

## МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ТЕНДЕНЦИИ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ БЕЛАЯ (БАССЕЙН КАМЫ)

Решетняк О.С.

Гидрохимический институт Росгидромета, г. Ростов-на-Дону, Россия

e-mail: o.reshetnyak@gidrohim.com

**Ключевые слова:** качество воды, антропогенная нагрузка, источники загрязнения, река Белая (бассейн Камы), тенденции изменения качества воды

*В данной работе рассматривается динамика качества воды реки Белой (бассейн Камы). Приведены природно-климатические, гидрологические, гидрохимические особенности реки, а также основные источники загрязнения. За многолетний период представлена изменчивость качества воды, степени ее загрязненности и указаны критические показатели загрязнения воды. Динамика качества воды реки Белая рассмотрена для верхнего, среднего и нижнего течения. Выявлено, что качество воды р. Белая меняется от 3-го класса разряд «б» («очень загрязненная») до 4-го класса разряд «а» («грязная») с тенденцией незначительного ухудшения качества воды на большинстве исследуемых участках водотока. Критическими показателями загрязнения воды в большинстве случаев являются соединения марганца.*

## LONG-TERM VARIABILITY AND TRENDS IN WATER QUALITY OF THE BELAYA RIVER (THE KAMA RIVER BASIN)

Reshetnyak O.S.

Hydro/chemical Institute of Roshydromet, Rostov-na-Donu, Russia

e-mail: o.reshetnyak@gidrohim.com

**Keywords:** water quality, anthropogenic load, pollution sources, Belaya river (Kama river basin), trends in water quality

*The paper examines the dynamics of water quality in the Belaya River (the Kama basin). The natural and climatic, hydrologic, hydro/chemical characteristics of the river as well as the main sources of pollution are described. The variability of water quality, the degree of water pollution and critical indicators of water pollution are indicated over a long-term period. The dynamics of water quality in the Belaya River is considered for the upper, middle and lower reaches. The water quality of the Belaya River White is revealed to vary from class 3, category “b” (“very polluted”) to class 4, category “a” (“dirty”), with a tendency to a slight deterioration in water quality at the most of the watercourse sections studied. Manganese compounds are mostly critical indicators of water pollution.*

## ВВЕДЕНИЕ

Продолжающееся ухудшение состояния окружающей среды, деградация природных экосистем, а также возникновение негативных тенденций в экономическом развитии и медленные ответные действия общества привели к реальной опасности экологического бедствия. Усиление антропогенной нагрузки и ухудшение качества воды может происходить за счет поступления заметных количеств загрязняющих веществ с речным стоком, смыва с водосборной территории, а также за счет глобальных процессов загрязнения окружающей среды [1, 2]. Высокая антропогенная нагрузка – это одна из причин экологического неблагополучия водоемов и водотоков на территории России. К тому же несовершенство системы ее экологического нормирования не позволяет снизить антропогенное воздействие.

Как известно, химический состав воды формируется под влиянием совокупности природных и антропогенных факторов, соотношение которых значительно различается для водосборных бассейнов. В современных условиях влияния человеческой деятельности на водные ресурсы антропогенный фактор становится определяющим. Поэтому наблюдаются значительные многолетние и сезонные колебания химического состава воды. Это, в первую очередь, отражается и на качестве водных ресурсов, трансформация которых усиливается в последние десятилетия под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Антропогенная деятельность на водосборе приводит не только к прямому загрязнению водных объектов, которые являются источниками питьевого водоснабжения, но и косвенно влияет на изменение условий формирования химического состава водного объекта и состояние водных экосистем в целом.

Ухудшение качества воды и истощение водных ресурсов происходит не только за счет прямого поступления в водные объекты широкого спектра химических веществ, но и из-за преобразования поверхностного водосбора, диффузного стока растворенных и взвешенных частиц, изменения путей и скорости миграции химических веществ в ландшафтах. При этом в водные объекты со сточными водами попадают в огромных количествах как вещества естественного происхождения, так и соединения, несвойственные природным водам, что приводит к нарушению гидрохимического режима и загрязнению рек [1]. Крупные реки России являются источником обеспечения населения питьевой водой и используются для промышленного водоснабжения, сельскохозяйственного и рыбохозяйственного водопользования.

Все вышесказанное обуславливает актуальность исследования динамики качества воды реки Белая, испытывающей высокую антропогенную нагрузку и являющейся наиболее загрязненным притоком реки Кама.

Цель работы – провести оценку многолетней динамики качества воды р. Белая и выявить основные тенденции его изменения.

