

**ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ, РАДИАЦИОННОЙ
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

УДК 502.53:556.1

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПРИЕМЛЕМОГО СОСТОЯНИЯ
СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ АТОМНОЙ
СТАНЦИИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ «ПРОДУВКИ»
ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ РОСТОВСКОЙ АЭС**

© 2016 О.И. Горская

*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция», Волгодонск,
Ростовская обл., Россия*

Статья посвящена результатам проведения продувки водоема-охладителя Ростовской атомной станции за шесть лет. Проанализированы характерные особенности Цимлянского водохранилища и водоема-охладителя по химическому составу, термическому режиму и видовому разнообразию. На основе проведенного исследования автором выявлено и наглядно обосновано отсутствие негативного воздействия вод водоема-охладителя на химический состав, термический режим и структурно-функциональные характеристики водных сообществ Цимлянского водохранилища в результате шести этапов продувки.

Ключевые слова: Ростовская АЭС, продувка, сифонный водосброс, Цимлянское водохранилище, водоем-охладитель.

Поступила в редакцию 20.05.2016 г.

Организация дополнительной продувки (водообмена) водоема-охладителя (далее по тексту – ВО) предусмотрена для уменьшения солесодержания в воде ВО и для сокращения времени снижения уровня воды в ВО до НПУ=36,000 м.абс. после его подъема в результате приема паводкового стока воды Цимлянского лога.

С помощью продувки, обеспечивающей снижение солесодержания в воде ВО, одновременно решается вопрос сокращения продолжительности подтопления прилегающей территории в послепаводковый период, когда уровень воды в ВО поднимается выше нормального подпорного уровня (НПУ) =36,000 м.абс. в результате приема паводка из Цимлянского лога. Актуальность этого обострилась из-за фактического изменения проекта режима вводов энергоблоков [1].

Предусмотренное ранее разработанным проектом строительство четырех энергоблоков с небольшим интервалом ввода позволяло обеспечить быстрое послепаводковое снижение уровня воды ВО за счет испарения воды, связанного с охлаждением оборудования энергоблоков и за счет фильтрации воды через тело плотины в Цимлянское водохранилище (далее по тексту – ЦВ).

При ограничении мощности АЭС двумя блоками, объема фильтрации для приемлемо быстрого снижения уровня воды в ВО стало недостаточно, и этот недостаток компенсируется устройством дополнительной продувки.

С учетом сложившейся ситуации, когда построена и эксплуатируется плотина ВО, единственным оптимальным вариантом организации дополнительной продувки, является сооружение сифонного водосброса, изображенного на рис. 1.

С учетом сложившейся ситуации, когда построена и эксплуатируется плотина ВО, единственным оптимальным вариантом организации дополнительной продувки, является сооружение сифонного водосброса.

Сифонный водосброс предусмотрен на участке паводкового поверхностного водосброса на отметке гребня перелива 37,00 м.абс. Такое расположение исключило необходимость реконструкции плотины, а в период строительства водосброса не были нарушены нормальные условия эксплуатации системы охлаждения АЭС [2].



Рис. 1. – Сифонный водосброс водоёма-охладителя Ростовской АЭС

Пропускная способность сифонного водосброса принята исходя из того, чтобы объемы сброса через него в послепаводковый период создавали дополнительный водообмен в ВО, обеспечивающий снижение солености в воде ВО при работе двух энергоблоков ниже 1000 мг/дм^3 и пропуска паводка 5% обеспеченности объемом 19 млн. м^3 в течение 20 суток. Такие условия выполняются при устройстве сифонного водосброса из 10 труб условным диаметром 1000 мм. Работа сифонного водосброса обеспечивается разницей уровней в водоеме-охладителе АЭС и в Цимлянском водохранилище. При работе водосброса происходит излив поступающей из ВО воды через борта камеры-гасителя, изображенной на рис. 2.



Рис. 2. – Камера-гаситель

Объем камеры-гасителя принят емкостью 90 м^3 . Для исключения засорения трубопроводов сифонного водосброса на входном и выходном оголовках предусмотрена установка сеток. В качестве рыбозащитного мероприятия на период эксплуатации сифонного водосброса перед приемными оголовками предусмотрена установка вертикального экрана из сетки с размером ячеей $6 \times 6 \text{ мм}$. Предусмотрена антикоррозийная защита трубопроводов и опорных конструкций перхлорвиниловым

лаком в пять слоев по сополимерному винилхлоридному грунту в два слоя [2].

Всего в 2010–2015 гг. было выполнено 6 этапов продувки ВО.

Для выполнения данного мероприятия:

– Донским БВУ утвержден проект нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ и микроорганизмов (НДС), поступающих в поверхностный водный объект с продувочными водами водоема-охладителя по выпуску № 2 от 10.12.2009 на срок до 09.12.2012;

– Донским БВУ утвержден проект нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ и микроорганизмов (НДС), поступающих в поверхностный водный объект с продувочными водами водоема-охладителя по выпуску №2 рег. № Р-191(1) от 24.12.2012 на срок до 23.12.2017 [5];

– Донским БВУ выдано Решение о предоставлении водного объекта в пользование № 61-05.01.03.009-Х-РСВХ-Т-2010-00295/00 от 22.01.2010 на срок до 08.12.2012 (сброс продувочных вод в Цимлянское водохранилище выпуск № 2);

– Донским БВУ выдано Решение о предоставлении водного объекта в пользование № 61-05.01.03.009-Х-РСВХ-Т-2013-00663/00 от 15.01.2013 на срок до 22.12.2017 (сброс продувочных вод в Цимлянское водохранилище выпуск № 2);

– Нижне-Донским управлением Ростехнадзора выдано Разрешение на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду (водные объекты) № 78П от 20.05.2010 на срок до 09.12.2012;

– Нижне-Донским управлением Ростехнадзора выдано Разрешение на сброс загрязняющих веществ в окружающую среду (водные объекты) №С15/02 от 15.02.2013 на срок до 23.12.2017.

