

УДК 57.087

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ АГЛОМЕРАЦИИ САРАТОВ-ЭНГЕЛЬС

© 2016 А.А. Фомина, Е.И. Тихомирова, А.И. Кораблева

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Статья поступила в редакцию 12.11.2016

В работе проведен химический анализ содержания катионов тяжелых металлов в высших водных растениях и донных отложениях, собранных на мелководных участках Волгоградского водохранилища у крупной промышленной агломерации Саратов-Энгельс. Установлено, что накопление тяжелых металлов в растениях уменьшается в следующем ряду: $Fe^{2,3+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Co^{2+} > Cd^{2+}$. Погруженная растительность накапливает Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} в среднем в 1,5-2 раза больше по сравнению с прибрежноводной и плавающей растительностью. *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus* L., *Myriophyllum spicatum* L. являются наиболее перспективными растительными объектами для проведения диагностического мониторинга водных объектов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, высшая водная растительность, мониторинг, самоочищение, Волгоградское водохранилище

С каждым годом увеличивается влияние деятельности человека на аквальные ландшафты. Волгоградское водохранилище замыкает сеть гидротехнических сооружений Волжского каскада, поэтому находится под общим природно-антропогенным действием всей сети [1]. Водохранилище представляет собой водоем с замедленным водообменом, в котором происходит накопление трудно минерализующихся веществ, в том числе и тяжелых металлов (ТМ). В связи с увеличивающейся антропогенной нагрузкой процессы самоочищения и самовосстановления Волгоградского водохранилища сильно изменяются [2]. Данный водоем имеет важнейшее рекреационное и рыбохозяйственное значение, а также служит источником питьевой воды и обеспечивает ею населения ряда крупных городов и поселений региона [3]. От качества питьевой воды напрямую зависит здоровье и качество жизни населения Саратовской области. Кроме того, акватория Волгоградского водохранилища является не только главным источником водозабора, но и местом сброса сточных вод городов. Согласно статистическим данным именно сброс загрязненных сточных вод вследствие ухудшающегося состояния существующих очистных сооружений, требующих реконструкции, и недостаточного строительства очистных сооружений в городах и поселках области является основной причиной загрязнения водоема [4].

Среди загрязнителей поверхностных водоемов ТМ занимают особое место. В значительной степени это связано с физиологической активностью данных химических элементов. В ряду ТМ одни крайне необходимы для жизнеобеспечения человека и других живых организмов и относятся к так называемым биогенным элементам. Как недостаточное, так и избыточное содержание данных металлов в питьевой воде может привести к ряду неблагоприятных последствий для организма человека. Другая группа металлов, относящихся к чужеродным для организма веществам – ксенобиотикам, вызывает однозначный эффект и, попадая в живой организм, приводит к его отравлению или гибели. По литературным данным [5] водно-пищевой путь преобладает над воздушным путем поступления ТМ в организм человека. Опасность их поступления связана с склонностью к депонированию и длительным периодом полувыведения. В связи с этим мониторинг состояния загрязнения водных объектов – источников питьевой воды для населения – является важнейшей задачей для сохранения здоровья человека, а исследование накопительной способности водной растительности – возможностью временно вывести часть металлов из биогеохимических циклов.

Высшая водная растительность (ВВР) является одним из главных компонентов водного ландшафта [6, 7] и во многом определяет структуру биотического сообщества водоема, а также играют главную энергетическую роль в функционировании водных экосистем. Они являются мощным биологическим фильтром в процессе естественного самоочищения водоемов, а также влияют на химические и физические свойства

Фомина Алла Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии. E-mail: fomitina-aa@mail.ru

Тихомирова Елена Ивановна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии. E-mail: tichomirova_ei@mail.ru

Кораблева Алина Игоревна, студентка

воды. Макрофиты из воды и донных отложений поглощают загрязняющие вещества, снижают скорость течения, выносят загрязняющие вещества в воду при отмирании и разложении, изменяют газовый режим, содержание растворенного кислорода в воде, окислительно-восстановительные условия, и другие биогеохимические процессы. Растения могут накапливать химические элементы, особенно ТМ, в концентрациях, значительно превышающих их содержание в водной среде, исключая их из круговорота в водоеме до своего отмирания и разложения [8]. Кроме того, высшие водные растения отвечают многим требованиям к биоиндикаторам, среди которых повсеместная встречаемость, высокая численность и относительно крупные размеры.