Объекты исследования: различные участки реки Белая (бассейн Камы) в пунктах наблюдений в пределах верхнего (ст. Шушпа, г. Белорецк, ниже г. Мелеуз), среднего (ниже г. Салават, ниже п. Прибельский и ниже г. Стерлитамак) и нижнего течения (ниже гг. Уфа, Благовещенск, Бирск и ниже поселка Дюртюли).

Исследование проведено на основе многолетней (2008-2016 гг.) гидрохимической информации Государственной системы наблюдений (ГСН) Росгидромета, а также данных режимно-справочного издания ФГБУ «Гидрохимический институт» – Ежегодников качества поверхностных вод РФ [3].

Комплексная оценка степени загрязненности и качества воды водных объектов в России проводится с использованием интегрального показателя – удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) [4], который представляет собой комплексный относительный показатель степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. При расчете значений УКИЗВ учитывается не только кратность превышения ПДК (отношение содержания отдельных элементов и соединений к их предельно-допустимым значениям), но и частота повторяемости случаев превышения ПДК (комплексность загрязнения). Таким образом, в основе метода лежит сочетание дифференцированного и комплексного способов оценки качества воды.

Значение УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды в различных створах, пунктах и т.д. Шкала оценки качества воды по значениям УКИЗВ позволяет классифицировать поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности. Большой степени загрязненности воды комплексом загрязняющих веществ соответствует больший номер класса качества [4].

## **Природно-климатические условия в бассейне реки Белая**

Белая (приток Камы) – река на Южном Урале и в Предуралье; левый и самый крупный приток Камы. Протекает по территории Башкортостана, а также по границе с Татарстаном. Самая длинная река в Башкортостане. Длина р. Белой составляет 1430 км. Площадь водосборного бассейна – 142 000 км<sup>2</sup> [5].

Река Белая является основной водной артерией Республики Башкортостан и притоком р. Волги второго порядка. Естественные многолетние и сезонные колебания химического состава водотока определяются комплексом природных факторов на водосборе и формируются в умеренном климатическом поясе с резко континентальным характером климата, что обуславливает значительные внутригодовые колебания температуры воздуха. Уральские горы затрудняют поступление западных воздушных масс, несущих влагу с Атлантического океана, в пределы Сибири, создавая тем самым благоприятные условия для выпадения осадков в Предуралье. Средняя годовая температура воздуха меняется по территории бассейна в значительных пределах: от 2,5-2,8 °С в южном и центральных районах Предуралья до 0,6°С в горных районах. Самый холодный месяц года – январь, самый жаркий – июль [6].

В направлении, противоположном повышению температуры, происходит увеличение годового количества осадков. Наибольшее количество осадков выпадает на высоких хребтах и склонах гор – до 750-800 мм и более, наименьшее на крайнем юге – 400-500 мм. При этом основная часть осадков (60-70 % годовой суммы) выпадает в теплый период года – с апреля по октябрь.

Питание реки, главным образом, снеговое. Средний годовой расход воды у г. Бирска 858 м<sup>3</sup>/с. Река замерзает, как правило, во второй половине ноября, вскрывается – в середине апреля. Около 60 % годового стока проходит во время весеннего половодья (в среднем 75 дней). Средняя дата начала половодья: 10 апреля, окончания: 23 июля. Во время половодья мутность достигает 900 мг/дм<sup>3</sup> (в остальное время около 50 мг/дм<sup>3</sup>) [5].

В бассейне реки Белая преобладают черноземы (2/3 территории водосбора), в меньшей степени распространены горные почвы. По химическому составу почвы характеризуются высоким содержанием и слабой подвижностью гумуса, пониженной биологической активностью, тяжелым механическим составом, карбонатностью почвообразующих пород. Более половины (60%) равнинных земель водосборного бассейна освоены под пашню, естественная растительность замещена сообществами культурных и сорных растений. Также значительную часть водосбора занимают территории связанные с хозяйственной деятельностью человека (промышленные площадки и отвалах пустой породы вокруг горнодобывающих предприятий и др.) [6].

## **Антропогенная нагрузка в бассейне реки Белая**

Благоприятное географическое положение, наличие разнообразных природных ресурсов (залежи цветных металлов, железной руды, нефти, угля, торфа, лесные массивы и гидроресурсы) обуславливают перспективы промышленного развития в бассейне реки Белая. Поверхностные воды бассейна расположены на территории Республики Башкортостан, частично в Челябинской и Свердловской областях и Пермском крае. Размещение на территории бассейна водоемких отраслей промышленности, таких как энергетика, нефтехимия, нефтепереработка и др., предопределило высокую степень использования водных ресурсов и высокую антропогенную нагрузку.

