

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Институт глобального климата и экологии Росгидромета и
Российской академии наук»**

Аналитический отчет:
**Состояние загрязнения природных сред
в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике за
период наблюдений с 1983 по 2011 годы**

1. Организация наблюдений

1.1. Организация станции комплексного фонового мониторинга

В Кавказском государственном природном биосферном заповеднике (Кавказский БЗ) комплексный мониторинг загрязнения окружающей среды проводится на станции комплексного фонового мониторинга (КФМ) с 1982 года и по настоящее время.

Станция КФМ «Кавказский БЗ» была создана на базе действующей с 1922 года метеорологической станции Росгидромета (пос. Красная Поляна) согласно приказу Госкомгидромета СССР от 23.08.1978 № 181 «Об организации в УГМС станций фонового мониторинга состояния окружающей природной среды». Наблюдательный полигон станции КФМ находится на территории Кавказского биосферного заповедника, на кордоне «Лаура», в 3-5 км от основных олимпийских объектов, размещенных в пос. Красная Поляна.

Первые данные о концентрациях приоритетных загрязняющих веществ в воздухе Кавказского БЗ получены в сентябре 1982 года и опубликованы в «Обзоре фонового состояния окружающей природной среды с СССР за 1982 г.» (Москва, Московское отделение Гидрометеоздата, 1983 г.).

Станция КФМ в штатном режиме начала работать с 1984 года и функционирует по настоящее время в качестве структурного подразделения Сочинского ЦГМС ЧАМ. Комплексное обследование состояния загрязнения природных сред с проведено в 1984-86 годах, данные приведены в Обзорах фонового состояния окружающей природной среды в СССР за 1984, 84 и 86 годы. (Москва, Московское отделение Гидрометеоздата, 1986 и 1987 годы соответственно). На станции выполняются отборы проб на содержание загрязняющих веществ в различных природных средах для проведения анализов на месте (пыль, диоксид серы) или направления в Лабораторию комплексно фонового мониторинга Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (тяжелые металлы, полиароматические углеводороды (БП и БПЛ), хлорорганические пестициды (ГХЦГ и ДДТ).

За многолетний период наблюдений по типовой программе КФМ накоплен большой массив данных (банк данных создан и хранится в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН») о концентрациях приоритетных загрязняющих веществ в различных природных средах: в атмосферном воздухе, атмосферных осадках, снежном покрове, поверхностных водах, в почвах и растительности.

Результаты всех наблюдений опубликованы в ежегодных «Бюллетенях» и «Обзорах» фонового состояния загрязнения окружающей среды и в других

публикациях. Последние обобщенные данные по состоянию фонового загрязнения природной среды на СКФМ в Кавказском биосферном заповеднике приведены в статье «Комплексный фоновый мониторинг загрязнения окружающей природной среды в России» Г.М.Черногаева, В.А.Гинзбург, С.Г.Парамонов, Б.В.Пастухов, О.Б.Лысак (публикована в журнале «Метеорология и гидрология», № 5 2009 г., стр. 56-65).

Данные регулярных наблюдений на сети КФМ показывают, что уровень загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота, диоксидом серы, тяжёлыми металлами, приоритетными соединениями ПАУ и ХОП в обследованных районах всегда был самым низким по сравнению с другими фоновыми районами России.

1.2. Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха

Первоначально, отбор проб атмосферного воздуха осуществлялся на метеостанции в пос. Красная Поляна. С 1984 года отбор проб атмосферного воздуха осуществляется на полигоне станции КФМ, расположенном в Кавказском БЗ, кордон Лаура (долина р. Ачипсе, 560 м. н.у.).

1.3. Организация мониторинга загрязнения поверхностных вод

Для проведения регулярных наблюдений пробы отбирались на р. Ачипсе, в месте гидропоста, близ кордона Лаура. В 2011 г. в связи со строительными работами, отбор проб проводится выше слияния рек Лаура и Ачипсе, отдельно из каждой реки.

1.4. Организация мониторинга загрязнения почв и растительности

Отбор проб почв и растительности осуществлялся на 3-х основных точках отбора:

Площадка 1. У кордона Лаура;

Площадка 2. «Османова поляна» (выс. 2000 м н.у.м.), субальпийские луга, заросли рододендрона;

Площадка 3. Перевал Аишхо (2200 н.у.м.) альпийские луга.

