного состояния водных ресурсов (Lehmann A., 2001, Debelak K., 2003, Smeti E., 2005, Шемагонова Е.В., Кантор Л. И., Кантор Е. А., 2004). Для построения оперативных (краткосрочных) прогнозов применяют методы интеллектуального анализа данных – искусственные нейронные сети (Maier H., 1996, Borchardt D., 1997, Lohr H., 2005).

Результаты оценки и прогнозирования значений показателей качества речной воды используются при планировании природоохранных мероприятий на водосборе, в т.ч. реабилитации водотоков. Улучшение качества речных вод осуществляется чаще всего посредством регулирования деятельности стационарных источников загрязнения (Кочарян А.Г., 2006). Однако при наличии на территории водосбора неорганизованных источников загрязнения такие методы оказываются неэффективными (Сметанин В.И., 2003).

## 2 Характеристика объекта исследования. Методы исследования

### 2.1 Объект исследования и исходные данные

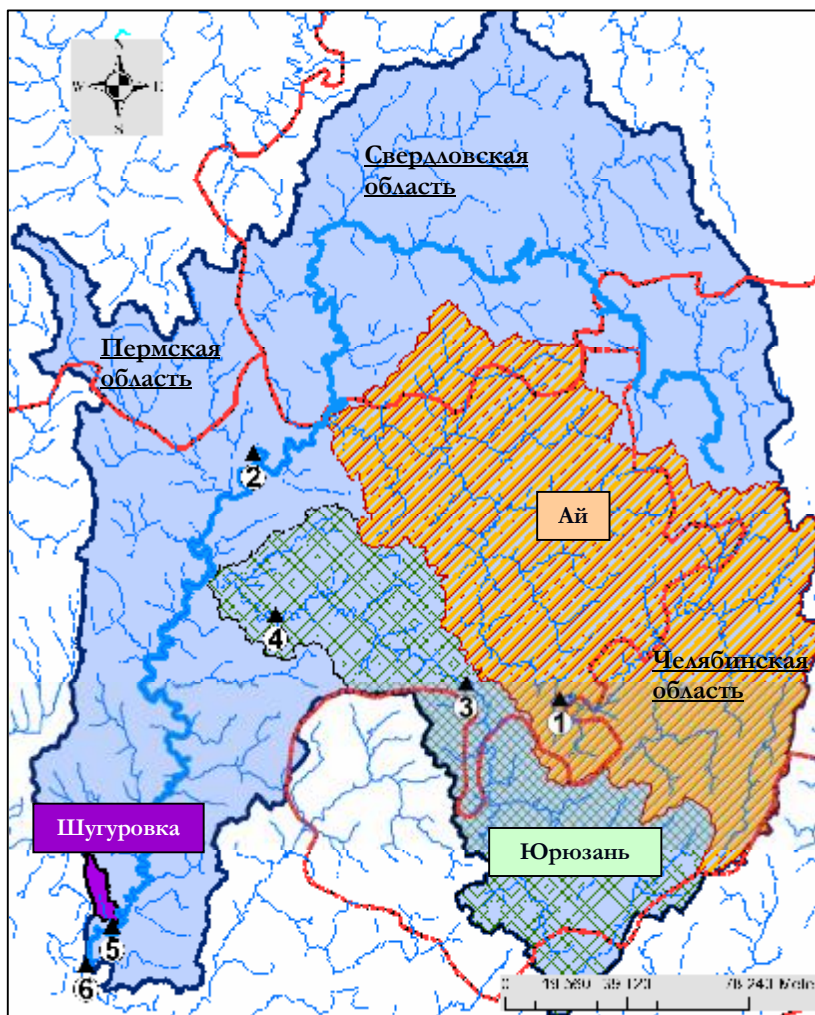
Объектом исследования является система водотоков бассейна реки Уфа на территории Башкортостана. Река Уфа является рекой III порядка Волжского бассейна и самым крупным правобережным притоком р.Белой.




Для оценки качества речных вод Уфимского бассейна использована гидрохимическая информация, полученная на **6 пунктах (створах)** сети Башкирского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Баш.УГМС) за период




с **1988г. по 2005г.**

Проанализированы результаты химического анализа более чем **8 000** ежемесячных **проб воды**, опубликованные в материалах Государственного водного кадастра. Оценка качества речной воды проведена по **8 показателям**: общая минерализация, азот аммонийный, растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, фенол и нефтепродукты, медь, марганец. Перечисленные показатели репрезентативны для оценки изменения гидрохимического состава водотоков под влиянием антропогенных факторов.

Карта-схема расположения пунктов наблюдения за качеством речных вод приведена на рис.1.



-  Административно-территориальные границы
-  Речная сеть
-  Уфимский речной бассейн

-  Бассейн реки Шугуровка
-  Бассейн реки Юрюзань
-  Бассейн реки Ай

- 1 - р.Ай, д.Лаклы
- 2 - р.Уфа, д.Верхний Суян
- 3 - р.Юрюзань, д.Чулпан
- 4 - р.Юрюзань, п.Атняш
- 5 - р.Шугуровка, г.Уфа
- 6 - р.Уфа, г.Уфа

**Рис.1. Карта-схема расположения пунктов контроля качества воды в бассейне р.Уфы и на ее притоках**

Сведения об объекте исследования представлены в табл.1.

Таблица 1

Информация о пунктах наблюдения за качеством речных вод  
Уфимского бассейна

№ п/п	Река	Пункт наблюдений	Координаты	Расстояние от устья, км	Средний многолетний расход воды, м <sup>3</sup> /с	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдения
1	р.Ай	д.Лаклы	58°34'E 55°11'N	266	47,4	6 440	1990 - 2005
2	р.Уфа	д.В.Суян	57°16'E 56°3'N	318	218,0	32 400	1988 - 2005
3	р.Юрюзань	д.Чулпан	58°6'E 55°17'N	158	44,8	4 850	1988 - 2005
4	р.Юрюзань	п.Атняш	57°14'E 55°34'N	32	58,7	6 930	1994 - 2000
5	р.Шугуровка	г.Уфа	56°9'E 54°47'N	0,2	0,6*	95	1988 - 2005
6	р.Уфа	г.Уфа	56°0'E 54°40'N	1,5	387**	51 837	1988 - 2005

Примечание.

\* по данным наблюдений Управления государственного аналитического контроля, г.Уфа

\*\* по данным наблюдений в гидрологическом створе р.Уфа – п.Шакиа

## 2.2 Методы исследования

Для оценки и прогнозирования химического состава речных вод использованы методы:

- определение закона распределения значений показателей качества речных вод - проверка гипотезы о нормальном (логнормальном) характере распределения гидрохимических данных с использованием статистического критерия Шапиро-Уилка  $W$  (Колмогорова-Смирнова  $D$ ).

- анализ однородности рядов значений гидрохимических данных для получения достоверных количественных оценок качества воды реки Уфы и ее притоков с помощью статистического критерия Вилкоксона (Манна-Уитни)  $U$ .

- построение кривых обеспеченности для однородных рядов значений показателей качества речных вод по фазам водного режима.

- прогнозирование качества речных вод на основе статистической динамической модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС), нейронных сетей вида MLP (многослойный персептрон) и RBF (радиально-базисная сеть).

- методы проектирования баз данных, хранения, преобразования (системы RAD разработки программного продукта *Microsoft Visual Studio*) и отображения пространственно-распределенных данных (геоинформационные системы *ESRI ArcMap 9.2*).