Качество поверхностных вод в бассейне р. Белая формируется под влиянием природных факторов, поступления сточных вод промышленных объектов, поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий, смыва с территорий предприятий, населенных пунктов и пр. Большое влияние на поверхностные водные объекты оказывают топливно-энергетический комплекс, жилищно-коммунальное хозяйство, химический,

металлургический и машиностроительный комплексы. На территории бассейна расположены города Стерлитамак, Салават, Уфа, Нязепетровск, Михайловск, Красноуфимск, Златоуст, Благовещенск, Бирск, Белорецк и др. [7].

Основным приемником сточных вод предприятий республики Башкортостан является р. Белая. Основную нагрузку на водоток в настоящее время оказывают предприятия химической и нефтехимической промышленности (90,9 % составила доля этих отраслей промышленности в сбросе загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в 2016 г.) и жилищно-коммунального хозяйства (5,1 % соответственно) [7].

Со стоками этих водоемких производств в речную сеть сбрасываются нефтепродукты, взвешенные вещества, соединения азота, ПАВ, хлориды, сульфаты, фосфор, соединения железа, меди, никеля, хрома и цинка, фенолы и др. [6].

Основную долю в массе загрязняющих веществ составляют: хлориды – 68,0 %, кальций – 19,0 % и сульфаты – 6,3 %. Сброс загрязняющих веществ в речную сеть осуществляется крупными промышленными предприятиями и центрами, наибольший вклад приходится на промышленную зону и инфраструктуру г. Стерлитамак. Наиболее крупными по массе сброса загрязняющих веществ в р. Белую источниками являются: ОАО «Сода» (73,6 % от массы сброса по республике), ЗАО «Каустик» (10,4 %), МУН «Уфаводоканал» (4,6 %), ОАО «Уфахимпром» (2,8 %), ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» (около 1,0 %) [7].

В пределах водосборов рек урбанизированных территорий дополнительная нагрузка на водные объекты происходит за счет выпадений из атмосферы загрязняющих веществ, аккумулированных над территорией населенных пунктов, поверхностного смыва выпавших на водосборную площадь жидких и талых снеговых осадков, а также за счет вторичного загрязнения водных объектов в результате подпитки из подземных горизонтов загрязненными грунтовыми водами или перехода в водную толщу загрязнений, сорбированных донными отложениями, загрязнение от водного транспорта [6].

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ДЛИНЕ РЕКИ БЕЛАЯ**

### **Качество воды в верхнем течении реки Белая**

На основе анализа многолетних данных (2008-2016 гг.) государственной наблюдательной сети Росгидромета проведена оценка изменчивости качества воды по длине реки Белая. Используются класс качества воды (ККВ) и степень загрязненности.

В пункте наблюдений р. Белая ст. Шушпа качество воды меняется от 3-го класса разряд «б» («очень загрязненная») до 4-го класса разряд «а», что соответствует степени загрязненности (СЗ) воды – «грязная» (табл. 1). Значения УКИЗВ меняются в пределах от 3,18 до 4,72. Критическими показателями загрязнения (КПЗ) воды в данном пункте наблюдений являются соединения марганца и реже никеля.

В пункте наблюдений у г. Белорецк качество воды стабильно высокое и соответствует 4-му классу разряда «а» («грязная») (табл. 1). Значения УКИЗВ меняются в пределах от 4,20 до 5,30. В разряд КПЗ воды на данном участке реки также входят соединения марганца и никеля.

Далее ниже по течению качество воды реки белая несколько улучшается и в ниже г. Мелеуз характеризуется 3 классом разряд «б» («очень загрязненная») (табл. 1). При этом значения УКИЗВ меняются в пределах от 2,91 до 4,58. КПЗ воды на данном участке реки является марганец.

### **Качество воды в среднем течении реки Белая**

В пункте наблюдений на р. Белая ниже г. Салават качество воды меняется от 3-го класса разряд «б» («очень загрязненная») до 4-го класса разряд «а», что соответствует

степени загрязненности (СЗ) воды – «грязная» (таблица 2). Значения УКИЗВ меняются в пределах от 3,35 до 4,93. КПЗ воды на данном участке реки является марганец.

В пункте наблюдений ниже поселка Прибельский качество воды чаще всего характеризуется 4 классом разряд «а», что соответствует степени загрязненности воды – «грязная» (табл. 2). Значения УКИЗВ меняются в пределах от 3,38 до 5,62. Периодически в разряд КПЗ воды на данном участке реки входит марганец.