После 1990 года отбор проб растительности и почв проводился только на площадке № 1.

В 2009-2010 гг ИГКЭ проведен отбор проб почв и растительности в р-не научного стационара на р. Рудовая.

2. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха и выпадений

2.1. Газообразные ЗВ

На станции КФМ в течение длительного периода выполняется компонент программы мониторинга атмосферного воздуха по диоксиду серы. Результаты представлены на рис. 1.

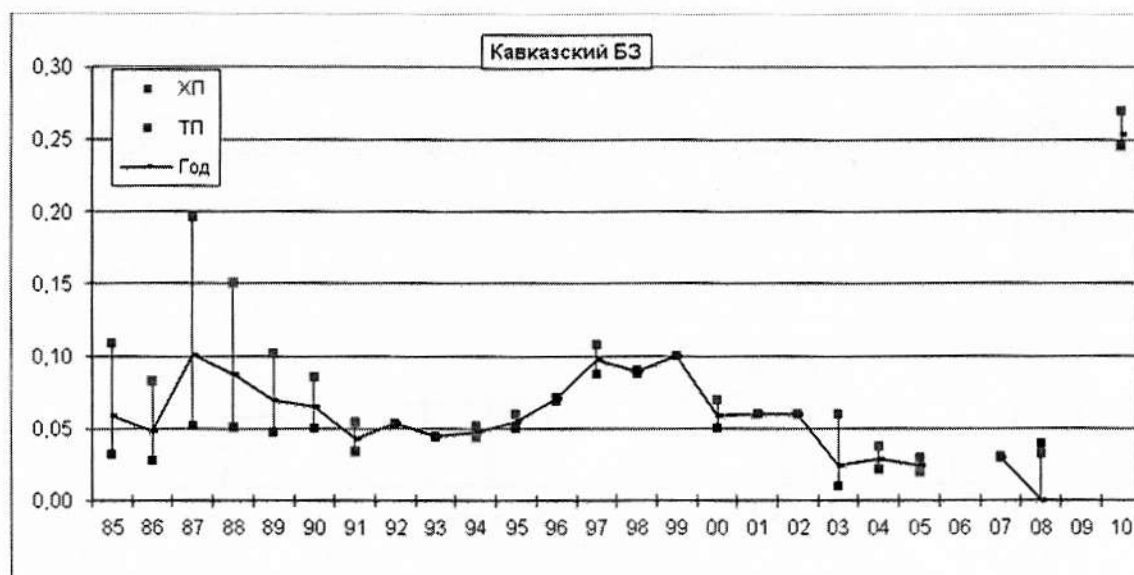


Рис.1 Изменение фонового содержания диоксида серы (мкг/м^3) в атмосфере

Согласно результатам наблюдений за многолетний период наблюдений, в Кавказском БЗ минимальный уровень фонового содержания в атмосфере соединений серы, ПАУ и ряда других загрязняющих веществ антропогенного происхождения регистрировался в период с 2000 по 2007 г., до начала интенсивных строительных работ. После начала строительных работ по подготовке к проведению Зимней Олимпиады 2014 содержание загрязняющих веществ в воздухе увеличилось.

Среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на станции КФМ «Кавказский БЗ» отличались до 2009 г сравнительно низкими для фоновых районов Европейской территории России значениями – около $0,1 \text{ мкг/м}^3$. Различия холодного и теплого периода незначительны.

В 2005, 2006 измерения прерывались в связи с недостатками взаимодействия заповедника и станции КФМ. С 2008 года измерения были прерваны в связи с сокращением штатной численности станции КФМ. В 2010 году удалось возобновить измерения, данные показали увеличение почти в 3 раза средних концентрация диоксида серы в воздухе, предположительно в связи с высокими объемами строительства по программе подготовки к Зимним Олимпийским играм 2014 г. в Сочи.

Таким образом, в настоящий момент уровень загрязнения атмосферы диоксидом серы приближается к среднему уровню для фоновых районов Европейской России в теплый сезон (например, станция КФМ «Воронежский БЗ»).



Рис. 2. Среднесезонные концентрации диоксида серы (мкг/м³) в атмосферном воздухе, с 2011 по май 2012 гг.