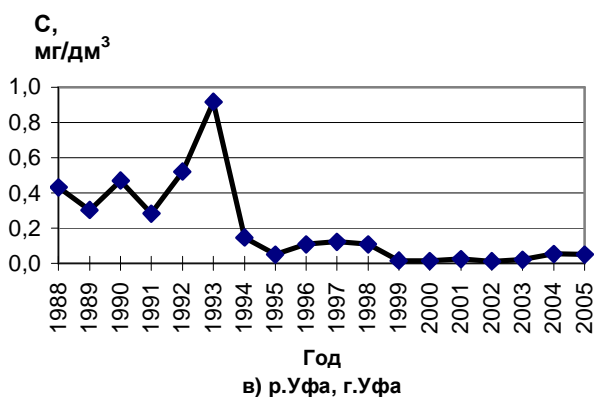
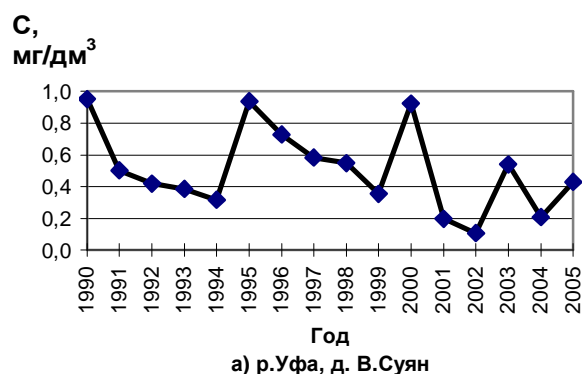
## 3 Оценка качества речных вод Уфимского бассейна

### 3.1 Анализ межгодовой динамики изменения качества речных вод Уфимского бассейна

Для установления закономерностей межгодового изменения состояния речных вод Уфимского бассейна в исследуемых створах, а также оценки пригодности вод для различных видов водопользования:



1) Определен вид функции распределения гидрохимических данных. Функции распределения значений показателей качества речных вод Уфимского бассейна подчиняются нормальному или логнормальному закону.



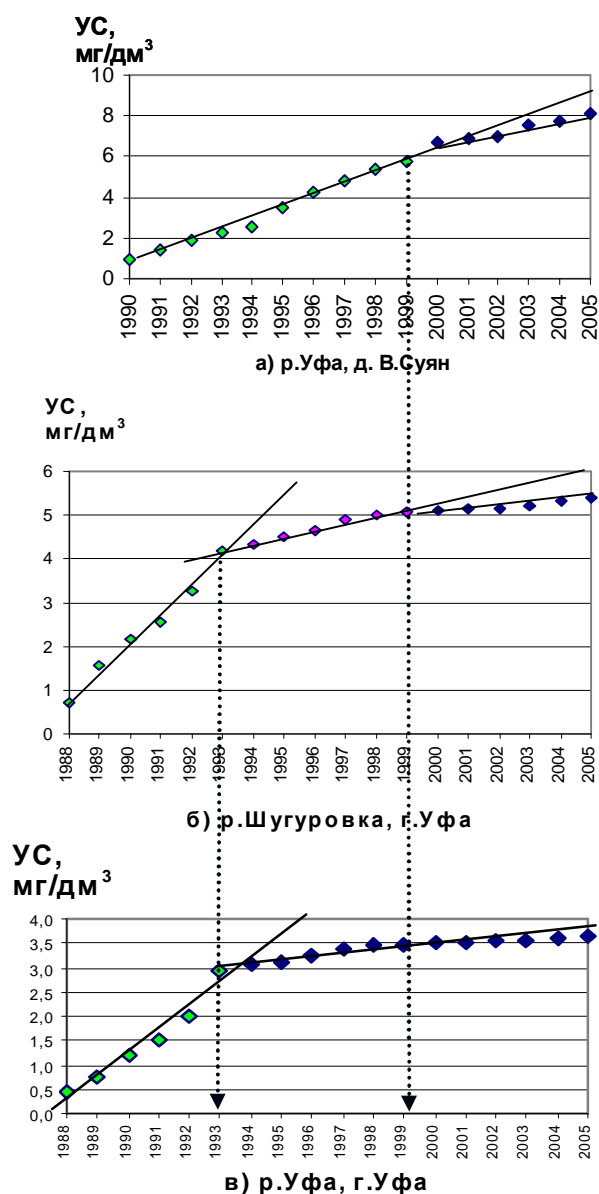
**Рис.2. Среднегодовые значения концентрации нефтепродуктов в р.Уфе и р.Шугуровке за период с 1988г. по 2005г.**

ностью химического состава, а, следовательно, и уровнем антропогенной нагрузки на водосборе. Временной ряд значений концентрации нефтепродуктов в створе река Уфа - д.В.Суян можно разделить на 2 периода (рис.3 а): 1990-1999 гг. и 2000-2005 гг., в створе р.Шугуровка – г.Уфа на 3 периода (рис.3 б): 1988-1993, 1994-1999, 2000-2005гг., в створе река Уфа - г.Уфа на 2 периода (рис.3 в): 1988-1993 гг. и 1994-2005 гг. Аналогичные кривые построены для всех исследуемых створов.

2) Построены хронологические графики изменения среднегодового содержания исследуемых компонентов химического состава р.Уфы и ее притоков (р.Ай, р.Юрюзань, р.Шугуровка). Так, например, выявлена тенденция к снижению загрязненности речных вод Уфимского бассейна нефтепродуктами, представленная на рис.2 (а,б,в).

Анализ хронологических графиков обусловил необходимость исследования однородности рядов значений гидрохимических показателей. Для анализа статистической однородности построено 47 интегральных кривых вида  $\sum C_i = f(t_i)$ , где в качестве функции  $f(t_i)$  рассматривались концентрации химических показателей ( $C_i$ ), нарастающие во времени ( $t_i$ ). На каждой из кривых выделены прямолинейные участки и определены точки перелома прямых линий, соответствующие границам периодов, определяемых как статистически однородные.

Для примера на рис.3 приведены кривые  $\sum C_{НП} = f(t)$  для показателя качества речных вод «нефтепродукты». Участки выделенные различными маркерами соответствуют периодам, характеризующимся неоднород-



Уточнение результатов графической проверки однородности временных рядов значений гидрохимических показателей осуществлено на основе статистического критерия Вилкоксона (Манна-Уитни)  $U$ .

Для статистически однородных периодов вычислены средние значения показателей качества речных вод. В качестве примера в табл.2 приведены результаты определения средних значений концентраций компонентов химического состава воды р.Шугуровки в створе г.Уфы.

Рис.3. Изменение суммы среднегодовых концентраций нефтепродуктов в р.Уфе и р.Шугуровке за период с 1988г. по 2005г.

Таблица 2

Результаты определения средних значений концентраций компонентов химического состава воды р.Шугуровки в створе г.Уфы

Показатель качества речной воды	Статистическ и однородные периоды	Средняя многолетняя концентрация, $C_{cp}$	Показатель качества речной воды	Статистическ и однородные периоды	Средняя многолетняя концентрация, $C_{cp}$
общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	1988 - 2005	780,3	фенолы, мг/дм <sup>3</sup>	1991 – 2005	0,002
азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	1989 - 2005	0,53	нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	1988 – 1993	0,66
				1994 – 1999	0,14
				2000 – 2005	0,043
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1990 - 1996	2,13	медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1988 – 1994	9,07
	1997 - 2005	1,46		1995 – 2005	3,27
раствор. кислород, мг/дм <sup>3</sup>	1988 - 2000	9,55	марганец, мкг/дм <sup>3</sup>	1991 – 2005	109,1

Как видно из табл.2, временные ряды, характеризующие межгодовые изменения содержания в речной воде суммы минеральных веществ, азота аммонийного, фенолов, марганца, а также растворенного кислорода статистически однородны. Таким образом, в пределах периода с 1988г. по 2005г. содержание этих компонентов гидрохимического состава стабильно, и процесс межгодового колебания их концентраций происходит вокруг среднего значения. Поэтому усредненные количественные оценки по перечисленным показателям качества репрезентативны за весь исследуемый период.

Таким образом, на основе сопоставления между собой средних значений концентраций компонентов гидрохимического состава за многолетний период установлена межгодовая динамика изменения качества воды р.Уфы и ее притоков.