В соответствии с графиком сброса продувочных вод в Цимлянское водохранилище сброс разрешен ежегодно в течение 61 дня с 31 марта по 31 мая расходом 5760 м³/час [4].

В период проведения продувки водоема-охладителя планом водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водного объекта на 2010-2015 гг. предусмотрено проведение биологического и ихтиологического мониторинга в Цимлянском водохранилище и водоеме-охладителе станции, оценка эффективности РЗУ с привлечением специализированных организаций. В указанный период работы выполнялись следующими организациями: Волгоградским отделением ФГНУ ГосНИОРХ, ООО НПО «Гидротехпроект», ЗАО «СПЭК».

Объемы сброса продувочных вод в 2010–2015 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Объемы сброса продувочных вод

Год	Дата	Объем, тыс.м3	Итого, тыс.м3
2010	19.04.2010 – 30.04.2010	1586,9	5872,3
	01.05.2010 – 31.05.2010	4285,4	
2011	31.03.2011 – 31.04.2011	4078,8	8277,8
	01.05.2011 – 31.05.2011	4199,0	
2012	02.04.2012 – 30.04.2012	3943,87	7180,99
	01.05.2012 – 24.05.2012	3237,12	
2013	01.04.2013 – 30.04.2013	4083,84	8317,44
	01.05.2013 – 31.05.2013	4233,60	
2014	01.04.2014 – 30.04.2014	4089,60	8150,40
	01.05.2014 – 30.05.2014	4060,80	
2015	01.04.2015 – 27.04.2015	3283,20	7237,44
	06.05.2015 – 31.05.2015	3954,24	

В соответствии с утвержденной Программой наблюдения за водными объектами эколого-аналитический центр (ЭАЦ) отдела охраны окружающей среды и объединенная лаборатория радиационного контроля осуществляет производственный контроль в месте выпуска продувочных вод, а также 500 м выше и 500 м ниже выпуска (рис. 3, 4) с периодичностью 1 раз в неделю по 25 показателям во время проведения продувки ВО [3].



Рис. 3. – Производственный контроль ЭАЦ

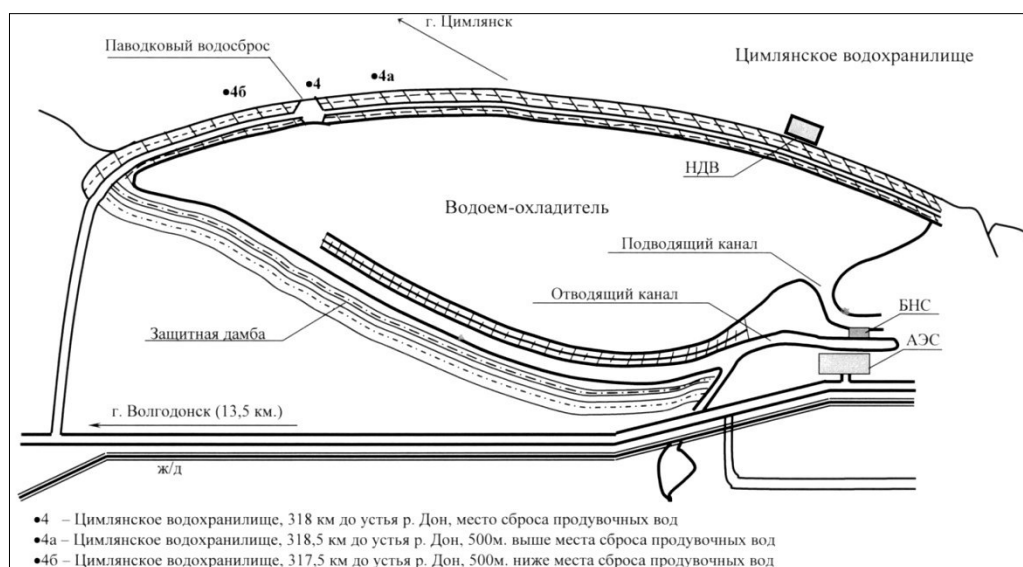


Рис. 4. – Схема точек отбора проб из Цимлянского водохранилища и водоема-охладителя

Гидротермический режим водоема-охладителя определяется главным образом поступлением тепла в результате сброса подогретой и забора охлажденной циркуляционной воды АЭС.

В 2010–2015 гг. температура сбрасываемой из водоема-охладителя воды

существенно превышала температуру в Цимлянском водохранилище. Это превышение в 2010–2015 гг. находилось в среднем в пределах от 6°C до 12°C.

Однако, несмотря на столь существенное превышение температуры сбросных вод, влияние их на температуру воды в Цимлянском водохранилище было очень ограниченным. Уже на расстоянии 250 м от водовыпуска какого-то заметного повышения температуры воды не выявлено. Наиболее сильное влияние на температуру воды ЦВ и ВО оказывает температура воздуха. Несмотря на то, что большую часть времени температура воды в ВО выше, чем в ЦВ, говорить об однозначном влиянии тепловых сбросов АЭС на повышение температуры ЦВ нельзя (рис. 5).