2.2. Содержание в атмосферном воздухе, поверхностных водах тяжелых металлов (ТМ), ПАУ и ХОП

Как правило, загрязняющие вещества (ЗВ) содержатся в атмосферном воздухе на взвешенных в воздухе твердых пылевых частицах. В 2009-2011 гг. среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 5-7 нг/м³, а в Кавказском БЗ в 2-3 раза ниже (2,2 нг/м³). Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий, по сравнению с предыдущими 2000-ми годами, не произошло. Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставались на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,2-0,3 нг/м³, в то время как в воздухе Кавказского БЗ средние значения концентраций значительно ниже и составляют 0,06 нг/м³. Только на юге ЕТР (Астраханский БЗ) среднегодовые концентрации кадмия в атмосфере достигали 1,6 нг/м³.

Анализ изменения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за последние 30 лет показывает, что фоновое содержание антропогенных примесей в воздухе Кавказского БЗ по свинцу, кадмию и хлорорганическим пестицидам значительно снизилось, как и в целом для Европейской территории России (ЕТР), при этом сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имеют ярко выраженного характера. Содержание бенз(а)пирена и бенз(е)перилена выше в холодный период за счёт увеличения выбросов в отопительный сезон. В атмосфере фоновых районов центра ЕТР, как и в Кавказском БЗ в среднем концентрации этих ПАУ не превышают 0,1 нг/м³. Сравнительная характеристика концентрации взвешенных частиц и приоритетных загрязняющих веществ в воздухе, осадках представлена в таблице 1.

Концентрации хлорорганических пестицидов (ХОП) также значительно снизались за указанный период, причем для ГХЦГ отмечено более резкое падение уровня загрязнения, чем для ДДТ в связи с полным прекращением его

производства и использования и меньшим периодом жизни в природе относительно ДДТ.

Таблица 1

Сравнительная характеристика средних многолетних концентраций приоритетных загрязняющих веществ в воздухе, осадках и поверхностных водах Кавказского БЗ в период 1983-85 г. (начало наблюдений) и 2009-2011 гг.

Природная среда	Компонент, ЗВ	Ед.измерения	1984-1985 гг.		2010-2011 гг	
			ср.геом.	диапазон	ср. геом.	диапазон
Атмосферный воздух	Твердые пылевые частицы	мкг/м ³	29,2	0,2-464	30,4	6-121
	SO ₂	мкг/м ³	0,05	0,005-3,6	0,21	0,07-0,38
	свинец	нг/м ³	8,2	1,0-43,0	2,2	0,2-9,5
	кадмий	нг/м ³	0,33	0,16-2,0	0,06	0,01-0,85
	ДДТ	нг/м ³	0,74	0,06-13,3		
Атмосферный осадки	ртуть	нг/л	0,17	0,03-4,6	0,34	0,13-1,1
	свинец	нг/л	2,6	0,2-19	1,1	0,27-4,4
	кадмий	нг/л	0,24	0,04-4,6	1,6	0,5-7,5
	БП	нг/л	4,0	0,4-40	1,1	0,4-5,0
	БПЛ	нг/л	3,2	0,05-35	2,8	0,9-23
	ГХЦГ	нг/л	25	0,3-180	2,6	0,8-8,4
	ДДТ	нг/л	80	2-483	28	1,0-420
Поверхностные воды	ртуть	нг/л	0,18	0,03-1,4	0,2	0,07-0,9
	Свинец	нг/л	1,06	0,2-16,0	1,4	0,5-4,7
	Кадмий	нг/л	0,11	0,04-0,65	0,10	0,1-0,49
	БП	нг/л	3,4	0,6-8,9	1,1	0,3-2,6
	БПЛ	нг/л	-	-	2,5	1,1-7,0
	ГХЦГ	нг/л	20	7-90	2,5	1-19
	ДДТ	нг/л	60	20-120	50	20-144

Сравнительные данные о загрязнении поверхностных вод в биосферных заповедниках представлены в таблице 1 приложения. Как видно из таблицы, по большинству приоритетных загрязняющих веществ воды р. Лаура и Ачипсе в Кавказский БЗ отличаются сравнительно более низкими уровнями загрязнения.