### **3.2 Определение пригодности речных вод Уфимского бассейна для различных видов водопользования**

Оценка состояния речных вод, возможности различных видов водопользования осуществлена на основе сравнения фактических значений показателей качества речных вод с нормативами для рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК). Разработанная компьютерная программа «Анализ гидрохимических данных» позволяет формировать отчеты по результатам анализов проб для пунктов наблюдений за выбранный временной интервал, с учетом фаз водного режима, визуализировать результаты анализа данных о химическом составе речных вод Уфимского бассейна. В отчет для каждого показателя качества воды входит информация о количестве отобранных проб, среднем, среднем взвешенном по расходу воды в реке, максимальном и минимальном значениях показателя, ПДК, количестве превышений ПДК, среднем и максимальном значениях превышении ПДК. В табл.3 сведены результаты по определению пригодности воды устьевого участка реки Уфы в черте города Уфы для различных видов водопользования.

Как видно из табл.3, содержание загрязняющих веществ в речной воде, оцениваемых по показателю нефтепродукты, до 1993 года характеризовалось средним многолетним значением  $0,45 \text{ мг/дм}^3$ , с 1994г. по 2005г. оно уменьшилось в 10,2 раз. В процессе межгодовой изменчивости содержания в воде реки Уфы меди происходит постепенное его снижение. Так с 1988г. по 1997г. (I период) средняя многолетняя концентрация меди в речной воде составляет  $6,44 \text{ мкг/дм}^3$ , а с 1998г. по 2005г. (II период) – уменьшается до  $3 \text{ мкг/дм}^3$ . Соответственно выделенным периодам превышение уровня ПДК<sub>рх</sub> составляет 6,44 и 3 раза.

Многолетние изменения среднегодовых концентраций в речной воде марганца происходят в области значений от  $10 \text{ мкг/дм}^3$  (ПДК<sub>рх</sub>) до  $100 \text{ мкг/дм}^3$  (ПДК<sub>кб</sub>) с тенденцией увеличения его содержания в последние годы. Так средняя многолетняя величина концентрации марганца за период с 1991г. по 2000г. достигает  $37,5 \text{ мкг/дм}^3$ , а с 2001г. по 2005г. –  $70,7 \text{ мкг/дм}^3$ , что почти в 4 раза и 7 раз, соответственно, превышает уровень ПДК<sub>рх</sub>.

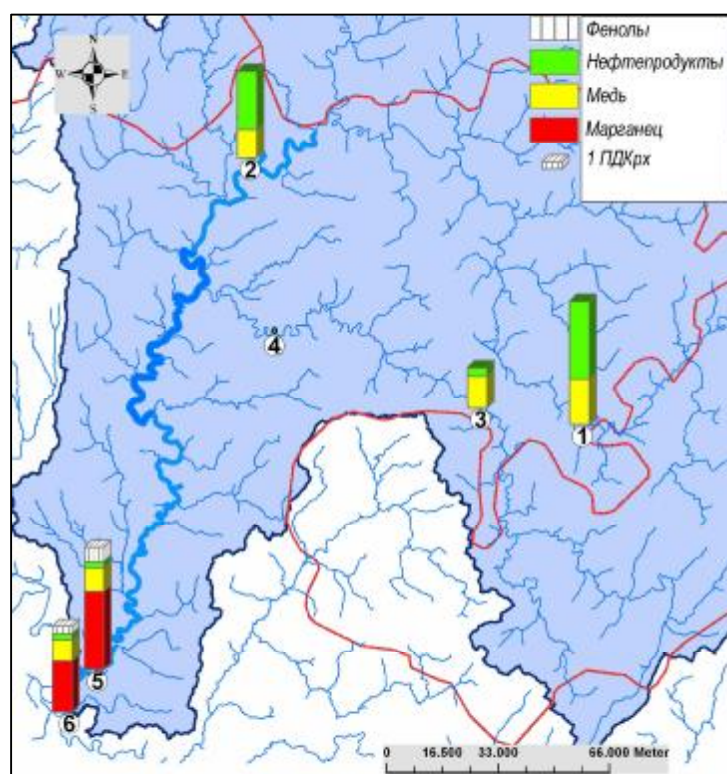
Таблица 3

Расчетные значения характеристик качества воды р.Уфы в створе г.Уфы

Показатель качества речной воды	Статистически однородные периоды	Среднее значение ( $C_{cp}$ )	Минимальное значение ( $C_{min}$ ) Максимальное значение ( $C_{max}$ )	$C_{cp} / ПДК_{кб}^*$	$C_{cp} / ПДК_{рх}^{**}$
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1988 - 1998	1,78	$\frac{1,25}{2,46}$	0,89	0,89
	1999 - 2005	1,22	$\frac{1,00}{1,37}$	0,61	0,61
фенолы, мг/дм <sup>3</sup>	1991 – 2005	0,001	$\frac{0}{0,003}$	1,00	1,00
нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	1988 - 1993	0,45	$\frac{0,28}{0,92}$	1,50	9,01
	1994 - 2005	0,044	$\frac{0,01}{0,15}$	0,15	0,88
медь, мкг/дм <sup>3</sup>	1988 -1997	6,44	$\frac{4,54}{8,82}$	0,006	6,44
	1998 - 2005	3,00	$\frac{1,45}{5,12}$	0,003	3,00
марганец, мкг/дм <sup>3</sup>	1991 – 2000	37,5	$\frac{8,57}{56,7}$	0,375	3,75
	2001 - 2005	70,7	$\frac{59,4}{88,6}$	0,707	7,07

Примечание. \* ПДК<sub>кб</sub> – предельно допустимая концентрация для культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования;

\*\* ПДК<sub>рх</sub> – предельно допустимая концентрация для рыбохозяйственного водопользования



Определена экологическая опасность речных вод Уфимского бассейна на основе расчета кратности превышения содержания загрязняющих веществ над уровнем ПДК для рыбохозяйственного и культурно-бытового водопользования (табл.4).

Для примера, на рис.4 приведена диаграмма экологической опасности речных вод Уфимского бассейна в пределах территории Республики Башкортостан, визуализирующая кратность превышения ПДК<sub>рх</sub>.

- 1 - р.Ай, д.Лаклы                      4 - р.Юрюзань, п.Атняш  
2 - р.Уфа, д.Верхний Суян        5 - р.Шугуровка, г.Уфа  
3 - р.Юрюзань, д.Чулпан        6 - р.Уфа, г.Уфа

Рис.4. Экологическая опасность речных вод Уфимского бассейна за период 2001 – 2005гг.

Таблица 4

Кратность превышения содержания загрязняющих веществ в воде рек Уфимского бассейна над уровнем ПДК<sub>рх</sub> и ПДК<sub>кб</sub> за период 2001-2005гг.

Показатель качества речной воды	Пункт наблюдения за качеством речных вод									
	р.Ай, д.Лаклы		р.Уфа, д.В.Суян		р.Юрюзань, д.Чулпан		р.Шугуровка, г.Уфа		р.Уфа, г.Уфа	
	ПДК <sub>рх</sub>	ПДК <sub>кб</sub>	ПДК <sub>рх</sub>	ПДК <sub>кб</sub>	ПДК <sub>рх</sub>	ПДК <sub>кб</sub>	ПДК <sub>рх</sub>	ПДК <sub>кб</sub>	ПДК <sub>рх</sub>	ПДК <sub>кб</sub>
азот аммонийный	1,87	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,36	< 1	< 1	< 1
фенолы	-	-	-	-	-	-	2	2	1	1
нефтепродукты	10,6	1,77	8	1,33	1,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
медь	6,33	< 1	3,93	< 1	4,38	< 1	3,27	< 1	3	< 1
марганец	-	-	-	-	-	-	10,9	1,09	7,07	< 1

Примечание. «-» – нет измерений

Таблица 5

Доля проб речной воды р.Уфы и ее притоков с превышением норматива ПДК<sub>рх</sub> в 2001 – 2005гг.