На участке реки Белая ниже г. Стерлитамак качество воды стабильно высокое и соответствует 4-му классу разряда «а» («грязная») (таблица 2). При этом значения УКИЗВ варьируют от 4,43 до 5,79. КПЗ воды являются соединения марганца.

**Табл. 1.** Характеристики качества воды верхнего течения реки Белая (бас. Камы)

Год	ст. Шушпа		г. Белорецк		г. Мелеуз, ниже города	
	ККВ	СЗ воды	ККВ	СЗ воды	ККВ	СЗ воды
2008	3Б	очень загрязненная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная
2009	4А	грязная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная
2010	3Б	очень загрязненная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная
2011	3Б	очень загрязненная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная
2012	4А	грязная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная
2013	4А	грязная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная
2014	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2015	4А	грязная	4Б	грязная	3Б	очень загрязненная
2016	4А	грязная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная
КПЗ	марганец (ежегодно), никель (2016)		марганец (ежегодно), никель (2015)		марганец (периодически)	

**Табл. 2.** Характеристики качества воды среднего течения реки Белая (бас. Камы)

Год	г. Салават, ниже города		п. Прибельский, ниже поселка		г. Стерлитамак, ниже города	
	ККВ	СЗ воды	ККВ	СЗ воды	ККВ	СЗ воды
2008	3Б	очень загрязненная	4А	грязная	4А	грязная
2009	3Б	очень загрязненная	4А	грязная	4А	грязная
2010	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2011	3Б	очень загрязненная	4А	грязная	4А	грязная
2012	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2013	3Б	очень загрязненная	4А	грязная	4А	грязная

2014	4А	грязная	3Б	очень загрязненная	4Б	грязная
2015	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2016	3Б	очень загрязненная	4Б	грязная	4А	грязная
КПЗ	марганец (периодически)				марганец (ежегодно)	

### Качество воды в нижнем течении реки Белая

В пунктах наблюдений на р. Белая ниже г. Уфа, ниже г. Благовещенск и ниже поселка Дюртюли качество воды синхронно меняется от 3-го класса разряд «б» («очень загрязненная») (в 2009 и 2011 гг.) до 4-го класса разряд «а», что соответствует степени загрязненности (СЗ) воды – «грязная» (табл. 3). Значения УКИЗВ меняются в пределах от 3,34 до 4,84 ниже города Уфа, от 3,45 до 4,82 – ниже города Благовещенск и от 3,29 до 4,93 – на участке ниже п. Дюртюли.

На участке реки Белая ниже г. Бирск качество воды также варьирует между 3-им классом разряд «б» («очень загрязненная») и 4-ым классом разряд «а» («грязная») (таблица 3). При этом значения УКИЗВ варьируют от 3,39 до 4,93. Критическим показателем загрязненности воды в нижнем течении реки Белая являются соединения марганца.