2.3. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках

Как и содержание диоксида серы в воздухе, по данным станции КФМ (включена в Глобальную Службу Атмосферы) в Кавказском БЗ выявляется тенденция роста минерализации выпадающих здесь осадков с 2008 года (см. рис. 3 и 4). Наиболее вероятной причиной роста минерализации осадков в районе г.Сочи, является интенсификацией строительства в регионе, в том числе в связи с

подготовкой к Олимпийским играм 2014.

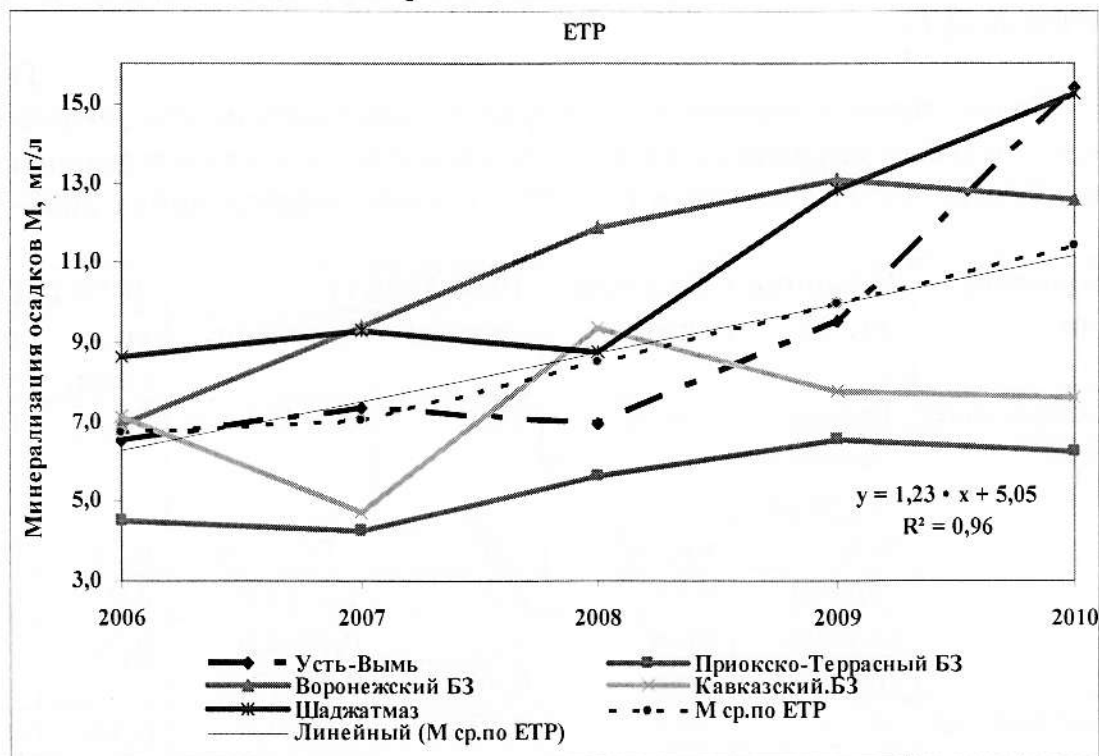


Рис.3. Ход изменения со временем минерализации осадков по отдельным станциям фоновоего мониторинга и средней суммы ионов (М ср.) на ЕТР за период 2006-2010 гг.