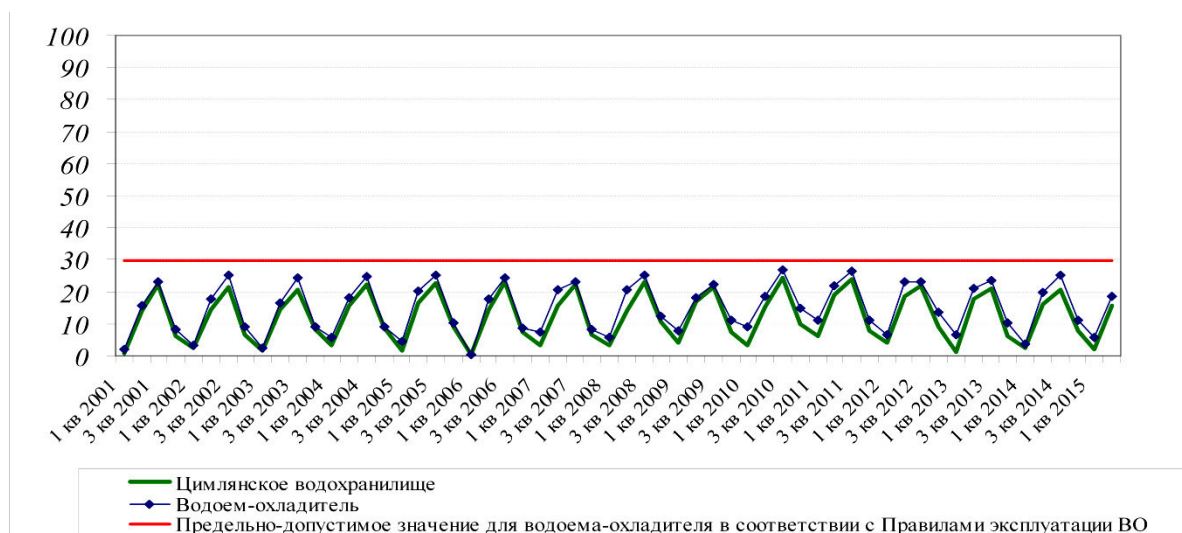


Рис. 5. – Изменение температуры в ВО и ЦВ в 2001–2015 гг.

В то же время в химическом составе воды водоема-охладителя и сопряженной части Цимлянского водохранилища наблюдаются существенные различия, в частности по содержанию сухого остатка, хлоридов и сульфатов. Это объясняется тем, что после строительства дамбы в водоеме-охладителе достаточно быстро сформировался самостоятельный режим водного обмена, в котором, по сравнению с ЦВ, существенно возросла роль подземных водоисточников. Как видно из диаграммы в результате продувки водоема-охладителя содержание сухого остатка в ВО практически застabilизировалось на уровне ПДК_{рыб.} начиная с 2010 года, а также не повлияло на его содержание в Цимлянском водохранилище (рис. 6). В результате проведения шести этапов продувки водоема-охладителя минерализация воды в водоеме-охладителе, определяемая по величине сухого остатка, застabilизирована на уровне 1000 мг/дм³ [2]. По этому показателю она превышает величину минерализации Цимлянского водохранилища в 2,2–2,6 раза и попадает в категорию солоноватых.

Отмечается повышенное содержание хлоридов в водоеме-охладителе. На диаграмме видно, что их концентрации не достигают величины ПДК, но более чем в 3 раза превышают фоновые значения (рис. 7). По общепринятой системе классификации, вода водоема-охладителя должна быть отнесена к сульфатному классу. Смена доминирующего аниона позволяет говорить о том, что происходит подпитка водоема-охладителя за счет подъема грунтовых вод.

Одним из составляющих сухого остатка являются сульфат-ионы. Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и являются одними из важнейших анионов. Главным источником сульфатов в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения серосодержащих минералов, в

основном гипса, а также окисления сульфидов и серы. Значительные количества сульфатов поступают в водоемы в процессе отмирания организмов, окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком [1].

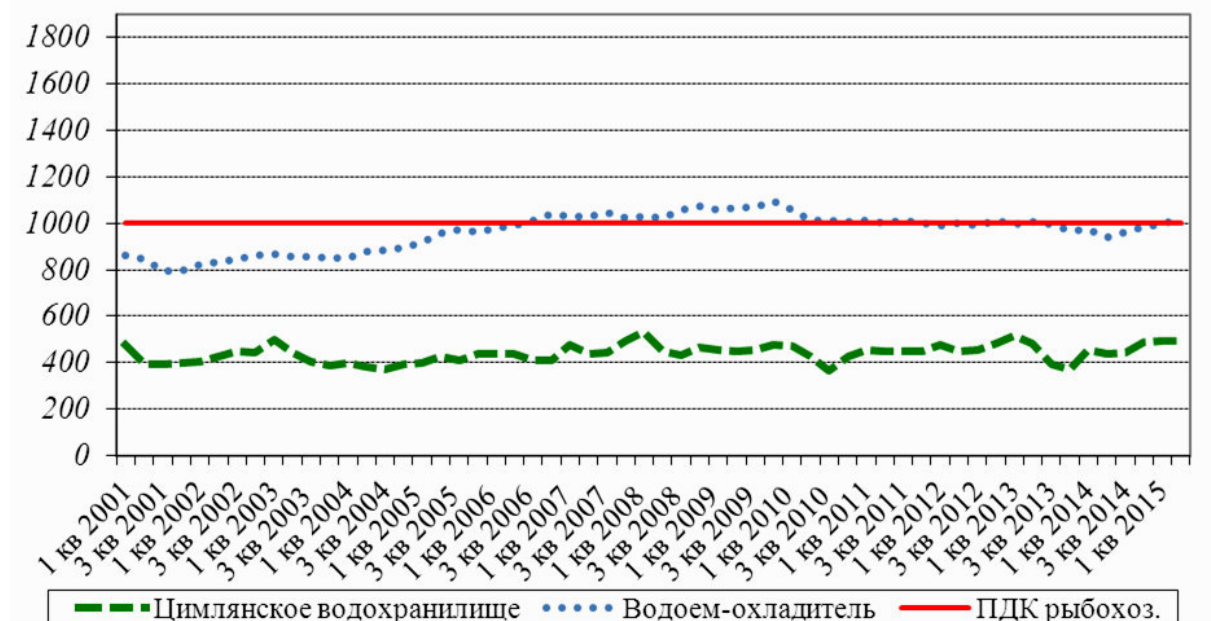


Рис. 6. – Изменение концентрации сухого остатка в ВО и ЦВ в 2001–2015 гг.