**Табл. 3.** Характеристики качества воды в нижнем течении реки Белая (бас. Камы)

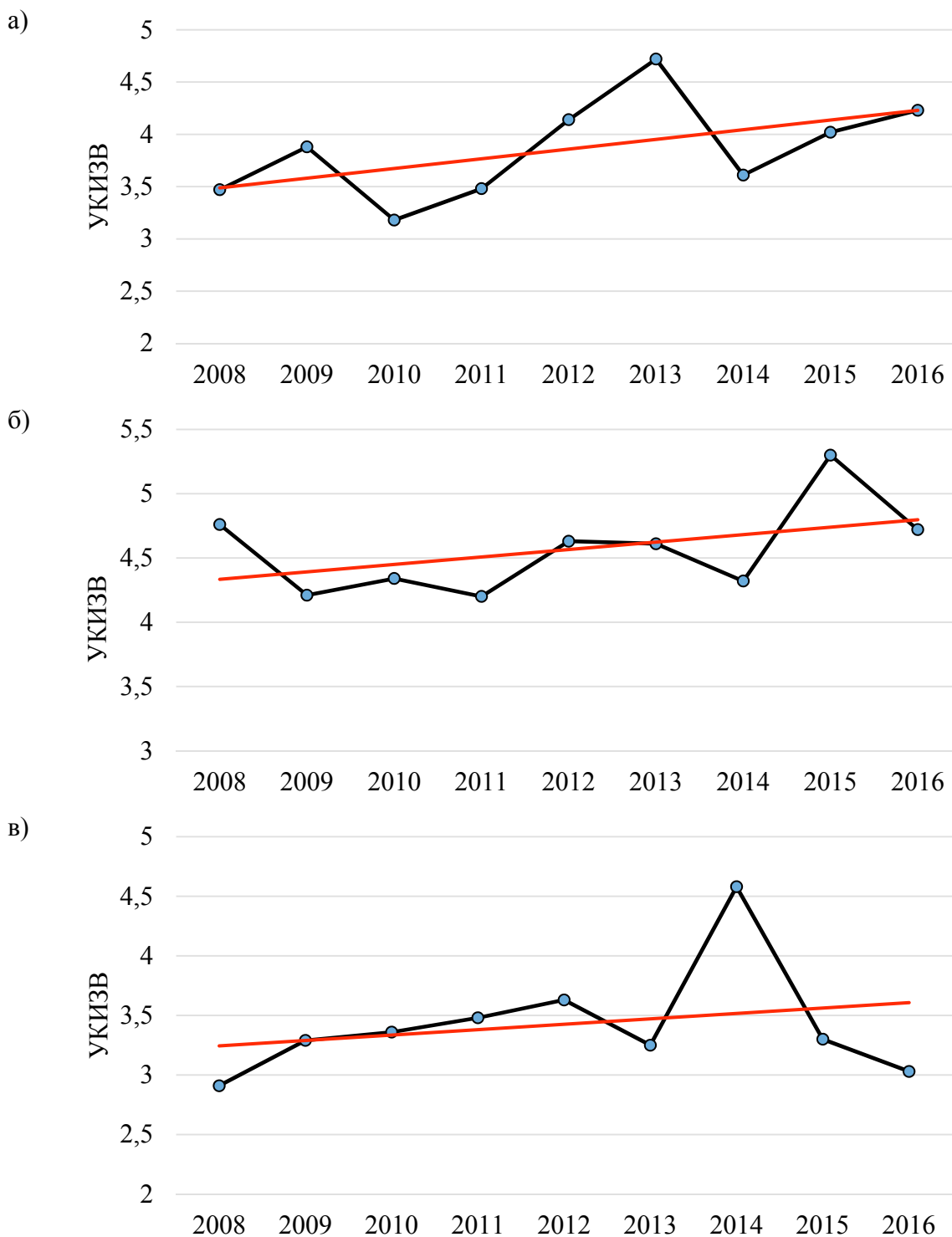
Год	г. Уфа, ниже города		г. Благовещенск, ниже города		г. Бирск, ниже города		п. Дюртюли, ниже поселка	
	ККВ	СЗ воды	ККВ	СЗ воды	ККВ	СЗ воды	ККВ	СЗ воды
2008	4А	грязная	4А	грязная	3Б	очень загрязненная	4А	грязная
2009	3Б	очень загрязненная	3Б	очень загрязненная	3Б	очень загрязненная	3Б	очень загрязненная
2010	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2011	3Б	очень загрязненная	3Б	очень загрязненная	3Б	очень загрязненная	3Б	очень загрязненная
2012	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2013	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2014	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2015	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
2016	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная	4А	грязная
КПЗ	марганец (2013-2016)		марганец (почти ежегодно)		марганец (2014-2016)		марганец (почти ежегодно)	

### ТЕНДЕНЦИИ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ БЕЛАЯ

При рассмотрении изменчивости качества воды с использованием класса качества не всегда удается выявить четкие тенденции или вообще наличие тренда его изменения, особенно при вариациях разрядов внутри одного класса качества или двух соседних категорий качества воды. Поэтому, для выявления трендов, рассмотрена изменчивость качества воды на различных участках реки Белая по абсолютным значениям УКИЗВ за период 2008-2016 гг. Это позволило выявить тенденции изменения качества воды, особенно в тех случаях, когда класс качества воды не менялся из года в год. Графики изменения

значений УКИЗВ представлены на рисунках 1-3 для исследуемых участков по длине реки Белая.