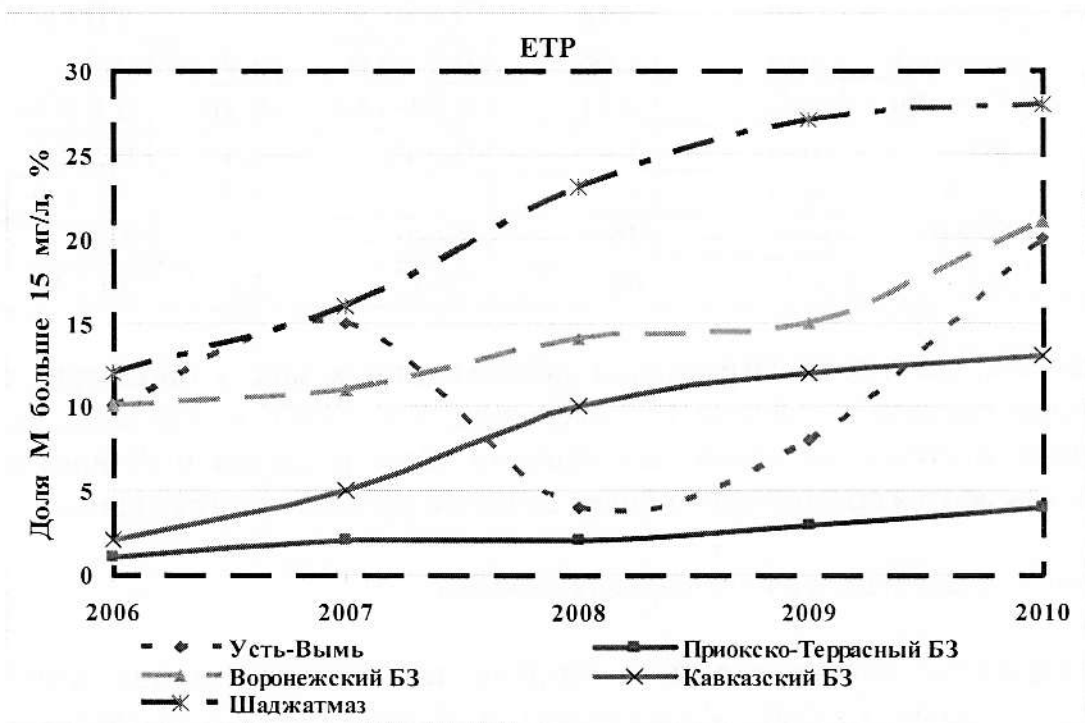
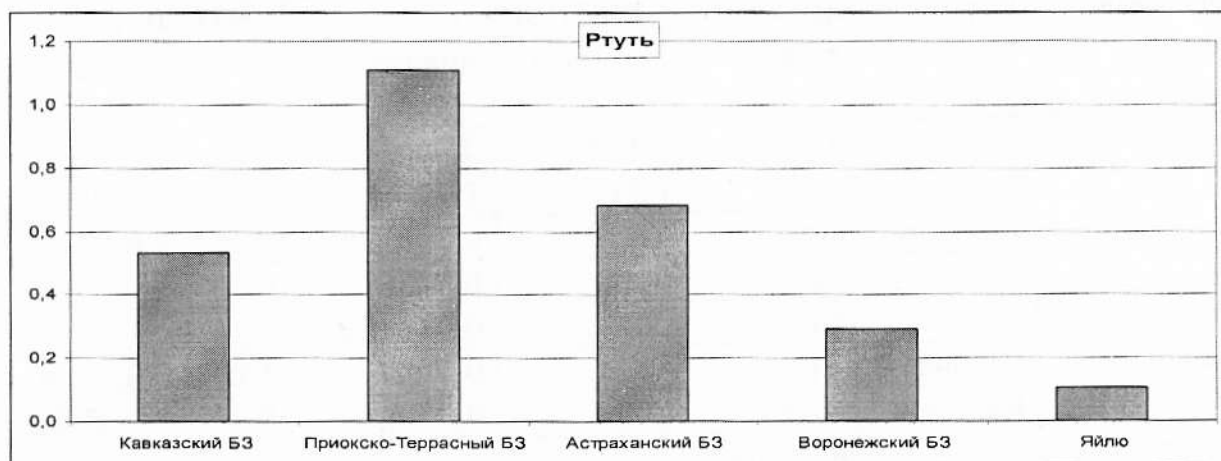
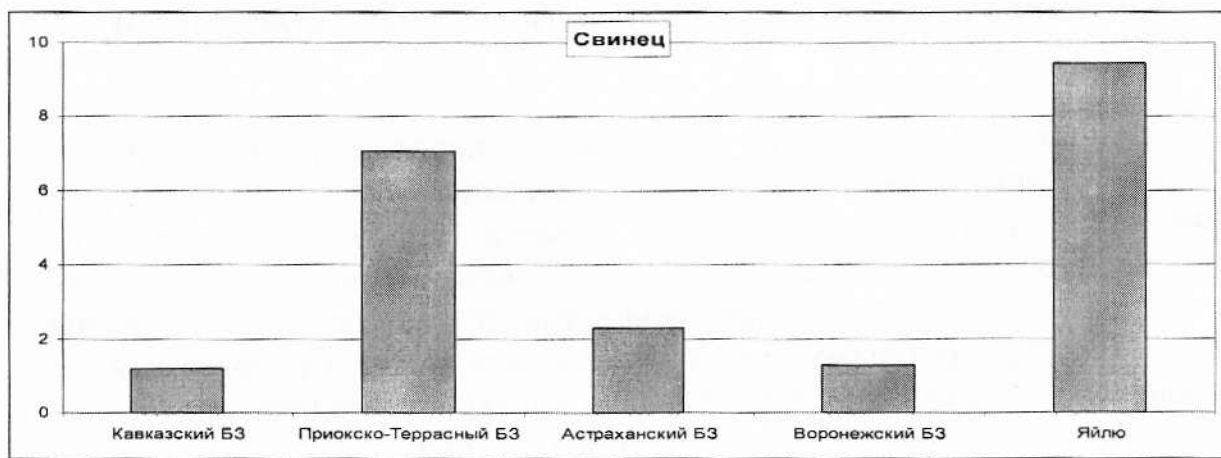


