

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ПРОЕКТОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ «ЭКОЛОГИЯ ВОДЫ»

“ECOLOGY OF WATER” INTERNATIONAL CONTEST OF YOUNG
SCIENTISTS AND STUDENTS RESEARCH PROJECTS

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ИЛЬМЕНСКОЕ.

Артиуков Е.В.

ВО ФГАУ «Южно-Уральский государственный университет», Челябинск, Россия
egor.artiukov@yandex.ru

Ключевые слова: сапропель, gastropod, macrophytes, X-ray fluorescence (TXRF) analysis, lake, bioindication, physico-chemical parameters

*Для эколого-геохимической оценки состояния озера Ильменское проведено изучение химического состава водной среды и донных отложений, а также состава биосубстратов гидробионтов. В качестве объектов исследования были выбраны наиболее распространенные в южно-уральских пресных озерах виды: брюхоногий моллюск *Contectiana listeri* и макрофит *Potamogeton lucens* L. Для отбора проб было выбрано семь станций по периметру озера в пределах береговой линии. Изучали оксидный состав зольного остатка раковин и мягких тканей моллюсков, макрофитов, донных отложений с использованием рентгенофлуоресцентного метода анализа. Показано, что в озере формируется низкожелезистый, низкокальцевый, низкозольный сапропель.*

THE LAKE ILMEN STATE BIO/GEO/CHEMICAL ANALYSIS

Artyukov Y.V.

South Ural State University
Chelyabinsk, Russia
egor.artiukov@yandex.ru

Key words: sapropel, gastropod, macrophytes, X-ray fluorescence (TXRF) analysis, lake, bio/indication, physical/chemical parameters

The Lake Ilmen water and bottom sediments chemical analysis as well as biological substrate hydrocoles composition have been studied to assess the lake environmental and geo/chemical status. Contectiana listeri and Potamogeton lucens L. were chosen for exploration as the most wide-spread in the local fresh waters species. Seven stations along the lake perimeter within the bank line limits were used for sampling. Shells, mollusks, macrophytes, and bottom sediments soft tissues ash residue oxide composition has been investigated with the use of X-ray fluorescence analytical method. It has been shown that low-iron, low-calcium, and low-ash sapropel forms in the lake.

Для экологической оценки состояния водных объектов и степени их трансформации в результате техногенеза необходимо изучать химический состав не только самой водной среды и донных отложений, но и элементный состав биосубстратов гидробионтов (брюхоногих моллюсков и макрофитов).

Отметим, что гидробионты, в частности брюхоногие моллюски, испытывают на себе комплексное воздействие факторов природной среды. Их организм на протяжении всей жизни постоянно подвергается полифакторному воздействию окружающей среды. В каждом регионе имеются свои отличия, которые обусловлены не только влиянием природно-географических, климато-метеорологических и других подобных факторов, к которым организм адаптируется при постоянном проживании в определенном водоеме, но и воздействием техногенных факторов, связанных с загрязнением окружающей среды (Adewunmi et al., 1996, Sanders, 1993). Вследствие наложения природных и техногенных факторов формируются сложные геохимические ассоциации элементов в раковинах и мягких тканях моллюсков. В результате этого могут изменяться функциональные особенности

организма, также может наблюдаться истощение адаптационных резервов (Das & Khangarot, 2010, Gérard et al., 2008, Noisette et al., 2014, Fenberg & Roy, 2012).

Ильменский государственный заповедник расположен в центральной части Челябинской области около города Миасс. На территории заповедника находятся 30 озер. Заповедные озера, не испытывающие антропогенной нагрузки, могут рассматриваться как эталонные при оценке состояния антропогенно нарушенных озер. Отметим, что для эколого-геохимической оценки состояния водных объектов и степени их трансформации в результате техногенеза, необходимо изучение химического состава не только самой водной среды и донных отложений, но и состава биосубстратов гидробионтов [1]. Биота испытывает на себе комплексное воздействие факторов природной среды, каждый организм адаптируется к ряду как природных, так и антропогенных факторов. Цель данной работы – изучить химический состав брюхоногих моллюсков, макрофитов и донных отложений заповедного озера Ильменское.