Цель работы: изучение особенностей накопления катионов ТМ ВВР различных экологических групп, собранных на мелководьях Волгоградского водохранилища вблизи крупной агломерации Саратов-Энгельс.

Методика исследования. Сбор растений производился в период максимальной физиологической активности в июле-августе 2013 и 2015 гг. на мелководных участках Волгоградского водохранилища в Энгельском районе Саратовской области у поселка Квасниковка и села Шумейка – выше и ниже по течению крупной промышленной агломерации Саратов-Энгельс соответственно (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб растений и донных отложений: поселок Квасниковка и село Шумейка

Для исследования были выбраны ВВР, широко распространенные на мелководьях Волгоградского водохранилища [9] и относящиеся к различным экологическим группам: из прибрежно-водных растений – сусак зонтичный *Butomus umbellatus* L.; из полосы воздушно-водных (полупогруженных) растений – рогоз узколистный *Typha angustifolia* L., кубышка желтая *Nuphar lutea* L. Smith; из гидрофитов – рдест блестящий *Potamogeton lucens* L., рдест пронзеннолистный *P. perfoliatus* L., элодея канадская *Elodea canadensis* L., уруть колосистая *Myriophyllum spicatum* L., сальвиния плавающая *Salvinia natans* L., роголистник темно-зеленый *Ceratophyllum demersum* L.

Пробы растений и донных отложений после тщательного ополаскивания последовательно высушивали до воздушно-сухого, затем абсолютно сухого состояния в сушильном шкафу и озоляли до белой золы в муфельной печи при 450°C. Если

зола растительных проб имела бурый оттенок, проводили смачивание золы по каплям концентрированной азотной кислотой с последующим выпариванием и повторным озолением в муфельной печи. ТМ экстрагировали добавлением раствора соляной кислоты. Содержание ТМ в золе растений и в донных отложениях определяли фотометрическими методами: общего железа – методом с сульфосалициловой кислотой; цинка – дитизиновым методом; меди – с использованием диэтилдитиокарбамата; кобальта – с использованием 2-нитрозо-1-нафтола; кадмия – методом с дитизином [10]. Статистическую обработку полученных результатов проводили по общепринятым методикам [11] с использованием t-критерия Стьюдента, а также использовали приложение Excel из пакета Microsoft Office 2007.

Результаты и их анализ. По результатам исследований содержания ряда ТМ в ВВР, собранных рядом с промышленной агломерацией

Саратов-Энгельс в 2013, 2015 гг. железо занимает первое место по уровню концентрации: $Fe^{2,3+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Co^{2+} > Cd^{2+}$ (табл. 1), что согласуется с классическим характером распределения металлов в растениях и данными ряда исследователей [1, 7, 12]. Согласно данным доклада о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 г. содержание общего железа превышало рыбохозяйственный норматив в 1,7-4,6 раза в водах Волгоградского водохранилища [3]. Наличие этого катиона в воде связано и с широким распространением данного элемента в природе и с поступлением со сточными водами ряда предприятий и с сельскохозяйственными стоками. При изучении содержания $Fe^{2,3+}$ в растительных объектах, собранных в 2013 г. у п. Квасниковка, установлен порядок накопления элемента растениями: рдест пронзеннолистный > сусак зонтичный > сальвиния плавающая > рдест блестящий > уруть колосистая > рогоз узколистный. Согласно полученным данным рдест пронзеннолистный концентрирует $Fe^{2,3+}$ в 2-15 раз больше по сравнению с другими исследуемыми растениями, в то время как рогоз узколистный накапливает наименьшее количество металла.