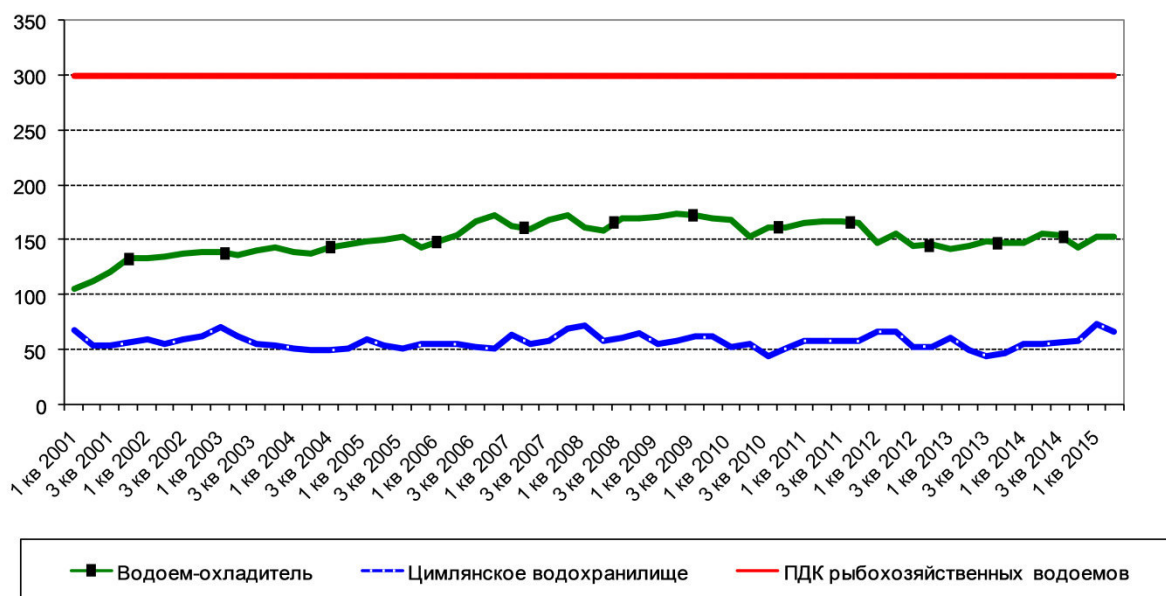


Рис. 7. – Изменение концентрации хлоридов в ВО и ЦВ в 2001–2015 гг.

При оценке влияния фильтрации воды через тело дамбы из водоема-охладителя крайне важным является сравнение данных экологического мониторинга химического состава воды водоема-охладителя с фоновыми значениями в сопредельной части Цимлянского водохранилища.

Как видно из диаграммы содержание сульфатов в водоеме-охладителе с концентрациями 337–394 мг/дм³, в 3–4 раза превышающими предельно допустимые значения, не повлияло на их содержание в Цимлянском водохранилище (рис. 8).

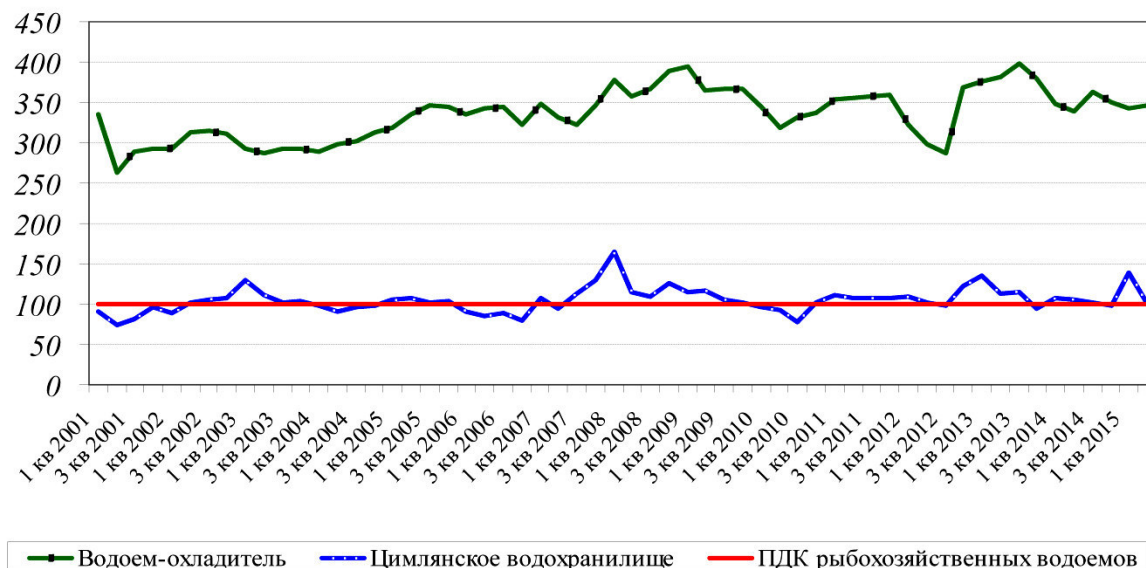


Рис. 8. – Изменение концентрации сульфатов в ВО и ЦВ в 2001–2015 гг.