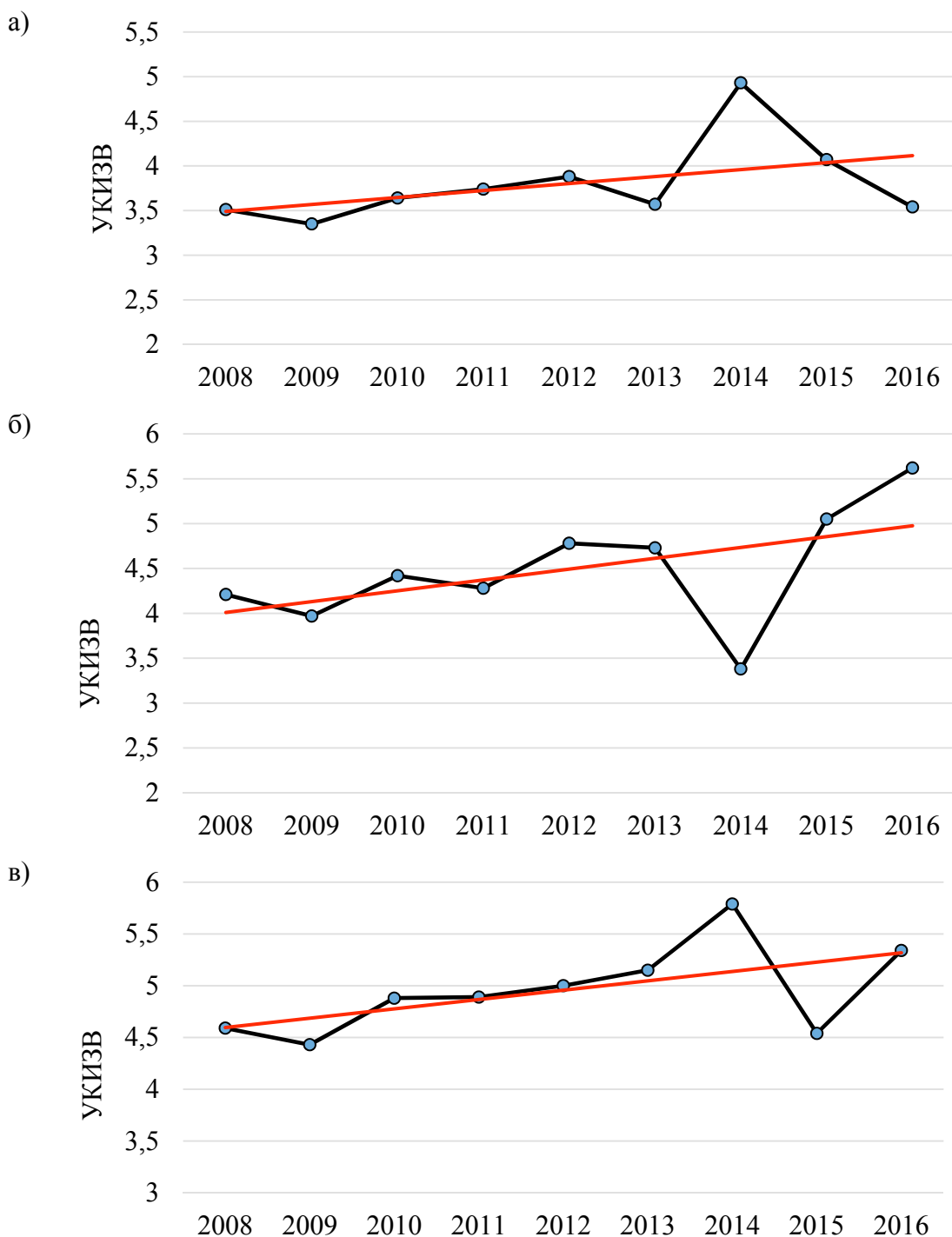
Тенденции качества воды в верхнем течении реки приведены на рисунке 1. Как видно из графиков, во всех пунктах наблюдений по длине р. Белая, кроме пункта г. Мелеуз ниже города, наблюдается тенденция роста значений показателя (то есть повышение степени загрязненности воды) за многолетний период. На участке ниже г. Мелеуз можно наблюдать снижение значений УКИЗВ после 2014 г., что свидетельствует о незначительном улучшении качества воды в последние годы.



**Рис. 1.** Временная динамика значений УКИЗВ в верхнем течении реки Белая в пунктах наблюдений:  
а – ст. Шушпа, б – г. Белорецк, в – ниже г. Мелеуз.