Как и в предыдущие годы, в 2015 г. согласно статистическим данным [4] в водохранилище отмечены повсеместные превышения рыбохозяйственного норматива по железу в 1,2-2,7 раза. При изучении содержания $Fe^{2,3+}$ в растениях, собранных в 2015 г. в п. Квасниковка, установили, что наибольшая концентрация элемента отмечена для роголистника темно-зеленого. В рдесте пронзеннолистном, рдесте блестящем, урути

колосистой и элодеи канадской содержание металла находилось приблизительно на одинаковом уровне. В рогозе узколистном также установлено минимальное содержание $Fe^{2,3+}$. Сравнивая полученные данные с результатами исследования других авторов [1, 12], можно сделать вывод, что представители гидрофитов накапливают большее количество элемента, чем представители полупогруженных растений. Необходимо отметить, что в донных отложениях концентрация железа увеличена в 2-6 раз по сравнению с исследованными растениями.

При исследовании содержания $Fe^{2,3+}$ в растениях, собранных в 2015 г. у с. Шумейка показано, что максимальная концентрация железа была в урути колосистой ($49 \pm 4,7$ мг/кг), остальные исследованные растения содержали металл в 1,5-2 раза меньше. В донных отложениях содержание $Fe^{2,3+}$ было выше в 2-4 раза по сравнению с растительными пробами. Возможно, данные концентрации общего железа в донных отложениях связаны с длительным характером загрязнения Волгоградского водохранилища катионами железа и слабой проточностью мелководных участков. При высоком содержании железа вода становится мутной, бурого цвета с неприятным металлическим привкусом. Высокие дозы железа при попадании в организм человека подавляют всасывание в тонком кишечнике ряда микроэлементов, например меди и марганца, в связи с конкуренцией данных металлов за трансферрин – белок транспортирующий металлы в органы и ткани человека [5].

Таблица 1. Содержание катионов ТМ в высших водных растениях и донных отложениях Волгоградского водохранилища в районе агломерации Саратов-Энгельс

Высшие водные растения	Концентрация элемента (мг/кг)				
	$Fe^{2,3+}$	$Zn^{2+} \times 10^{-2}$	$Cu^{2+} \times 10^{-2}$	$Co^{2+} \times 10^{-2}$	$Cd^{2+} \times 10^{-2}$
с. Квасниковка, 2013 г.					
<i>Typha angustifolia</i>	$7 \pm 0,6$	$7 \pm 0,4$	$14 \pm 0,7$	$8,2 \pm 0,9$	$1,2 \pm 0,1$
<i>Butomus umbellatus</i>	63 ± 5	$10 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8,6 \pm 0,5$	$2,6 \pm 0,3$
<i>Myriophyllum spicatum</i>	19 ± 3	$12 \pm 0,1$	$6 \pm 0,8$	$8,6 \pm 0,6$	$2,0 \pm 0,1$
<i>Salvinia natans</i>	42 ± 6	$4 \pm 0,6$	$5 \pm 0,6$	$9,2 \pm 1,1$	$2,8 \pm 0,3$
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	117 ± 5	$11 \pm 0,1$	$14 \pm 1,2$	$8,8 \pm 0,8$	$1,8 \pm 0,2$
<i>Potamogeton lucens</i>	$38 \pm 6,3$	$31 \pm 2,3$	$13 \pm 1,1$	$9,0 \pm 1,0$	$1,7 \pm 0,1$
с. Квасниковка, 2015 г.					
<i>Typha angustifolia</i>	$20 \pm 2,2$	$52 \pm 3,2$	$71 \pm 5,5$	$6,5 \pm 0,5$	$3,8 \pm 0,2$
<i>Elodea canadensis</i>	$27 \pm 2,2$	$55 \pm 6,1$	$75 \pm 5,5$	$5,0 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,3$
<i>Myriophyllum spicatum</i>	$38 \pm 2,5$	$57 \pm 3,8$	$72 \pm 6,2$	$6,3 \pm 0,6$	$5,2 \pm 0,5$
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	$33 \pm 3,8$	$58 \pm 3,5$	$75 \pm 4,1$	$5,2 \pm 0,4$	$7,5 \pm 0,8$
<i>Potamogeton lucens</i>	$30 \pm 1,5$	$58 \pm 5,5$	$76 \pm 8,8$	$6,8 \pm 0,4$	$8,7 \pm 0,6$
<i>Ceratophyllum demersum</i>	$48 \pm 4,1$	$57 \pm 4,8$	$74 \pm 6,1$	$5,3 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,3$
Донные отложения	118 ± 17	422 ± 33	350 ± 31	$8,4 \pm 0,5$	$3,3 \pm 0,2$
п. Шумейка, 2015 г.					
<i>Typha angustifolia</i>	$21 \pm 3,2$	$51 \pm 3,4$	$83 \pm 5,7$	$5,2 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,2$
<i>Elodea canadensis</i>	$26 \pm 2,1$	$51 \pm 3,1$	$76 \pm 5,8$	$5,7 \pm 0,5$	$4,4 \pm 0,3$
<i>Myriophyllum spicatum</i>	$49 \pm 4,7$	$56 \pm 4,7$	$74 \pm 6,2$	$5,0 \pm 0,3$	$3,7 \pm 0,4$
<i>Núphar lútea</i>	$23 \pm 3,4$	$53 \pm 4,2$	$71 \pm 5,1$	$6,0 \pm 0,5$	$3,2 \pm 0,3$
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	$33 \pm 2,9$	$58 \pm 5,6$	$68 \pm 4,8$	$6,8 \pm 0,5$	$5,5 \pm 0,5$
Донные отложения	102 ± 8	327 ± 42	440 ± 54	$6,6 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,2$