На рисунках 9,10,11 представлены результаты снижения концентрации сухого остатка, сульфатов и хлоридов. В результате проведения продувки ВО 2010-2015 гг. достигнуто снижение концентрации в ВО в среднем по минерализации на 4%, сульфатов на 8%, хлоридов на 5,5% от их значений до начала проведения продувки [4].

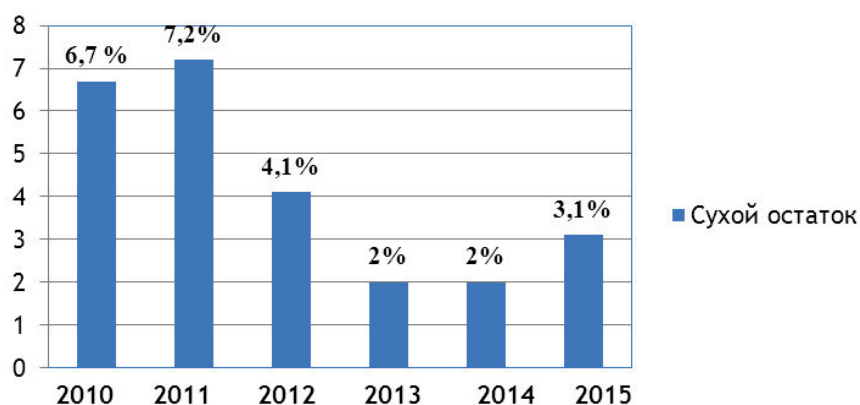


Рис. 9. – Процент снижения концентрации сухого остатка в ВО (мг/дм³) до и после продувки в 2010–2015 гг.

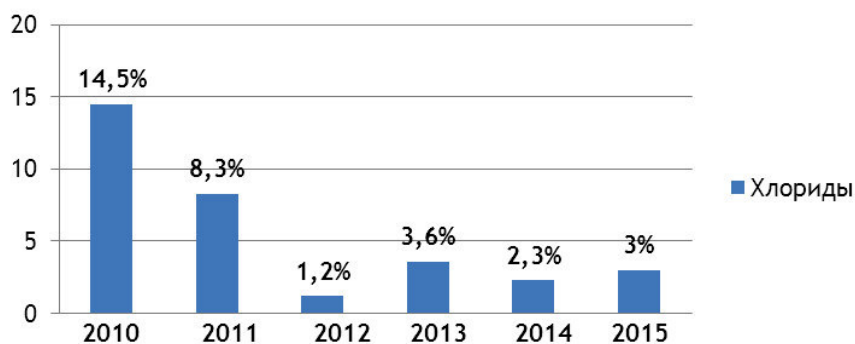


Рис. 10. – Процент снижения концентрации хлоридов в ВО (мг/дм³) до и после продувки в 2010–2015 гг.

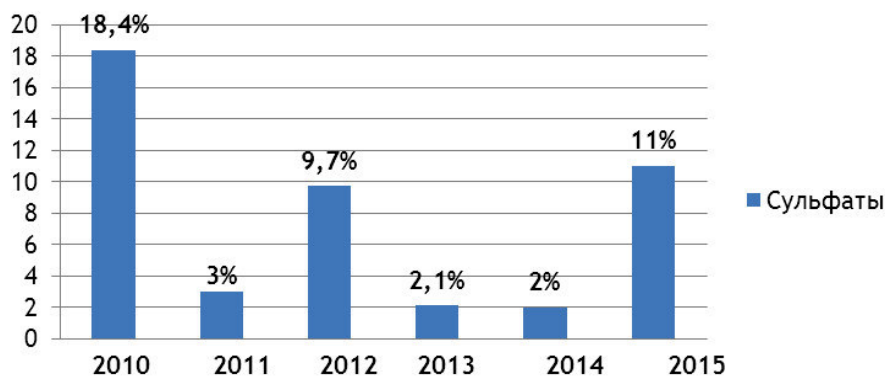


Рис. 11. – Процент снижения концентрации сульфатов в ВО (мг/дм^3) до и после продувки в 2010–2015 гг.

Из зарубежного опыта проведения продувки водоемов-охладителей. На Запорожской атомной электростанции продувка водоема-охладителя ($V=47$ млн. куб. м) осуществляется с 2001 года с расходом 10 куб.м/с в течение всего года, в результате достигнуто снижение солесодержания в среднем с 700 мг/куб. дм до 400 мг/куб. дм.

На Южно-украинской атомной станции продувка водоема-охладителя ($V=86$ млн. куб. м) осуществляется с 1992 года с расходом 2 куб.м/с в течение всего года (за исключением временем нереста и ледового периода), достигнуто снижение солесодержания в среднем с 1800 мг/куб. дм до 1000 мг/куб. дм.

Медь и железо – одни из важнейших микроэлементов. Медь участвует в процессе фотосинтеза и влияет на усвоение азота растениями. В воде водоема-охладителя почти повсеместно во все месяцы отмечались концентрации меди, равные или превышающие ПДК до 13 раз. Избыточные концентрации меди и железа оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные организмы. Одним из основных источников поступления ионов меди в водоем являются подземные воды. Главными источниками соединений железа в водоеме являются процессы химического выветривания [4].