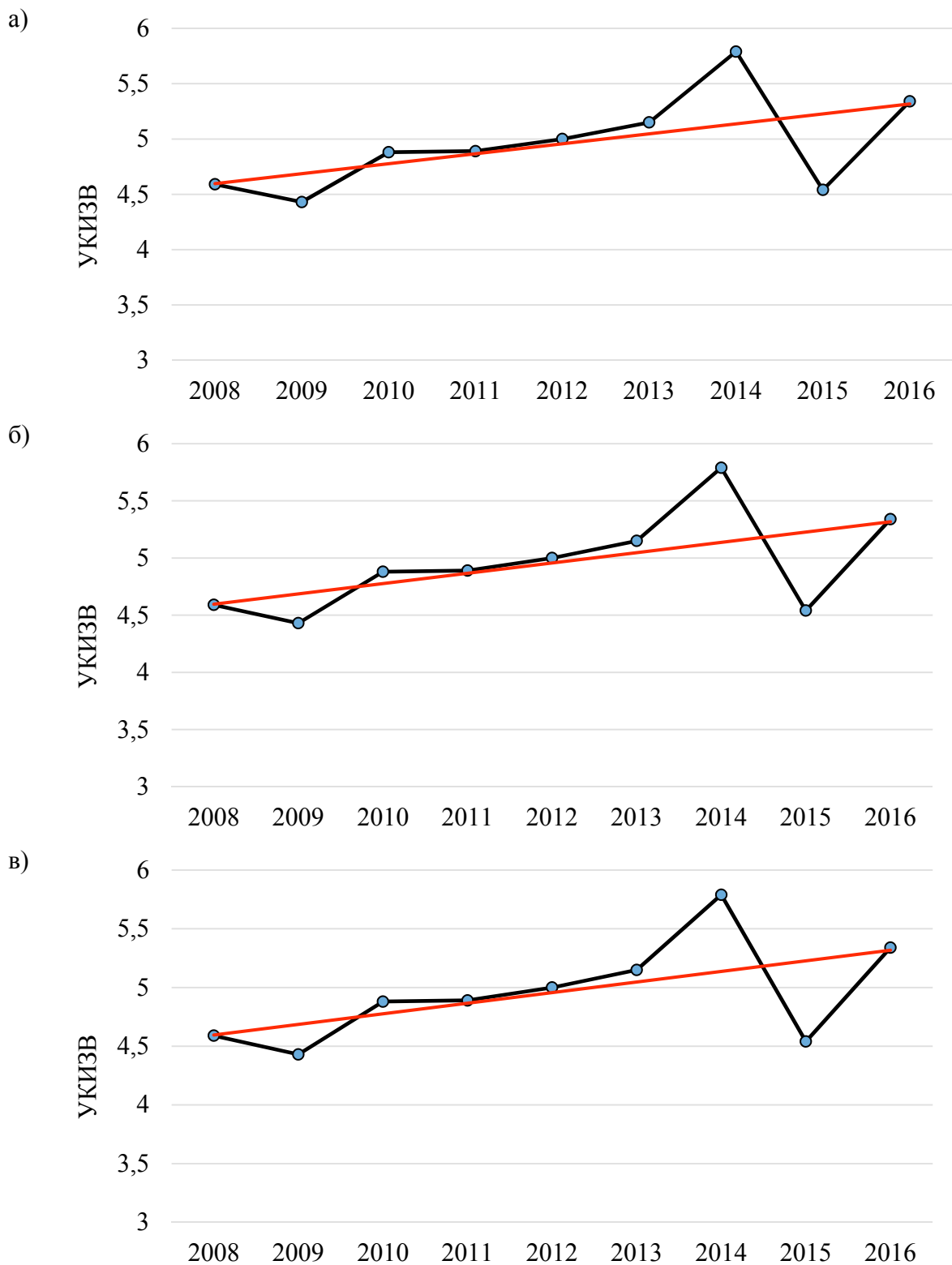
Для среднего течения реки Белая динамика качества воды представлена на рис. 2. Как видно из графиков, во всех пунктах наблюдений отмечается рост значений УКИЗВ, что говорит об ухудшении качества воды. В последние годы колебания значений показателя были более значительными. Стоит отметить, что в 2014 г. наблюдалось снижение значения УКИЗВ на участке реки ниже п. Прибельский, хотя в других пунктах наблюдений наблюдалось увеличение показателя.

Тенденции качества воды в нижнем течении реки Белая приведены на рис. 3 и 4. Кривые изменения УКИЗВ во времени синхронны для всех участков наблюдений в нижнем течении, кроме пункта в районе пос. Дюртюли. Как видно из представленных графиков, формируется тенденция к увеличению степени загрязнения воды за многолетний период.