Рис.4. Ход изменения на ЕТР доли осадков (v%) с минерализацией М > 15 мг/л за период 2006-2010 гг.

Анализ данных, представленных на рис. 4 показывает, что в Кавказском БЗ с 2008 года увеличилось количество осадков с высокой минерализацией (более 15 мг/л), характерной для урбанизированных территорий, в то время как в других регионах, например Приокско-Террасном БЗ явных изменений не прослеживается. За период с 2006 по 2010 гг в Кавказском БЗ общая минерализация осадков увеличилась в 3 раза.

В 2009-2011 г. среднегодовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках Кавказского БЗ составляли 0,34 мкг/л (средняя геометрическая), интервал значений от 0,13 до 1,1 мкг/л, характерен для фоновых районов ЕТР (см рис. 6). Концентрации свинца в атмосферных осадках Кавказского БЗ наблюдались в интервале значений от 0,6 до 4,2 мкг/л. Концентрации свинца, ртути и кадмия в 2010 году были ниже, чем в 2011.



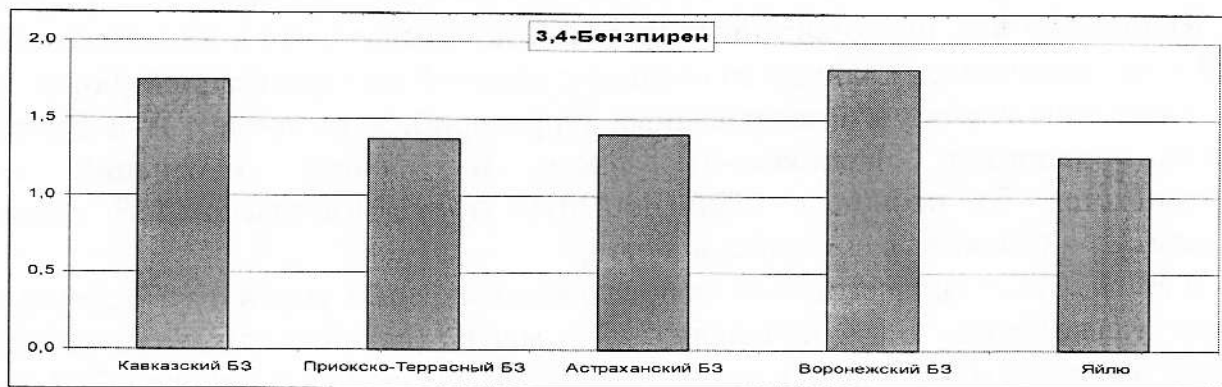


Рис. 5. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2010 г. (Pb, Cd, Hg - мкг/л, Бенз(a)пирен – нг/л).

2.4. Содержание в почвах и растительности тяжелых металлов (ТМ), ПАУ и ХОП

В таблицах 2 и 3 приложения представлены данные загрязнения природных сред по данным сети КФМ в биосферных заповедниках России. Высокий разброс значений концентраций ЗВ в природных объектах определяется прежде всего, типом природного сообщества и природным режимом, его формирующим. В связи с этим, прямое сравнение концентраций не позволяет однозначно определить географические различия в уровнях загрязнения в фоновых районах.