В результате проведения продувки ВО в 2010–2015 гг. в среднем достигнуто снижение концентрации в ВО по меди на 29%, железа на 11% от их значений до начала проведения продувки. На рисунке 12 видно, что начиная с 2010 года процент снижения концентрации меди (до и после продувки) уменьшается. Это связано с уменьшением фоновой концентрации меди в ВО, в связи с программой модернизации оборудования турбинного отделения энергоблока №1 по поэтапной замене медьсодержащих труб на титановые.

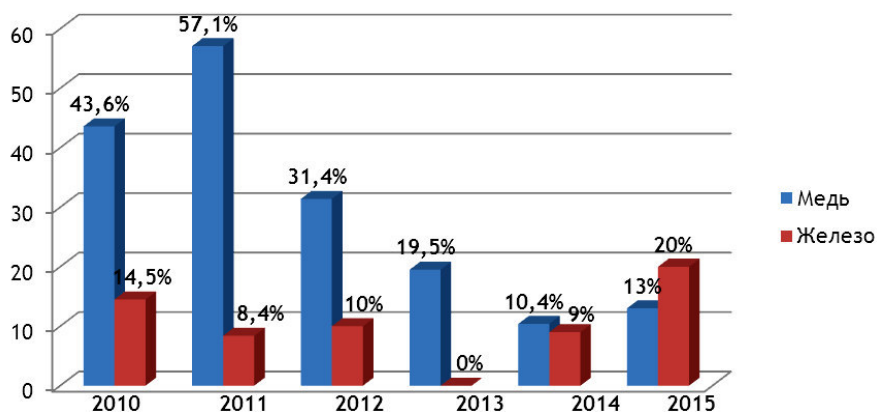


Рис. 12. – Процент снижения концентрации металлов в ВО (мг/дм^3) до и после продувки в 2010–2015 гг.

В период продувки (обычно в первой декаде мая) возле водосброса скапливается большое количество рыбы. Сетные уловы на этом участке характеризуются в среднем за 2010–2015 гг. как средние и высокие. Наибольшую часть в уловах составляет серебряный карась. Этот вид активно идет на водосброс и в больших количествах скапливается в камере-гасителе (рис. 13).



Рис. 13. – Скопление серебряного карася в камере-гасителе

По окончании продувки Ростовской АЭС организуется пересадка рыбы из камеры-гасителя в Цимлянское водохранилище (рис. 14).



Рис. 14. – Пересадка рыбы в Цимлянское водохранилище

Результаты оценки эффективности «рыбозащитного» устройства на сифонном водосбросе водоема-охладителя за 2010–2015 гг. показали, что при одной работающей трубе в сифон попадает в среднем от 1 до 7% молоди держащейся в водоеме перед сороуловительной решеткой.

Работа одной трубы сифонного водосброса не приводит к заметной убыли молоди рыб в водоеме-охладителе [2].

Состав ихтиофауны водоема-охладителя в 2010–2015 гг. оценивается, в среднем, в 20 видов рыб: сазан, серебряный карась, лещ, густера, язь, белый толстолобик, белый

и черный амур, плотва, красноперка, уклейка, верховка, амурский чебачек, сом, судак, окунь, ерш донской, бычок-песочник, бычок-кругляк, бычок-цуцик. Из них белый и черный амур и белый толстолобик – временные объекты, которые были запущены в водоем для борьбы с его зарастанием. Поэтому воспроизводство этих видов возможно только за счет искусственного зарыбления.[1]

На рисунке 15 представлено соотношение в среднем в 2010–2015 гг. соотношение промысловых и непромысловых видов рыб в зоне влияния продувочных вод водоема-охладителя РоАЭС.

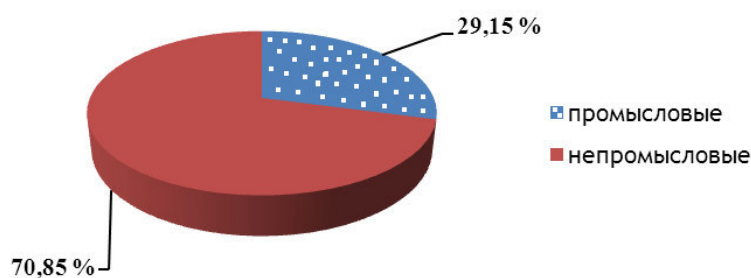


Рис. 15. – Соотношение промысловых и непромысловых видов рыб в зоне влияния продувочных вод водоема-охладителя Ростовской АЭС в 2010–2015 гг.

Оснований для оценки негативного влияния выноса рыбы и кормовых организмов из водоема-охладителя в Цимлянское водохранилище не обнаруживается.

До 2010 года в составе экологических группировок водоема-охладителя встречался комплекс мезогалобов – типичных представителей (индикаторов) континентальных солоноватоводов (*Amphiprora paludosa*, *Nitzschia reversa*, *Pleurosigma elongatum*, *Anabaena bergii*, *Binuclearia lauterbornii* и др.) (рис.16). После второго этапа продувки в 2011 году, а также в последующие годы в составе фитопланктона района исследований не отмечено появления солоноватоводных форм-мезогалобов [4].



Рис. 16. – Представители *Nitzschia reversa*, *Anabaena bergii*, *Pleurosigma elongatum* [6, 7]

В целом, анализируя период 2010–2015 гг., можно заключить, что особенности в развитии фитопланктона в зоне влияния продувочных вод могут рассматриваться как обычные вариации структуры сообщества, связанные с определенными изменениями условий среды, которые не выходят за пределы существующих межгодовых флюктуаций состава и продуктивности альгоценозов в исследуемом районе. Они не могут оцениваться как негативные и иметь долговременные последствия для прилегающей к дамбе АЭС акватории Приплотинного плёса Цимлянского водохранилища [3].