Пункт наблюдения	Показатель качества	Количество проб	ПДК <sub>рх</sub>	Кол-во проб с прев. ПДК <sub>рх</sub>	% проб с прев. ПДК <sub>рх</sub>
р.Уфа д.В.Суян	нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	33	0,05	22	67
	медь, мкг/дм <sup>3</sup>	33	1	25	76
р.Уфа г.Уфа	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	64	2	4	6
	фенолы, мг/дм <sup>3</sup>	64	0,001	17	27
	нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	64	0,05	12	19
	медь, мкг/дм <sup>3</sup>	64	1	47	73
	марганец, мкг/дм <sup>3</sup>	64	10	50	78
р.Шугуровка г.Уфа	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	65	2	11	17
	фенолы, мг/дм <sup>3</sup>	65	0,001	24	37
	нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	65	0,05	16	25
	медь, мкг/дм <sup>3</sup>	65	1	52	80
	марганец, мкг/дм <sup>3</sup>	65	10	63	97
р.Юрюзань д.Чулпан	нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	32	0,05	13	41
	медь, мкг/дм <sup>3</sup>	32	1	24	75
р.Ай д.Лаклы	нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	34	0,05	20	59
	медь, мкг/дм <sup>3</sup>	34	1	30	88

Для исследуемых створов Уфимского бассейна определена пригодность речных вод для различных видов водопользования, а также приоритетные загрязняющие вещества речных вод - марганец и медь, нефтепродукты и фенолы, азот аммонийный. На устьевом участке р.Уфы в створе г.Уфы речная вода по показателям «марганец», «медь», «фенолы» не пригодна для рыбохозяйственного водопользования.

### **3.3 Оценка вероятности загрязнения рек Уфимского бассейна в различные фазы водного режима**

Для установления вероятностей, при которых качество речных вод Уфимского бассейна не удовлетворяет нормативным требованиям и возникает риск деградации водных экосистем в различные гидрологические сезоны,

построены кривые обеспеченности содержания гидрохимических компонентов для статистически однородных периодов (всего построено свыше **140** кривых обеспеченности). Для примера, в табл.6 приведены результаты оценки вероятности загрязнения р.Шугуровки, определяемые по вероятности превышения предельно допустимого содержания анализируемых химических компонентов в речной воде, характеризующей угрозу для среды обитания гидробионтов и здоровья людей.

Таблица 6

Вероятность загрязнения воды реки Шугуровка у города Уфы в различные фазы водного режима

Показатель качества речной воды	Период наблюдений	Вероятность превышения ПДК <sub>рх</sub> / ПДК <sub>кб</sub> , %		
		Половодье	Летн.-осен. период	Зимняя межень
БПК <sub>5</sub>	1990-1996	-	48	25
	1997-2005	23	18	9
Фенолы	1991 - 2005	42	22	32
Нефтепродукты	1988 - 1993	-	99,9 /50	89 /50
	1994 - 1999	-	69 /18	69 /9
	2000 - 2005	-	27 /0	38 /8
Медь	1988 - 1994	-	90 /0	81 /0
	1995 - 2006	86 /0	75 /0	52 /0
Марганец	1991 - 2005	99,9 /60	99,9 /64	99,9 /89

Примечание. (-) объем выборки недостаточен для построения кривой обеспеченности.

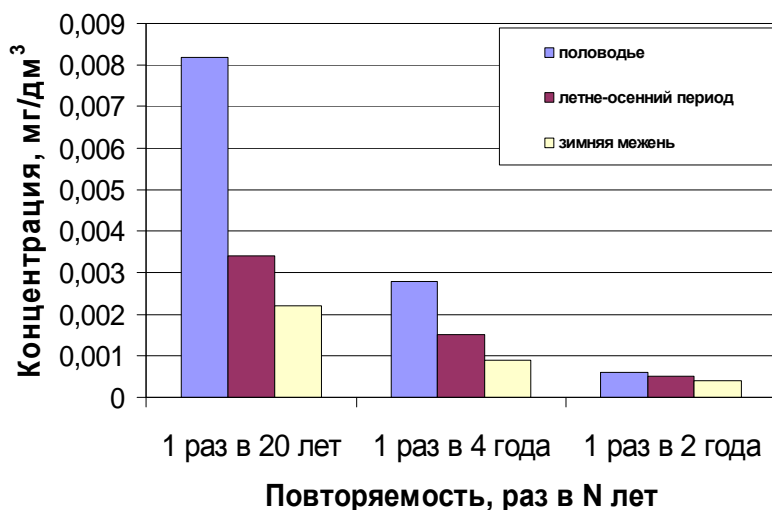


Рис.5. Повторяемость значений концентраций фенолов для створа р.Шугуровка - г. Уфа за период с 1991г. по 2005г. (ПДК<sub>рх</sub>=ПДК<sub>кб</sub>=0,001 мг/дм<sup>3</sup>)

число лет, в течение которых рассматриваемая концентрация загрязняющего ингредиента повторяется в среднем один раз.

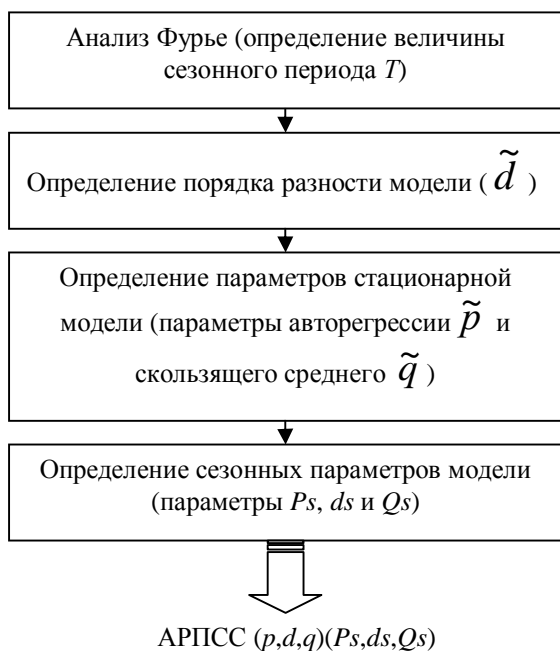
Вероятность загрязнения речной воды по показателю «фенолы» в период половодья, угрожающая жизнедеятельности гидробионтов, составляет 42%. Наибольшие концентрации «фенолов» фиксируются во время весеннего половодья, а наименьшие – во время летне-осеннего периода. На рис.5 приведена гистограмма повторяемости по показателю «фенолы», характеризующая концентрация загрязняющего



## 4 Прогнозирование химического состава речных вод

### 4.1 Долгосрочное прогнозирование гидрохимического состава реки Уфа и реки Шугуровка с использованием динамических статистических моделей

Для определения прогнозных значений показателей качества речных вод выбрано два пункта наблюдения: р.Уфа – г.Уфа и р.Шугуровка – г.Уфа, обеспеченные ежемесячными данными режимного гидрохимического мониторинга. Для осуществления долгосрочного 12-ти месячного прогноза



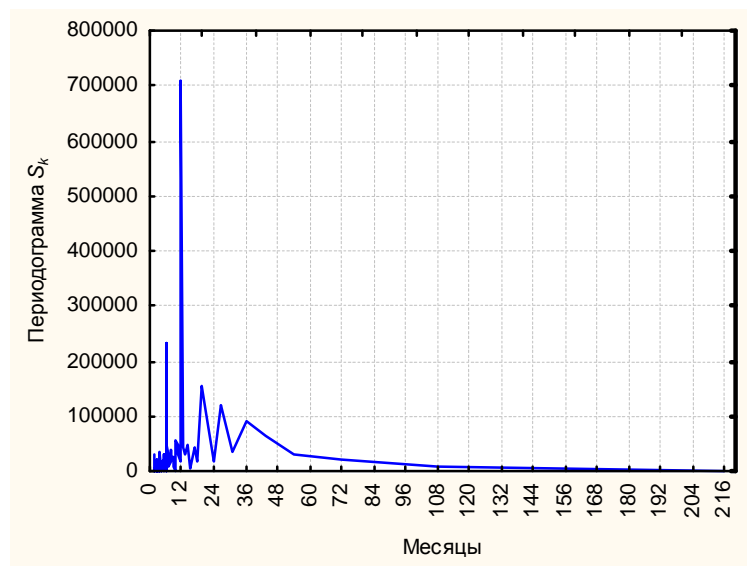
**Рис.6. Последовательность определения параметров модели АРПСС**

использованием программного пакета *STATISTICA 6.0 Fourier (Spectral) Analysis* величины сезонного периода ( $T$ ). Построены графики спектральной функции (периодограммы)  $S_k$  от периода наблюдений для временных рядов исследуемых показателей качества воды.