Медь – один из важнейших микроэлементов для живых организмов. Избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное токсическое воздействие на организм человека, вызывают нарушения работы мозга, печени, вестибулярного аппарата, приводят к недостатку цинка в организме [5]. Известно, что самым распространенным загрязнителем Волгоградского водохранилища уже на протяжении многих лет являются соединения меди, среднегодовые концентрации выше рыбохозяйственных нормативов в 2–4 раза [3]. В водохранилище максимальные концентрации меди обнаружены в придонных горизонтах, что может быть связано с миграцией этих металлов из донных отложений в контактирующую воду. Среднегодовая концентрация меди в водохранилище – 0,0046 мг/дм³ [2]. При изучении содержания Cu^{2+} в растениях, собранных в 2013 г. у п. Квасниковка, установлено, что в рогозе узколистном, рдесте пронзеннолистном и блестящем концентрация металла находилась на одном уровне, а в сусаке зонтичном, сальвинии плавающей и урути колосистой – в 2 раза меньше. В макрофитах, собранных в 2015 г., содержание меди было приблизительно на одинаковом уровне и в 5–11 раз выше по сравнению с 2013 г. В донных отложениях меди накапливалось в 5 раз больше по сравнению с исследованными растениями. В исследованиях 2011 г. было установлено, что в донных отложениях с данного мелководного участка содержания меди было практически одинаково с таковой для рогоза узколистного [14].

В растениях с мелководий у с. Шумейка достоверных различий в содержании меди в исследованных растениях выявлено не было. В донных отложениях концентрация Cu^{2+} была значительно выше концентрации, установленной в растительных пробах. Имеются данные [2], что среднее содержание некоторых металлов в растениях уменьшается с повышением степени зарастания водоема. Кроме того, процесс накопления металла в растительном организме зависит от ряда факторов, в том числе от растворимости, формы химического соединения и характера почвы. Важную роль в повышении доступности ТМ для растений играет корневая микрофлора, которая способствует превращению нерастворимых форм солей металлов в растворимые. Например, нахождение редуктазы в мембранах корневых клеток способствует значительному повышению способности растений восстанавливать ионы меди и железа.