Видовой состав зоопланктона, в среднем выносимого из водоема-охладителя в

2010–2015 гг., включал виды, обитающие в Цимлянском водохранилище. Однако видовая структура зоопланктонных сообществ выносимых из водоема-охладителя и развивающихся в это время в Цимлянском водохранилище существенно отличалась, что объясняется различным температурным режимом этих водоемов. По мере уменьшения различий в температуре воды уменьшались различия в структуре зоопланктонных сообществ. Структура и интенсивность развития зоопланктона на участке в районе Ростовской АЭС в периоды продувки 2010–2015 гг. была в среднем типичной для данного плеса Цимлянского водохранилища и данного периода времени.

Вероятно зоопланктонные организмы, попавшие со сбросной водой в Цимлянское водохранилище, не способны как-то повлиять на его зоопланктонное сообщество. Весной, когда значения биомассы и численности сильно различаются между водоемом-охладителем и водохранилищем, организмы, находящиеся в сбрасываемых водах, испытывают сильный стресс из-за резкой смены температуры, и либо сразу погибают, либо затормаживаются в своем развитии. В теплые же месяцы видовой состав и показатели зоопланктона между этими двумя объектами практически не отличаются, и соответственно не способны влиять друг на друга при перемешивании вод [2].

В пробах зоопланктона с водоема-охладителя Ростовской АЭС и прилегающей акватории Цимлянского водохранилища было обнаружено в среднем за 2010–2015 гг. 25 видов зоопланктона. Наиболее представленными по числу видов были коловратки (*Rotifera*) – 13 видов, *Copepoda* - 6 видов, *Cladocera* насчитывали 5 видов (рис. 17). Из коловраток наиболее часто встречаемыми были *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *Lecane tenuiseta*. Среди ракообразных наиболее массовыми являлись науплиарные и копеподитные стадии развития веслоногих, а также взрослые особи *Heterocope caspia* [1].

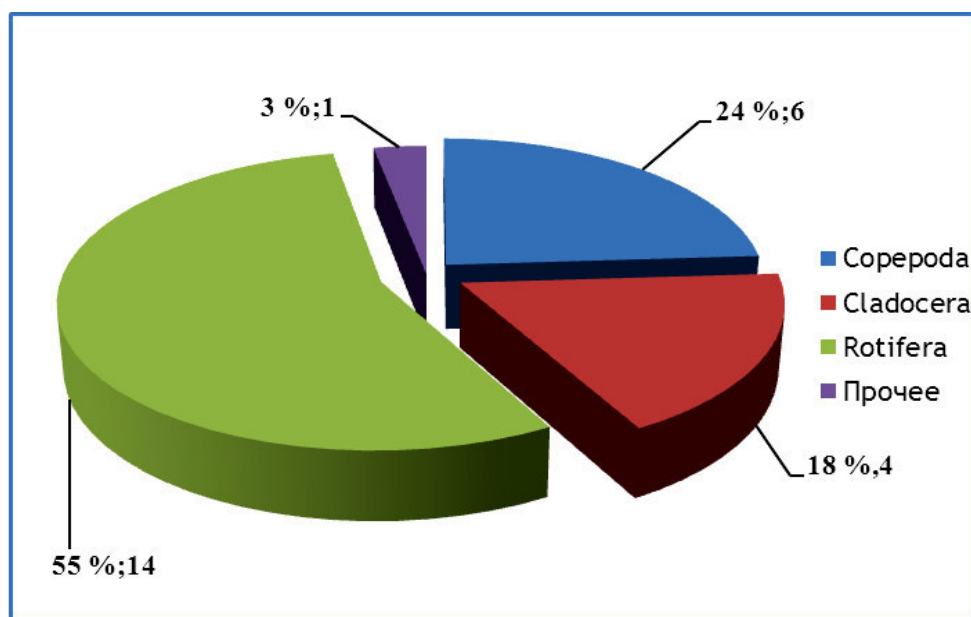


Рис. 17. – Видовое разнообразие различных групп зоопланктона

Всего в 2010–2015 гг. было выполнено 6 этапов продувки ВО. В результате проведенных исследований были получены следующие результаты:

- превышений установленных нормативов загрязняющих веществ в Цимлянском водохранилище не зафиксировано;
- сброс продувочных вод не оказал отрицательного воздействия на гидрохимический режим Цимлянского водохранилища;

- солесодержание в водоеме-охладителе снизилось в среднем на 4 %, в том числе, по сульфатам – на 7,7 %, по хлоридам - на 5,5 %;
 - концентрации меди снизилась на 29,2 %;
 - негативного воздействия продувочных вод на структурно-функциональные характеристики водных сообществ Приплотинного плеса и водоема-охладителя не установлено.
- учитывая успешный опыт применения продувки на зарубежных атомных станциях, а также на Ростовской атомной станции, рекомендуется применение продувки водоемов охладителей АЭС (отсечного и наливного типов) как мероприятия по стабилизации солесодержания ВО в комплексе с другими мероприятиями с учетом особенностей гидрохимического и гидробиологического состояния водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проведение биологического мониторинга в Цимлянском водохранилище в районе продувки водоема-охладителя и оценка эффективности РЗУ при проведении продувки водоема-охладителя: аналитический отчет. 2010–2012. [Текст] / Волгоградское отделение ФГНУ ГосНИОРХ. – [Б.м].
2. Проведение биологического мониторинга в Цимлянском водохранилище в районе продувки водоема-охладителя и оценка эффективности РЗУ при проведении продувки водоема-охладителя: аналитический отчет. 2013. [Текст] / ЗАО СПЭК. – [Б.м].
3. Проведение биологического мониторинга в Цимлянском водохранилище в районе продувки водоема-охладителя и оценка эффективности РЗУ при проведении продувки водоема-охладителя: аналитический отчет. 2014. [Текст] / ООО НПО «Гидротехпроект». – [Б.м].
4. Проведение биологического мониторинга в Цимлянском водохранилище в районе продувки водоема-охладителя и оценка эффективности РЗУ при проведении продувки водоема-охладителя: аналитический отчет. 2015. [Текст] / АО «ВНИИАС». – [Б.м].
5. Проект нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов (НДС), поступающих в поверхностный водный объект. 2012. [Текст] / ООО НПО «Гидротехпроект». – [Б.м].
6. Dalu T., Richoux N.B., Froneman P.W. Distribution of benthic diatom communities in a permanently open temperate estuary in relation to physico-chemical variables. *South African Journal of Botany*. 2015, ISSN 02546299, DOI: 10.1016/j.sajb.2015.06.004
7. Stuken A.Ab., Campbell R.J.Cd., Quesada A.E., Sukenik A.F., Dadheech P.K.G, Wiedner C.A. Genetic and morphologic characterization of four putative cylindrospermopsin producing species of the cyanobacterial genera *Anabaena* and *Aphanizomenon*. *Journal of Plankton Research*. 2009, Volume 31, Issue 5, May 2009, ISSN 01427873, DOI: 10.1093/plankt/fbp01, pp. 465-480.