Для примера на рис.7 приведена периодограмма для временного ряда значений концентрации минеральных веществ в воде реки Уфа в черте г. Уфы. Как видно из рис.7, колебание минерализации в воде реки Уфа имеет отчетливый циклический характер, на что указывает выраженный пик на периодограмме, равный 12 месяцам.

использована динамическая модель *Авторегрессии - Проинтегрированного скользящего среднего* (АРПСС или ARIMA), рассматривающая значения показателей качества речной воды за многолетний период как функцию тенденции, периодических (сезонных) и случайных колебаний. Последовательность определения параметров математической модели АРПСС представлена на рис. 6.

С целью учета внутригодовых закономерностей изменения концентраций загрязняющих веществ в речных водах при разработке математических моделей осуществлен анализ Фурье, установлены с

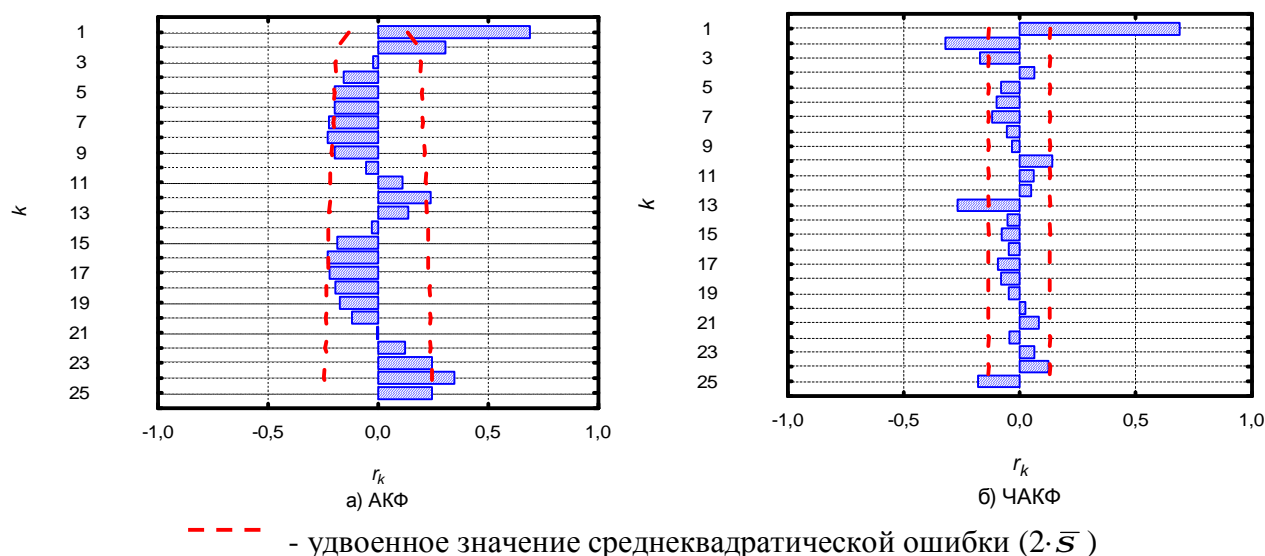


**Рис.7. Периодограмма для показателя качества речной воды «общая минерализация», пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа (период наблюдения с 1988г. по 2005г.)**

реки Уфа имеет отчетливый циклический характер, на что указывает выраженный пик на периодограмме, равный 12

Годовая сезонность в исследуемых створах выявлена для временных рядов значений концентрации растворенного кислорода и минеральных веществ. Для створа р.Уфа – г.Уфа 12-ти месячная сезонность выявлена также для меди, марганца, показателя БПК<sub>5</sub>, изменение содержания фенолов и нефтепродуктов происходит сезонно с периодами 6 и 9 месяцев, соответственно, содержания азота аммонийного - 54 месяцев.

Для определения порядка разности  $\tilde{d}$  АРПСС - модели временного ряда проанализированы графики автокорреляционных функций (АКФ). Процедура вычисления значений АКФ осуществлена на базе *STATISTICA 6.0 Transformation of variables – Преобразование переменных*. Для примера на рис.8 а, представлен график автокорреляционной функции для показателя «общая минерализация» для створа р.Уфа - г.Уфа.



**Рис.8. Графики АКФ и ЧАКФ для показателя качества речной воды «общая минерализация», пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа (период наблюдения с 1988г. по 2005г.)**

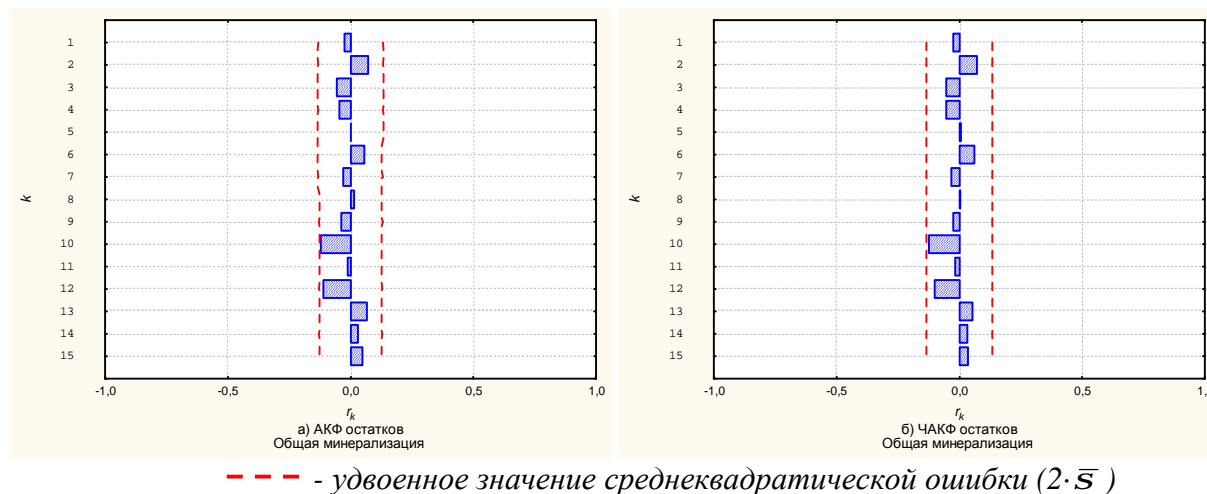
Определение величин параметров  $\tilde{p}$  и  $\tilde{q}$  осуществлено в результате совместного анализа графиков автокорреляционных функций и частных автокорреляционных функций (ЧАКФ) значений исследуемых временных рядов.

Проведена идентификация вида автокорреляционной функции для исследуемых показателей. АКФ значений показателя общей минерализации (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа) имеет форму синусоиды (рис.8 а), а ЧАКФ – резко выделяющиеся значения на лагах 1, 2 (рис.8 б), при этом порядок авторегрессии составит  $\tilde{p} = 2$ , порядок скользящего среднего –  $\tilde{q} = 0$ . Графики АКФ и ЧАКФ для показателя «общая минерализация», представленные на рис.8, указывают на устойчивую сезонную компоненту с величиной периода 12 месяцев.