В предыдущих работах нами были изучены популяции фито- и зоопланктона, видовой состав макрофитов и моллюсков, а также физико-химические показатели качества воды [2]. Также была начата работа по изучению химического состава раковин и мягких тканей брюхоногих моллюсков [3].

Отбор проб и биологического материала осуществляли согласно стандартным методикам, подробно описанным в работах [2, 3] в июле 2014 года в ходе полевой практики на научной базе Ильменского государственного заповедника. В качестве объектов исследования были выбраны наиболее распространенные в южно-уральских пресных озерах виды: брюхоногий моллюск *Contectiana listeri* и макрофит *Potamogeton luceus L.* Для отбора проб было выбрано семь станций по периметру озера в пределах береговой линии. Изучали оксидный состав зольного остатка раковин и мягких тканей моллюсков, макрофитов, донных отложений с использованием рентгенофлуоресцентного метода анализа в лаборатории Центра нанотехнологий Южно-Уральского государственного университета (аналитик Учаев Д.А.). Озольнение проб проводилось при температуре 500 °С в течение 5 часов.

Озеро по типу минерализации является пресным водоемом (солесодержание составляет 110–120 мг/л) гидрокарбонатного типа $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$. Донные отложения в двух станциях имели песчаный характер (зольность – 5,1%, содержание SiO_2 – 58,5–70,1 %, Al_2O_3 – 9,9–11,4%), в оставшихся пяти – илестый (зольность 40,6%, SiO_2 – 0,4–1,8 %, Al_2O_3 – 0,2–0,6 %. Зольность раковин моллюсков составила 6,3 %, мягких тканей – 89,8 %, рдеста блестящего – 30,5 %. Проведено сравнение усредненного элементного состава макрофитов, раковин моллюсков, мягких тканей моллюсков, илестых отложений и песчаного осадка с кларковыми концентрациями элементов в верхней континентальной коре [7] с предварительным нормированием по алюминию, как наименее подвижному и абиогенному элементу в системе «озерная вода – осадок – гидробионт», согласно выражению [6]

$$EF = \frac{(x_i / x_{\text{Al}})_{\text{образец}}}{(x_i / x_{\text{Al}})_{\text{ВКК}}},$$

где $x_{i\text{образец}}$ – содержание i -го химического элемента в объекте исследования; $x_{\text{Al образец}}$ – содержание алюминия в объекте исследования; $x_{i\text{ВКК}}$ – содержание i -го химического элемента в верхней континентальной коре; $x_{\text{Al образец}}$ – содержание алюминия в верхней континентальной коре.

Коэффициенты обогащения различных объектов исследования представлены на рисунке.

Илестый грунт существенно обогащен микроэлементами по сравнению с песками, коэффициенты обогащения (EF) которых близки к единице.

Магний обнаружен в мягких тканях моллюсков (в раковинах он не накапливается) и в макрофитах, так он входит в состав пигмента хлорофилла. Обогащенность магнием гидробионтов на порядок выше, чем песков. В иловых отложениях магний не накапливается.