Цинк как один из биогенных элементов постоянно присутствует в тканях растений и животных. В то же время многие соединения цинка токсичны, прежде всего, его сульфаты и хлориды. Согласно данным [3] в 2013 г. содержание цинка в воде водохранилища колебалось в диапазоне 0,0132–0,109 мг/дм³, для придонных проб характерно более низкое содержание цинка вследствие

поглощения его донными отложениями. При изучении накопления Zn^{2+} растительными объектами, собранными в 2013 г. у п. Квасниковка показано, что рдест блестящий являлся концентратом Zn^{2+} , и содержание металла было в нем больше в 3–7 раз по сравнению с другими ВВР. Сусак зонтичный, рдест пронзеннолистный и уруть колосистая аккумулировали металл приблизительно на одном уровне, концентрация Zn^{2+} в них была 0,11–0,12 мг/кг. Неожиданно минимальная концентрация элемента отмечена в сальвинии плавающей, относящейся к экологической группе погруженных в воду растений. В растениях, собранных в 2015 г. у п. Квасниковка, достоверных различий в содержании цинка не было выявлено, при этом в донных отложениях элемента было примерно в 8 раз больше. В растениях, произрастающих ниже по течению промышленной агломерации Саратов-Энгельс, концентрации элемента практически не отличались от подобных показателей у ВВР, собранных выше агломерации, однако в донных отложениях у п. Квасниковка содержание Zn^{2+} было выше на 20% по сравнению с ВВР.

Кобальт является важным микроэлементом для живых организмов, который в повышенных концентрациях оказывает значительное токсическое воздействие. Показано, что концентрации Co^{2+} в растениях, собранных в 2013 г. у п. Квасниковка, составляли 0,082–0,092 мг/кг. В макрофитах, собранных в 2015 г., содержание элемента было незначительно меньше. Концентрации металла были выше в рогозе узколистном, рдесте блестящем, урути колосистой на 20% по сравнению с роголистником темно-зеленым, рдестом пронзеннолистным и элодеей канадской. В донных отложениях элемент концентрировался на 20–60% больше, чем в ВВР.

В растениях, собранных на мелководьях у с. Шумейка, достоверно концентрация Co^{2+} была выше в рдесте пронзеннолистном по сравнению с остальными исследованными ВВР и практически на одном уровне с донными отложениями. По данным исследований ряда авторов [1, 7, 12] ВВР накапливают данный элемент достаточно в широких пределах концентрации 0,04–11,3 мг/кг в зависимости от водного объекта. Именно погруженные водные растения содержат наибольшее количество микроэлемента.

Природные воды могут содержать катионы кадмия на микрограммовом уровне, и поступать в водоемы в сточных водах металлургических, машиностроительных и химических производств [5]. Кадмий занимает первое место в ряду ТМ по фитотоксичности и способности накапливаться в растениях. В живых организмах он может замещать цинк в активных центрах металлосодержащих ферментов, приводя к резкому нарушению в функционировании ферментативных процессов. Согласно данным [3, 4] в 2013 и 2015 гг. соединения кадмия в воде Волгоградского водохранилища

находятся в низкой концентрации ($<0,0005$ мг/дм³). При исследовании содержания Cd^{2+} в растениях установлены его низкие концентрации. Показано, что среди растений, собранных в 2013 г., сальвиния плавающая и сусак зонтичный содержали Cd^{2+} в 1,5-2 раза больше по сравнению с другими ВВР. При исследовании содержания Cd^{2+} в растениях, собранных в 2015 г. у п. Квасниковка, установлено, что рдест блестящий и рдест пронзеннолистный содержали в 2-3 раза больше кадмия по сравнению с рогозом узколистным и роголистником темно-зеленым, для которых отмечены минимальные концентрации.