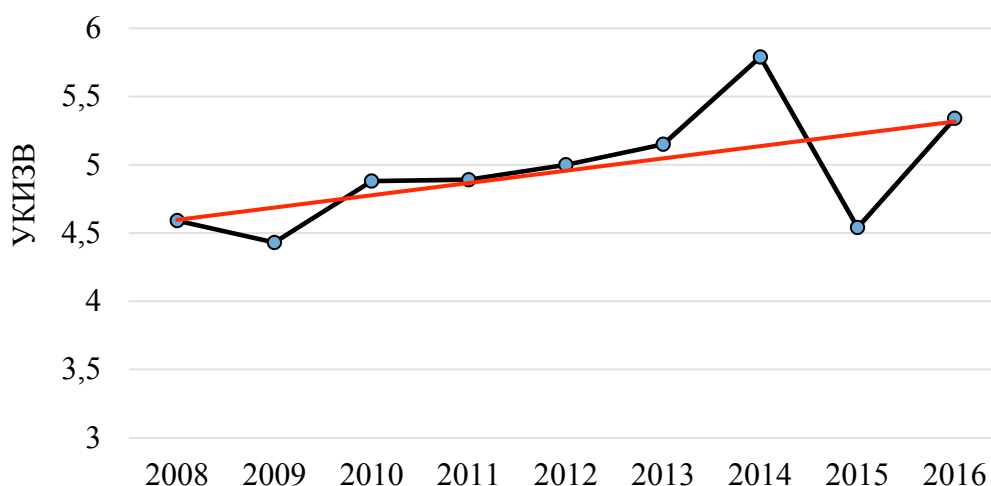


**Рис. 2.** Временная динамика значений УКИЗВ в среднем течении реки Белая в пунктах наблюдений:  
а – ниже г. Салават, б – ниже п. Прибельский, в – ниже г. Стерлитамак





**Рис. 3.** Временная динамика значений УКИЗВ в нижнем течении реки Белая в пунктах наблюдений:  
 а – ниже г. Уфа, б – ниже г. Благовещенск, в – ниже г. Бирск.



**Рис. 4.** Временная динамика значений УКИЗВ в нижнем течении реки Белая в районе пос. Дюртюли.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химический состав и качество речных вод в бассейне р. Белой формируются в условиях умеренного климата. Почвы отличаются высоким содержанием гумуса, что обуславливает высокое содержание органических веществ в поверхностных водах; слабой подвижностью питательных элементов, тяжелым гранулометрическим составом, высокой карбонатностью и низкой биологической активностью. Наличие многочисленных рудных месторождений на Урале создает условия для повышенного содержания в природных водах различных элементов.

На изменчивость качества воды р. Белая оказывает влияние сброс сточных вод предприятий химической и нефтехимической промышленности, пищевых производств и жилищно-коммунального хозяйства. Наиболее крупными источниками загрязнения по массе сброса загрязняющих веществ в р. Белую являются: ОАО «Сода», ЗАО «Каустик», МУН «Уфаводоканал», ОАО «Уфахимпром», ОАО «Салаватнефтеоргсинтез».

Такая антропогенная нагрузка приводит к формированию стабильно высокого уровня загрязненности воды (3-й и 4-й класс качества) и повышенному содержанию соединений марганца, железа, меди, нефтепродуктов, никеля и фенолов.

Почти во всех пунктах наблюдения по длине реки Белая за период исследований с 2008 по 2016 г. качество воды чаще всего характеризовалось 4-м классом разряда «а» («грязная»). Обобщение многолетних данных по изменчивости значений УКИЗВ позволило выделить общую тенденцию незначительного ухудшения качества воды в большинстве пунктов наблюдений по длине реки Белая. Также можно отметить, что в створах наблюдений ниже городов и поселков значение УКИЗВ, как правило, несколько выше, что указывает на более худшее качество воды и косвенно подтверждает влияние населенных пунктов. Особенно четко это проявляется в районе гг. Салават, Стерлитамак и Уфа.

Полученные результаты по оценке изменчивости качества воды р. Белая (бассейна Камы) имеют большую практическую значимость и могут быть использованы при разработке водоохранных мероприятий в регионе, решении вопросов сохранения и улучшения экологического состояния и качества воды реки Белая и ее притоков, а также для решения других практических задач в области управления качеством речных вод и развития водохозяйственного комплекса в бассейне реки. Выявленная тенденция к незначительному ухудшению качества воды на различных участках р. Белая говорит о необходимости проведения более детального контроля за сбросами сточных вод в речную сеть и разработки предложений по улучшению качества воды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Решетняк О.С.* Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций: Монография. Ростов-на-Дону: «НОК», 2012. 308 с.
2. *Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С., Кондакова М.Ю., Решетняк О.С.* Роль речного притока растворенных химических веществ в антропогенной трансформации состояния водной среды устьевой области р. Волга // Вода: химия и экология. № 7 2010. С. 6-12.
3. Ежегодники «Качество поверхностных вод РФ» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gidrohim.com/node/44/> (дата обращения 01.02.2021)).
4. РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям / введ. 2002-12-03. СПб.: Гидрометеоздат, 2003. 49 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.Н. Средний Урал и Приуралье. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 848 с.
6. *Фазеевская Т.Б.* Оценка антропогенного воздействия на качество водных объектов (на примере р. Белой): дис. на соискание ученой степени кандидата географических наук: 25.00.36: защищена 2006. Уфа, 2006. 216 с.
7. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2016 году». Уфа, 2017. 315 с.