Адекватность идентифицированных АРПСС-моделей наблюдаемым временным рядам проверена посредством исследования АКФ и ЧАКФ «остатков», представляющих собой разности фактических значений и значений, предсказанных с помощью модели, с использованием *STATISTICA 6.0 ARIMA Results – Результаты АРПСС*. Графики АКФ и ЧАКФ «остатков» для показателя качества, характеризующего содержание минеральных веществ в речной воде

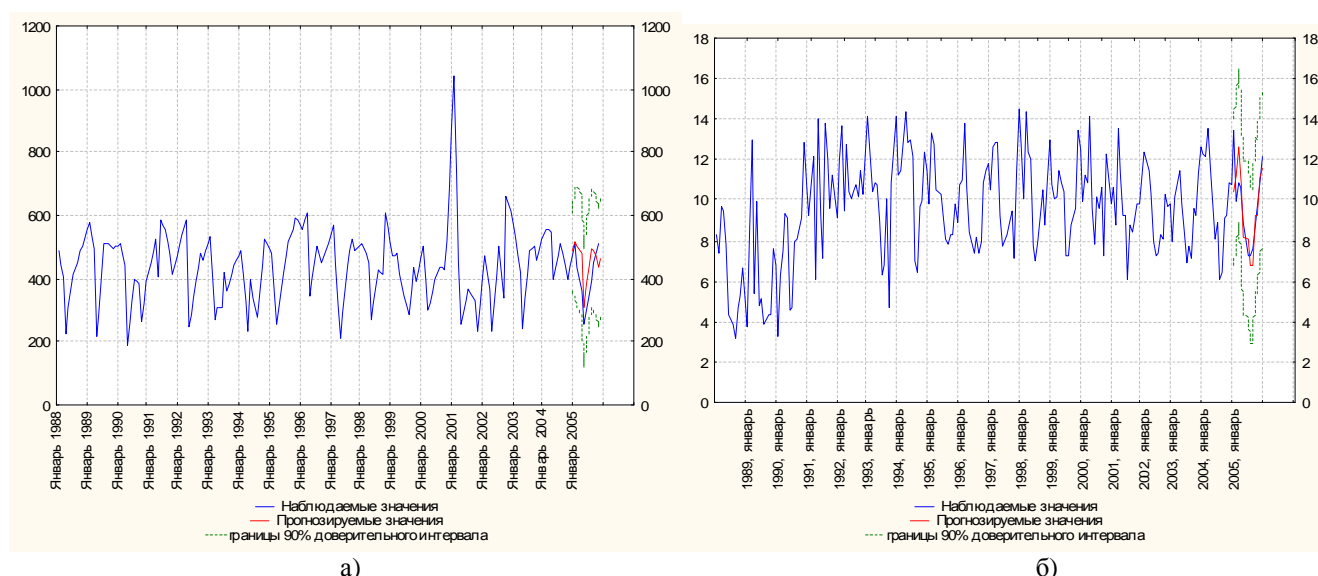


(пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа), приведены на рис.9. В ходе исследования выявлено, что модели временных рядов содержания минеральных веществ и растворенного кислорода являются адекватными.



**Рис.9. АКФ и ЧАКФ «остатков» адекватной АРПСС-модели временного ряда содержания минеральных веществ (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа)**

Как видно из рис.9, «остатки» идентифицированной АРПСС-модели похожи на «белый шум»: в них нет периодических колебаний, нет сильных корреляций, что является свидетельством правильно подобранной модели. Методика прогноза основана на вычислении ожидаемых значений показателя качества речной воды, выполненных при помощи программы *STATISTICA 6.0 Forecasting – Прогнозирование*. Прогнозные значения содержания суммы минеральных веществ и растворенного кислорода, полученные на основе АРПСС-моделей для створа р. Уфа – г. Уфа представлены на рис.10 а, б.



**Рис.10. Прогнозирование содержания суммы минеральных веществ (а) и содержания растворенного кислорода (б) на основе модели АРПСС (2,0,0)(1,1,0) на 2005г. (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа)**

Прогнозные значения и относительная ошибка прогнозирования содержания суммы минеральных веществ и растворенного кислорода на основе модели

АРПСС (2,0,0)(1,1,0) на 2005г. (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа) представлены в табл.7.

Таблица 7

Относительная ошибка прогнозирования содержания суммы минеральных веществ и растворенного кислорода на основе модели АРПСС (2,0,0)(1,1,0) на 2005г. (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа)

Месяц (2005г.)	Общая минерализация			Растворенный кислород		
	Наблюдаемые значения, мг/дм <sup>3</sup>	Прогнозируемые значения, мг/дм <sup>3</sup>	Относительная ошибка, %	Наблюдаемые значения, мг/дм <sup>3</sup>	Прогнозируемые значения, мг/дм <sup>3</sup>	Относительная ошибка, %
Январь	472,7	485,2	2,6	12,4	9,7	21,7
Февраль	509,0	515,3	1,2	9,7	9,8	0,4
Март	436,0	503,2	15,4	9,9	10,8	9,5
Апрель	363,0	469,1	29,2	11,8	10,2	13,6
Май	255,0	308,7	21,1	9,7	9,9	2,5
Июнь	299,3	381,2	27,3	9,1	8,5	6,4
Июль	343,7	438,8	27,7	7,9	8,8	11,8
Август	388,0	496,9	28,1	7,8	6,9	9,7
Сентябрь	448,0	488,9	9,1	9,1	9,5	5,0
Октябрь	478,0	475,7	0,5	10,6	9,5	10,6
Ноябрь	508,0	433,9	14,6	10,8	10,7	1,0
Декабрь	490,4	467,9	4,6	12,2	12,3	0,6

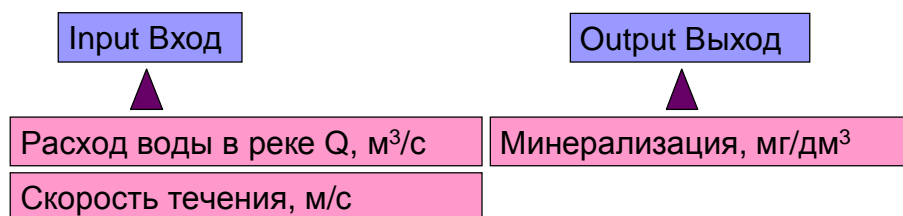
Как видно из табл.7, прогнозируемые значения общей минерализации и растворенного кислорода отражают годовую сезонность, максимальная относительная ошибка прогнозирования содержания минеральных веществ для створа р. Уфа – г. Уфа составляет 29,2%, содержания растворенного кислорода – 21,7%, для створа р. Шугуровка – г. Уфа – 17,6% и 22,5%, соответственно. Полученный уровень достоверности прогноза является приемлемым, поскольку сопоставим с ошибкой измерения концентраций показателей качества речных вод.

#### **4.2 Краткосрочное прогнозирование химического состава речных вод с использованием искусственных нейронных сетей**

Краткосрочный прогноз служит целям оперативного управления водными ресурсами в речном бассейне, а также разработки инженерных решений по реабилитации водотоков. В проведенном исследовании рассмотрено применение искусственных нейронных сетей (ИНС) для краткосрочного прогнозирования содержания суммы минеральных веществ в результате изменения расхода воды в реке и скорости течения, а также содержания легкоокисляемых органических веществ. Различные архитектуры нейронных сетей обучены на тестовом наборе данных и затем испытаны на контрольной выборке при помощи программы *STATISTICA Neural Networks 7.0*.

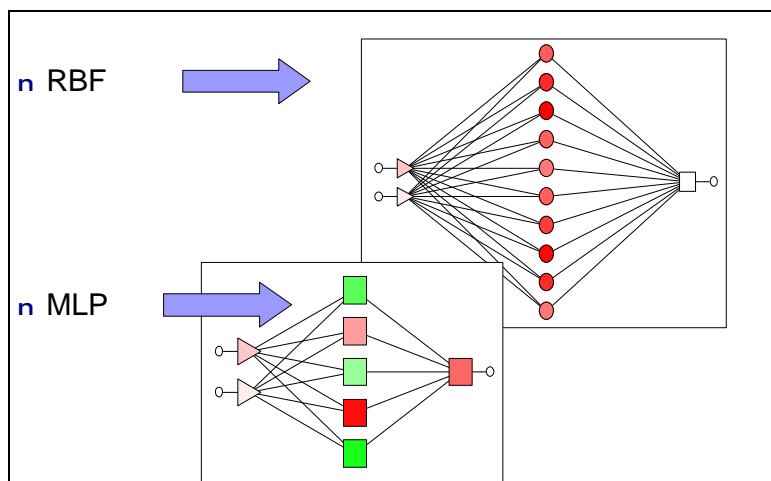
Оптимальная архитектура нейронных сетей определена исходя из результирующей минимальной ошибки прогнозирования. Прогнозирование с помощью причинной нейросетевой модели осуществлено на основании наличия

корреляционной связи ( $R \approx 0,7$ ) между среднемесячными значениями содержания суммы минеральных веществ, скорости течения и расхода речной воды за период с 1988 по 2004г. для рек бассейна р.Уфы. На рис.11 представлены параметры, использованные при обучении нейронной сети.