Сравнение величин концентраций ЗВ в почвах и растениях, полученные на площадках в Кавказском БЗ свидетельствуют о снижении свинца и кадмия в почвах. В то же время, в растительности произошло снижение только концентраций свинца, а концентрации кадмия практически не изменились.

В целом, следует признать, что выявление тенденций и причин изменения содержания загрязняющих веществ в почвах и растительности при столь низких концентрациях и разнообразии природных условий чрезвычайно затруднительно.

Таблица 2

Сравнительная характеристика концентраций приоритетных загрязняющих веществ в почвах и растительности Кавказского БЗ за период 1983-85 г. (начало наблюдений) и 2009-2011 гг.

Природная среда	Компонент, ЗВ	Ед. измерения	1983-1985 гг.		2009-2011 гг.	
			ср. геом.	диапазон	ср. геом.	диапазон
почвы	ртуть	нг/г	0,06	0,06	-	-
	Свинец	нг/г	20	11-94	16	9-25
	Кадмии	нг/г	0,19	0,10-0,66	0,12	0,03-0,32
	БП	нг/г	0,7	0,3-2,0	-	-
Растительность, травы	ртуть	нг/г	0,02	0,01-0,20	-	-
	Свинец	нг/г	3,9	0,3-9,7	1,0	0,2-1,6
	Кадмии	нг/г	0,24	0,07-0,60	0,26	0,02-0,28

«-» нет данных за указанный период.

Основные выводы

Накопленный за почти 30-ти летний период большой массив данных мониторинга фоновое загрязнение природных сред на станции КФМ «Кавказский биосферный заповедник» позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Полученные данные о содержании ряда приоритетных загрязняющих веществ в воздухе и иных природных объектах на станции КФМ «Кавказский БЗ» свидетельствуют о более низком, относительно других фоновых районов Европейской территории России, уровне фонового загрязнения.
2. За указанный период наблюдений отмечается многократное (в 2-4 раза) снижение уровня загрязнения природных сред (воздуха, атмосферных осадков, растительности) свинцом, бенз(а)пиреном и ДДТ.
3. Отмечается более чем 10 кратное снижение уровня загрязнения ГХЦГ во всех природных средах заповедника, что связано с прекращением производства и использования пестицида, а также относительно коротким периодом его распада в окружающей среде.
4. Для значений концентраций ртути и кадмия в природных средах достоверных изменений уровня загрязнения природных сред не отмечено.
5. В период подготовки к проведению Олимпийских игр и в связи с интенсивным развитием региона уровень загрязнения воздуха диоксидом серы значительно повысился и превысил уровень 80-х годов в 4 раза.

Приложение: на 3 л

Заместитель заведующего
отделом фонового мониторинга,
к.б.н.



Ю.А.Буйволов



Список сокращений:

КФМ – комплексный фоновый мониторинг, осуществляется Росгидрометом в биосферных заповедниках;

БЗ – биосферный заповедник;

«нд» - нет данных;

нпо – ниже предела обнаружения;

ПАУ – канцерогенные полиароматические углеводороды;

ЗВ - загрязняющие окружающую среду вещества, имеющие приоритетное значение для глобального мониторинга (диоксид серы и азота, тяжелые металлы, ПАУ,ХОП);

ХОП – хлорорганические пестициды;

Б(а)П – бенз(а)пирен;

БПЛ – бенз(е)перилен;

ДДТ – пестицид ДДТ (сумма изомеров и метаболитов);

ГХЦГ – пестицид, коммерческое название гексахлоран или линдан, сумма изомеров.

Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л		Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		г-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г
Кавказский БЗ	1982-2010	0,2-16,0	2,0	0,03-1,0	0,19	0,03-1,4	0,29	0,05-8,9	0,5			нпо-27	11
Приокско-Террасный БЗ	1987-2010	0,04-39,4	1,1	0,03-3,5	0,15	0,03-8,7	0,16	0,05-12,9	1,1			нпо-33,2	1,3
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*	0,05-16,3	1,0*			нпо-2,8	1,9*
Астраханский БЗ	1988-2010	0,2-128,0	1,8	0,04-90,8	6,0	0,03-74	0,5	нпо-11,7	1,3			нпо-63,5	2,5
Воронежский БЗ	1990-2010	0,5-50	1,2	0,01-4,6	0,10	0,003-1,0	0,78	0,05-5,6	0,8			нпо-8,8	нпо
Яйло	2002-2010	0,3-3,6	2,3	0,03-0,7	0,13	0,01-0,08	0,08	0,2-3,6	0,82			нпо-10,9	0,67
Смоленское поозерье	2009-2010	0,3-6,0	0,78	0,03-0,67	0,21	0,01-3,5	0,07	0,4-0,8	0,66		нпо-112	нпо-2,6	0,5
Центрально-лесной БЗ	1988-2010	0,2-66,6	0,8*	0,03-5,7	0,5*	0,03-0,5	0,2*	0,05-22,0	1,3*			нпо-15	нпо

нпо — ниже предела обнаружения

* - последнее измерение

Фоновое загрязнение почв по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Ртуть, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		г-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г
Кавказский БЗ	1982-2010	0,5-181,0	25*	0,03-1,7	0,16*	0,006-0,2	0,1*	0,05-48,7	1,3*			0,2-5,6	2,1*
Приокско-Террасный БЗ	1984-2010	0,6-28,3	2,9*	0,01-1,9	0,07*	0,007-0,34	0,1*	0,3-32,5	0,53			нпо-3,9	1,1
Баргузинский БЗ	1982-2004	0,5-29,5	3,5*	0,01-1,6	0,1*	0,05-0,5	0,1*	0,6-5,1	1,8*				
Астраханский БЗ	1988-2010	1,5-14,0	3,7*	0,04-10,6	0,1*	0,004-0,08	0,06*	2,8-10,1	3,6*			нпо-5,4	1,3*

Воронежский БЗ	1999-2010	1,3-29	29*	0,03-0,5	0,5*		0,2-18,1	18,1*	нпо-58	58*	нпо-8,7	2,9*
Алтайский БЗ	1999-2010	1,8-17	17*	0,04-0,46	0,46*	0,04-0,2	0,1-3,7	3,7*	нпо-84	84*	нпо-1,7	0,9*
Смоленское поозерье НП	2009-2010	3,7-10	8	0,12-0,24	0,18			0,43*		10*		0,7*
Центрально-лесной БЗ	1988-2010	0,2-23	10,5*	0,04-15	0,63*	0,007-036	2,9-54	22,1*				

нпо – ниже предела обнаружения

* - так как отбор проб почвы и растительности производится 1 раз в 3-5 лет, в графе приведено последнее измерение

Таблица 3

Фоновое загрязнение растительности по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Ртуть, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		г-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г	Диапазон	2010г
Кавказский БЗ	1982-2010	0,2-54,5	1,6*	0,02-0,9	0,9*	0,006-0,2	0,1*	2,2-7,3	2,6*	нпо-60	53,8*	нпо-15,3	15,3*
Приокско-Террасный БЗ	1984-2010	0,04-11,7	11,7*	0,06-1,5	1,4*	0,002-0,2	0,1*	1,7-15,7	нпо	нпо-87	нпо	нпо-12,3	нпо
Баргузинский БЗ	1982-2003	0,002-42,6	1,3*	0,01-3,3	0,1*	0,002-0,2	0,1*	2,7-8,2	3,6*				
Астраханский БЗ	1988-2010	0,02-17,7	2,3*	0,01-6,7	0,5*	0,03-0,1	0,05*	2,2-9,5	4,1*	нпо-89	78,4*	нпо-2,9	0,9*
Воронежский БЗ	1999-2010	0,1-6,8	4,6*	0,1-0,7	0,2*				0,4*	нпо-105	84,1*	нпо-6,4	4,9*
Яйло	2001-2010	0,5-11,0	11*	0,05-0,7	0,7*				нпо*	нпо-86	27*	нпо-3,0	0,7*
Смоленское поозерье	2009-2010	0,7-7,3	1,8	0,18-0,8	0,35			0,3-0,6	0,6*		18,1*		9,4*
Центрально-лесной БЗ	1988-2010	0,004-14	2,6*	0,05-1,07	0,39*	0,008-0,46	0,1*	1,7-10,2	5,6*				2,8*

нпо – ниже предела обнаружения

* - последнее измерение