REFERENCES

- [1] Analiticheskiy otchet «Provedenie biologicheskogo monitoring Tsimljanskogo vodohraninlisha i otsenka effektivnosti RZY pri provedenii produvki vodoema - ochladitelya». 2010–2012. [Analytical report "Carrying out biological monitoring in the Tsimlyansk Reservoir around cooling pond water blowdown and an assessment of effectiveness of fish-protecting devices when carrying out cooling pond water blowdown " 2010-1012]. Volgogradskoe otdelenie FGNY GosNIORCH [Volgograd branch of State Research Institute Of Lake And River Fishery].
- [2] Analiticheskiy otchet «Provedenie biologicheskogo monitoring Tsimljanskogo vodohraninlisha i otsenka effektivnosti RZY pri provedenii produvki vodoema - ochladitelya». 2013. [Analytical report Carrying out biological monitoring in the Tsimlyansk Reservoir around cooling pond water blowdown and an assessment of effectiveness of fish-protecting devices when carrying out cooling pond water blowdown " 2013]. ZAO SPEK [Closed Joint Stock Company St. Petersburg Ecological Company].
- [3] Analiticheskiy otchet «Provedenie biologicheskogo monitoring Tsimljanskogo vodohraninlisha i otsenka effektivnosti RZY pri provedenii produvki vodoema - ochladitelya». 2014. [Analytical report Carrying out biological monitoring in the Tsimlyansk Reservoir around cooling pond water blowdown and an assessment of effectiveness of fish-protecting devices when carrying out cooling pond water blowdown " 2014]. ООО НПО «Гидротехпроект» [LLC NPO Gidrotechproject].
- [4] Analiticheskiy otchet «Provedenie biologicheskogo monitoring Tsimljanskogo vodohraninlisha i

- otsenka effektivnosti RZY pri provedenii produvki vodoema - ochladitelya». 2015. [Analytical report Carrying out biological monitoring in the Tsimlyansk Reservoir around cooling pond water blowdown and an assessment of effectiveness of fish-protecting devices when carrying out cooling pond water blowdown " 2015]. AO «VNIIAES» [OJSC "All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation"]].
- [5] Proekt normativov dopustimuch sbrosov vechestv i mikroorganizmov (NDS), postupayushich v poverchnostnui vodnii obiect. 2012. [Project of standards of admissible dumpings of substances and microorganisms (SAD) coming to the surface water object. 2012.]. OOO NPO «Gidrotexproekt» [LLC NPO Hidrotechproject].
- [6] Dalu T., Richoux N.B., Froneman P.W. Distribution of benthic diatom communities in a permanently open temperate estuary in relation to physico-chemical variables. South African Journal of Botany. 2015, ISSN 02546299, DOI: 10.1016/j.sajb.2015.06.004 (in English)
- [7] Stuken A.Ab., Campbell R.J.Cd., Quesada A.E., Sukenik A.F., Dadheech P.K.G, Wiedner C.A. Genetic and morphologic characterization of four putative cylindrospermopsin producing species of the cyanobacterial genera Anabaena and Aphanizomenon. Journal of Plankton Research. 2009, Volume 31, Issue 5, May 2009, ISSN 01427873, DOI: 10.1093/plankt/fbp01, pp. 465-480. (in English)

Providing Environmentally Acceptable State of Nuclear Power Plant Water Recycling System at the Water Blowdown Technology Application of the Rostov NPP Cooling Pond

O.I. Gorskaya

*«Rostov Nuclear Power Plant» the Branch of OJSC «Concern Rosenergoatom»,
Volgodonsk-28, Rostov region, Russia 347388
e-mail: gorskayavdonsk@rambler.ru*

Abstract – OBJECTIVES The article is devoted to the analysis of the results of the water blowdown from the Rostov nuclear power plant cooling pond to the Tsimlyansk reservoir during six years. METHODS Characteristics of the Tsimlyansk reservoir and the cooling pond by chemical composition, thermal regime and species diversity are analyzed. RESULTS On the basis of the conducted research the author identified and clearly proved the absence of negative impact the cooling pond water on the chemical composition, thermal regime and the structural and functional characteristics of aquatic communities of the Tsimlyansk reservoir during six stages of the water blowdown.

Keywords: Rostov nuclear power plant, water blowdown, siphon spillway, Tsimlyansk reservoir, cooling pond.