**Рис.11. Входные и выходные параметры обучения нейронной сети для краткосрочного прогнозирования содержания суммы минеральных веществ**

Прогнозирование содержания минеральных веществ осуществлено посредством использования трехслойной нейронной сети *MLP* (2-6-1) и *RBF* – сети (2-10-1) (рис.12).



Результаты прогнозирования общей минерализации в воде на 2005г. (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа), полученные на основе двух представленных моделей нейронных сетей, а также величина относительной ошибки прогнозирования представлены в табл.8.

При прогнозировании значений показателя БПК<sub>5</sub> с использованием нейронных

**Рис.12. Архитектура нейронных сетей: MLP и RBF**

сетей меньшая относительная ошибка получена при использовании архитектуры *RBF*, при обучении сети использована корреляционная связь между среднемесячными значениями показателя за 12 месяцев предыдущего периода (*Input*) и значениями показателя в январе, феврале и марте текущего года (*Output*). В процессе обучения в качестве входных параметров были выбраны концентрации легкоокисляемых веществ лишь за 9 месяцев, как наиболее влияющие на зависимые (прогнозируемые) переменные (рис.13).

Относительная ошибка прогнозирования содержания легкоокисляемых органических веществ, фиксируемых по показателю БПК<sub>5</sub> в воде р.Уфы – г.Уфа на основе нейронной сети с архитектурой *RBF* представлена в табл.9.

Таблица 8

Относительная ошибка прогнозирования содержания суммы минеральных веществ в зависимости от скорости течения и расхода речной воды на основе нейронных сетей с архитектурой MLP и RBF (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа)

Месяц (2005г.)	Наблюдаемые значения ( $\tilde{X}_t$ ), мг/дм <sup>3</sup>	Прогнозируемые значения ( $X_t$ ), мг/дм <sup>3</sup>	Относительная ошибка ( $\delta$ ), %
<b>RBF – сеть</b>			
январь	472,7	500	5,8
февраль	509	504	1,0
март	436,0	498	14,2
<b>MLP – сеть</b>			
январь	472,7	468	1,0
февраль	509	478	6,1
март	436,0	466	6,9

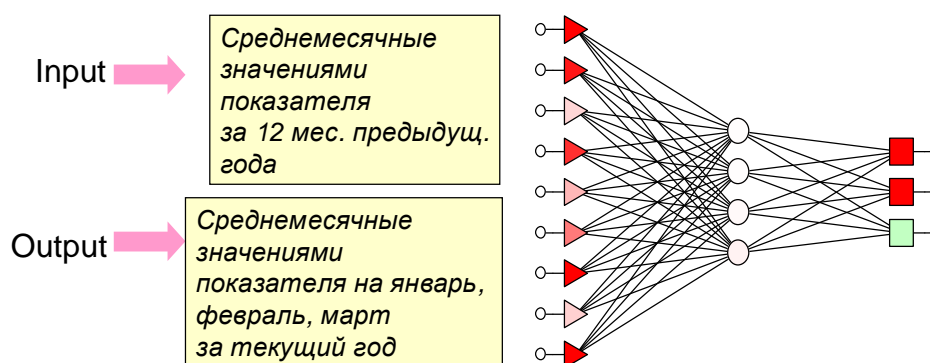


Рис.13. Входные и выходные параметры обучения нейронной сети с архитектурой RBF для краткосрочного прогнозирования содержания легкоокисляемых органических веществ, фиксируемых по показателю БПК<sub>5</sub>

Таблица 9

Относительная ошибка прогнозирования содержания легкоокисляемых органических веществ, фиксируемых по показателю БПК<sub>5</sub> (пункт наблюдения р.Уфа – г.Уфа) на основе нейронной сети с архитектурой RBF

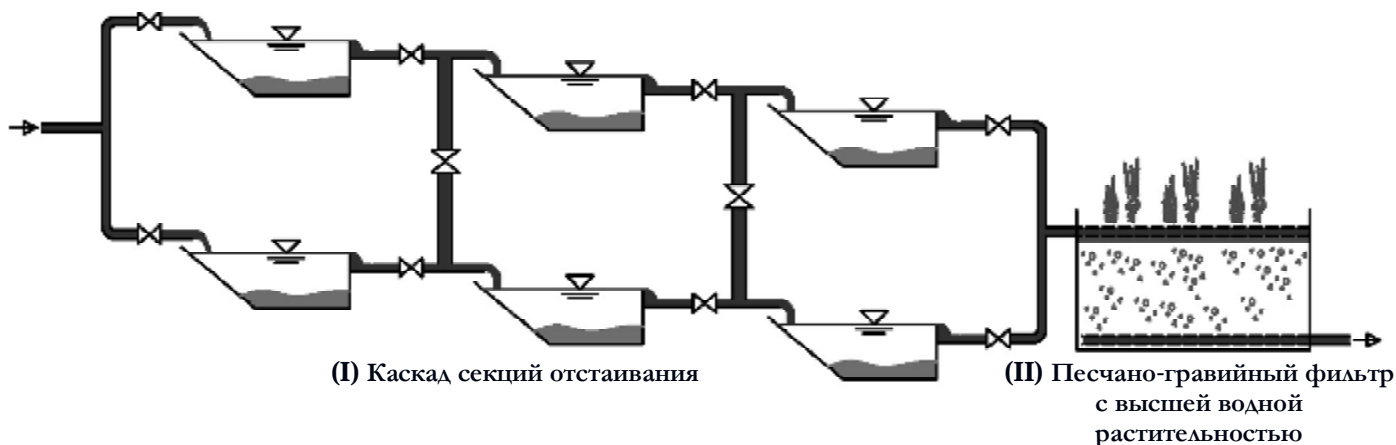
Месяц (2005г.)	Наблюдаемые значения ( $\tilde{X}_t$ )	Прогнозируемые значения ( $X_t$ )	Относительная ошибка ( $\delta$ ), %
январь	1,01	1,03	2,0
февраль	0,76	0,75	1,3
март	1,22	1,22	0,4

## 5 Разработка технических решений по реабилитации малых водотоков в пределах урбанизированных территорий (на примере реки Шугуровка)

Примером водотока, протекающего в пределах урбанизированной территории, качество которого формируется под влиянием поверхностного стока, является река Шугуровка. Содержание марганца в реке превышает норматив для рыбохозяйственного водопользования в 10,9 раз, меди – в 3,27 раза, фенолов –

в 2 раза, азота аммонийного – в 1,36 раза, органических веществ, фиксируемых по показателю ХПК - в 1,88 раза (по данным за 2001-2005гг.). Для снижения загрязненности и обеспечения соответствия качества речной воды нормативам рыбохозяйственного водопользования, а также снижения нагрузки на питьевые водозаборы, расположенные на устьевом участке реки Уфа после впадения в нее реки Шугуровка, разработана принципиальная технологическая схема (рис.14):

(I) – Очистка от взвешенных веществ в первичных отстойниках. Требуемое количество горизонтальных отстойников при среднесуточном расходе воды р.Шугуровки  $51\,840\text{ м}^3/\text{сут.}$ , на основании проведенных расчетов составляет 6 штук с общим объемом  $2\,040\text{ м}^3$ ;



**Рис.14. Принципиальная схема очистки воды реки Шугуровка**

(II) – Очистка от органических, биогенных веществ и тяжелых металлов на песчано-гравийном фильтре с высшей водной растительностью (сусак зонтичный, рдест пронзеннолистный и тростник обыкновенный). Крупность материала загрузки фильтра (щебня) составляет 40-70 мм. Площадь –  $4\,225\text{ м}^2$ .