Выводы: показано, что для ВВР Волгоградского водохранилища характерно преимущественное накопление катионов железа по сравнению с другими исследованными металлами. Погруженная растительность накапливает Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} в среднем в 1,5-2 раза больше по сравнению с прибрежноводной и плавающей растительностью, что, вероятно, связано с их особенностями механизма аккумуляции ионов ТМ за счет образования комплексных соединений с метаболитами клеток листьев растений. Установлено отсутствие достоверных различий в значениях средних концентраций ТМ, определяемых в растениях, собранных выше и ниже по течению крупной промышленной агломерации Саратов-Энгельс. Результаты исследований показали, что рдест блестящий, рдест пронзеннолистный и уруть колосистая, возможно, являются наиболее перспективными растительными объектами для проведения диагностического мониторинга водных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кочеткова, А.И. О некоторых закономерностях накопления тяжелых металлов высшей водной растительностью на Волгоградском водохранилище // Вестник Волгogr. гос. ун-та. Сер. 3. Экон. Экол. 2012. № 1(20). С. 305-309.
2. Шашуловская, Е.А. Роль мелководий в самоочищении равнинных водохранилищ (на примере Волгоградского водохранилища): Дис. д.б.н. – Н. Новгород, 2010. С. 20-22.
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году. – Саратов, 2014. 242 с.
4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2015 году. – Саратов, 2016. 247 с.
5. Галимова, А.Р. Поступление, содержание и воздействие высоких концентраций металлов в питьевой воде на организм / А.Р. Галимова, Ю.А. Тунакова // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 20. Т. 16. С. 165-169.
6. Матвеев, В.И. Экология водных растений / В.И. Матвеев, В.В. Соловьева, С.В. Саксонов. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2005. 282 с.
7. Бреховских, В.Ф. Высшая водная растительность и накопительные процессы в дельте р. Волги / В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, А.В. Савенко // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15. № 3. С. 34-42.
8. Микрякова, Т.Ф. Накопление тяжелых металлов макрофитами в условиях различного уровня загрязнения водной среды // Водные ресурсы. 2002. Т. 29, № 2. С. 253-255.
9. Седова, О.В. Характеристика и синтаксономический состав растительности мелководий Волгоградского водохранилища в пределах Саратовской области / О.В. Седова, В.А. Болдырев // Известия Самарского научного центра РАН. 2007. Т. 9, № 1. С. 283-291.
10. Практикум по агрохимии / Под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – М.: МГУ, 2001. 688 с.
11. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
12. Гришанцева, Е.С. Распределение микроэлементов в высшей водной растительности Иваньковского водохранилища / Е.С. Гришанцева, Н.С. Сафронова, Н.В. Кирпичникова, Л.П. Федорова // Геоэкология. Инженерная Геоэкология. Гидрогеология. Геоэкология. 2010. № 3. С. 223-231.
13. Жидков, М.В. Накопление тяжелых металлов в высшей водной растительности Озернинского водохранилища // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11, №1. С. 292-294.
14. Fomina, A.A. Accumulation of heavy metals in cattails (*Typha angustifolia* L.) from shallow waters of the Volgograd reservoir / A.A. Fomina, E.I. Tikhomirova // Das Internat. Symposium "Ökologische, Technologische und Rechtliche Aspekte der Lebensversorgung" (EURO-ECO-2013). – Hannover, 2013. P. 41-42.

THE ANALYSIS OF HEAVY METALS CONTENT IN THE HIGHER AQUATIC PLANTS OF VOLGOGRAD WATER STORAGE BASIN AROUND SARATOV-ENGELS AGGLOMERATION

© 2016 A.A. Fomina, E.I. Tikhomirova, A.I. Korablyova
Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.

In work the chemical analysis of heavy metals cations content in the higher aquatic plants and ground deposits collected on shallow sites of Volgograd water storage basin at large industrial agglomeration Saratov-Engels is carried out. It is established that accumulating of heavy metals in plants decreases in the following row: $Fe^{2+3+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Co^{2+} > Cd^{2+}$. The shipped vegetation accumulates Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} is on average 1,5-2 times more in comparison with coastal and floating vegetation. *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus* L., *Myriophyllum spicatum* L. are the most perspective vegetable objects for carrying out diagnostic monitoring of water objects.

Key words: heavy metals, highest aquatic vegetation, monitoring, self-cleaning, Volgograd water storage basin

Alla Fomina, Candidate of Biology, Associate Professor at the Ecology Department. E-mail: fomina-aa@mail.ru; Elena Tikhomirova, Doctor of Biology, Professor at the Ecology Department. E-mail: tikhomirova_ei@mail.ru; Alina Korablyova, Student