Химический состав воды реки Шугуровка до и после комплекса очистных сооружений, представлен в табл.10.

Таблица 10

Химический состав воды реки Шугуровка до (по данным за 2001-2005гг.) и после комплекса очистных сооружений

Загрязняющее вещество	ПДК <sub>рх</sub> мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация вещества до сооружений, мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация вещества после сооружений, мг/дм <sup>3</sup>
Азот аммонийный	0,39	0,53	0,026
Взвешенные вещества	30	31,4	15,7
ХПК	15	28,3	12,7
Фенолы	0,001	0,002	0,0005
Медь	0,001	0,003	0,0003
Цинк	0,01	0,004	0,0004
Никель	0,01	0,004	0,0004
Железо общее	0,1	0,12	0,047
Марганец	0,01	0,109	0,01

Реализация комплекса сооружений по очистке загрязненных речных вод, является экономически целесообразной и позволит улучшить экологическое состояние водотока в пределах урбанизированной территории.

## **ВЫВОДЫ**

1. Установлена межгодовая динамика изменения качества воды реки Уфы и ее притоков в условиях антропогенного воздействия (1988 – 2005гг.) на основе хронологических графиков и анализа статистической однородности временных рядов среднегодовых значений концентрации азота аммонийного, растворенного кислорода, меди, марганца, фенолов, нефтепродуктов и показателей общей минерализации и БПК<sub>5</sub>.

2. Определена пригодность речных вод Уфимского бассейна в пределах территории Республики Башкортостан для рыбохозяйственного, культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования на основе сопоставления расчетных значений средних многолетних концентраций гидрохимических компонентов с установленными нормативами. Выявлены приоритетные загрязняющие вещества для исследуемых створов рек: р.Ай, д.Лаклы – азот аммонийный, нефтепродукты, медь; р.Уфа, д.В.Суян – нефтепродукты, медь; р.Юрюзань, д.Чулпан – нефтепродукты, медь; р.Шугуровка, г.Уфа – азот аммонийный, фенолы, медь, марганец; р.Уфа, г.Уфа – фенолы, медь, марганец.

3. Определена вероятность загрязнения рек Уфимского бассейна в различные фазы водного режима. Установлено, что вероятность загрязнения речных вод в пределах урбанизированной территории бассейна (г.Уфа) варьируется в диапазоне 52,0 – 94% (по меди), 27 – 48% (по нефтепродуктам), 22-44% (по фенолам).

4. Определены параметры математических моделей АРПСС для долгосрочного прогнозирования качества воды р.Уфы и притока – р.Шугуровки. Установлено, что наиболее адекватно модель АРПСС описывает наблюдаемые значения показателей гидрохимического состава при наличии сезонных параметров. 12-ти месячная сезонность в изменении содержания минеральных веществ и растворенного кислорода выявлена для пунктов наблюдения: р.Уфа - г.Уфа и р.Шугуровка - г.Уфа.

Показана возможность использования нейронных сетей с архитектурой MLP, RBF для краткосрочного прогнозирования качества воды. Апробированные нейросетевые модели позволяют учитывать взаимосвязь гидрохимических и гидрологических характеристик речных вод.

5. Разработаны технические решения по реабилитации малых водотоков, обеспечивающие соответствие качества воды реки Шугуровка нормативам рыбохозяйственного водопользования. Обоснована экономическая целесообразность очистки воды реки Шугуровка с использованием комплекса очистных сооружений. Эколого-экономический эффект от внедрения схемы снижения загрязненности воды составляет 4 951,65 тыс. руб.

### Основные публикации по теме диссертации:

1. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.**, Сергеев А.Н. Использование методов математической статистики при оценке качества речных вод в условиях антропогенного воздействия //Безопасность жизнедеятельности, 2007. №8. – С.9-19.
2. Пестриков С.В., Исаева О.Ю., **Рогозина Т.А.**, Красногорская Н.Н. и др. Применение искусственных эколого-геохимических барьеров для очистки сточных вод от тяжелых металлов //Безопасность жизнедеятельности, 2007. №9. – С.17-25.
3. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.**, Елизарьев А.Н., Концептуальные основы оценки экологического риска деградации речных экосистем при осуществлении водопользования //Безопасность жизнедеятельности, 2006. №11. – С.23-28.
4. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.** Оценка качества водных объектов в условиях антропогенного воздействия (монография). – Уфа: Издательство УГАТУ, 2006. – 288 с.
5. **Rogozina T.** Bewertung und Prognose der Fließgewässergüte im urbanen Raum // Internationale Konferenz «10. Treffen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten» - Innsbruck: Universität Innsbruck, 2008. – S.119-124.
6. Elizariev A., Krasnogorskaya N., Fashchevskaya T., **Rogozina T.** Risks assessment in river basin //International Conference, 5<sup>th</sup> Dresden Symposium “Hazards – Detection and Management”. – Germany, 2008. – P.20.
7. **Рогозина Т.А.**, Елизарьев А.Н. Эколого-экономическое обоснование снижения загрязненности малого водотока Башкортостана (на примере реки Шугуровка) // Экономическое развитие регионов: Сборник научных трудов. Часть 5. – Уфа: Издательство «Диалог», 2008. – С.173-178.
8. **Рогозина Т.А.** Разработка компьютерной программы для оценки качества поверхностных вод //Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании». – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2007. – С.197-199.
9. Красногорская Н.Н., Фащевский Б.В., **Рогозина Т.А.** Создание информационно-аналитической компьютерной системы для оценки качества водотоков //Материалы VII Международной научной конференции Сахаровские чтения 2007 года: экологические проблемы XXI века. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2007. – С.231.
10. **Рогозина Т.А.** Изучение качества воды реки Уфа для целей обеспечения экологической безопасности //Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность в современном мире: теория и практика». – Чита: Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2007. – С.151-153.

11. **Рогозина Т.А.** Антропогенные изменения гидрохимических показателей качества вод на территории Республики Башкортостан //Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции «Водохозяйственный комплекс России: состояние, проблемы, перспективы». - Пенза: ПГСХА МНИЦ, 2006. – С.140-143.
12. **Рогозина Т.А.** Трансформация загрязнений, поступающих из реки Шугуровки в реку Уфу (Республика Башкортостан) //Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции «Водохозяйственный комплекс России: состояние, проблемы, перспективы». - Пенза: ПГСХА МНИЦ, 2006. – С.143-146.
13. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.** Применение вероятностно-статистических методов для прогнозирования качества и оценки экологического риска загрязнения водных объектов //Региональные экологические проблемы современности: Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – Уфа: Издательство БашГАУ, 2006. – С.196-202.
14. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.** Прогнозирование качества водных объектов в районах крупных промышленных центров Республики Башкортостан //Материалы международной научно-практической конференции в области экологии и безопасности жизнедеятельности «Дальневосточная весна-2006». - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАТУ», 2006. – С.156-159.
15. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.**, Елизарьев А.Н. Дegradация речной экосистемы в районе крупного промышленного центра и экологический риск //Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: Материалы международной конференции. – СПб.: Издательство РГГМУ, 2006. – С.87-88.
16. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.** Оценка экологического риска водопользования в пределах промышленных центров Республики Башкортостан //II Всероссийская конференция «Научные аспекты экологических проблем России». Москва, Российская академия наук, 2006. – С.32-33.
17. Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., **Рогозина Т.А.** Оценка и прогнозирование качества воды реки Белой в районе города Стерлитамака //Материалы конференции "Водоснабжение, водоотведение, охрана водных ресурсов, гидрогеоэкология". – М: Издательство ЗАО «ДАР\ВОДГЕО», 2006. – С.72-73.



РОГОЗИНА Татьяна Анатольевна

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕЧНЫХ ВОД  
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО БАССЕЙНА)

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Подписано в печать 22.07.2008 г. Формат 60x84 1/16  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times.  
Усл. печ. л. 1,5. Усл. кр.-отт. 1,5. Уч.-изд. л. 1,4.  
Тираж 100 экз. Заказ № 310.

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет  
Центр оперативной полиграфии  
450000, Уфа-Центр, ул.К.Маркса,12