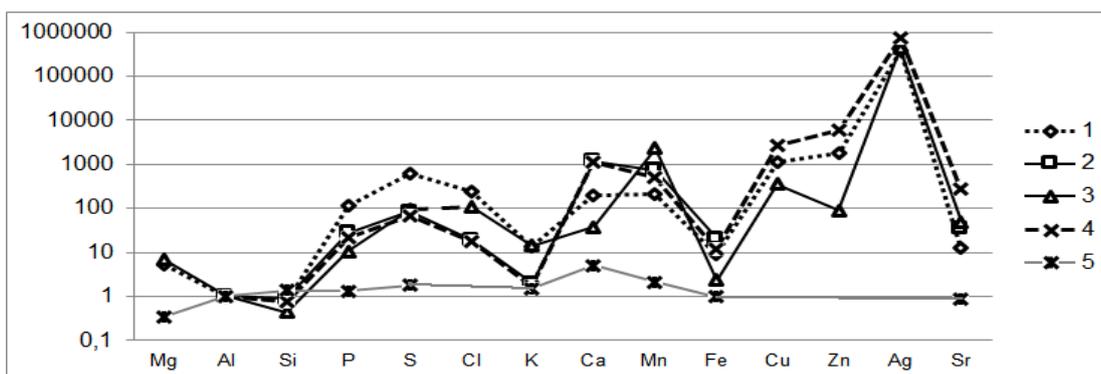


Рис. Коэффициенты обогащения (EF) химическими элементами: 1 – мягкие ткани моллюсков; 2 – раковины моллюсков; 3 – макрофиты; 4 – ил; 5 – песчаный грунт оз. Ильменское. Нормирование проведено по Al и кларкам верхней континентальной коры [7].

Наблюдается весьма высокое обогащение ила и организма брюхоногих моллюсков медью, цинком и серебром. Обогащение связано со значительными концентрациями меди и цинка в воде озера [5]. Что касается серебра, то исследований содержания серебра в водах озера не проводилось, однако рядом с озером Ильменское находится скважина, из которой с глубины 80 м разливают артезианскую воду, обогащенную серебром. По-видимому, серебро поступает в озерную воду из подземных источников. Гидробионты являются геохимическими резервуарами данных элементов, что согласуется с литературными данными. Так, согласно Чернышевой [8], брюхоногие моллюски *Viviparus viviparus* активно накапливают серебро, медь, цинк, что, вероятно, связано с их типом питания. Брюхоногие – безвыборочные собиратели-детритофаги, источники пищи которых, в большей степени, связаны с иловыми растворами.

Наибольшее количество меди накапливается в иле и мягких тканях *Contectiana listeri*, поскольку медь входит в состав дыхательного пигмента брюхоногих моллюсков. Цинк является активатором ферментов в организме гидробионтов. Таким образом, накопление меди и цинка – это отражение физиологических процессов в живых организмах.

Сера, фосфор и хлориды преобладают в мягких тканях моллюсков и в иле, в котором имеют автохтонное происхождение, то есть накапливаются при жизни растениями, а при отмирании поступают в ил.

Высок коэффициент накопления марганца, при этом наибольшее его количество накапливается в растениях. На берегу озера заложена копь на жиле амазонитового пегматита, характерной особенностью которой является большое количество гельвина с содержанием марганца до 35 масс. % [4]. За счет этого вода озера Ильменское обогащается марганцем, который и накапливают гидробионты.

Кальций накапливается раковинами моллюсков, растениями и илом. Железом наиболее обогащены организмы моллюсков, при отмирании которых железо накапливается в иловых массах. Калий преимущественно накапливается растениями и в мягких тканях моллюсков.

Коэффициенты обогащения всех объектов кремнием близки к единице, этот факт позволяет производить сравнение содержания различных элементов по отношению не только к алюминию, но и к кремнию, как это было сделано нами в предыдущей работе [3].

Особенно следует остановиться на таком элементе, как стронций, который накапливается в иле, а также в раковинах моллюсков и в рдесте блестящем. Известно, что стабильный стронций имеет незначительное значение в жизнедеятельности животных и растений, но всегда присутствует в них как неизменный спутник кальция, частично замещая собой последний. В организме гидробионтов Ильменского заповедника стронций накапливается, скорее всего, из воды и ила, в котором его коэффициент накопления

наибольший. Происхождение стронция остается пока неясным. Этот вопрос требует дальнейшей проработки.

Полученные данные будут в дальнейшем использованы в качестве фоновых для биоиндикационных исследований состояния озер Южного Урала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеевко В.А.* Экологическая геохимия: Учебник. М.: Логос, 2000. 627 с.
2. *Krupnova T.G., Mashkova I.V., Kostryukova A.M., Uchaev D.A.* Environmental and biological controls on elemental ratios in shells and muscles of freshwater gastropod *Contectiana listeri* of South Ural // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 15. Albena, 2015. V. 1(3). P. 261–268.
3. *Krupnova T.G., Kostryukova A.M., Mashkova I.V., Artemyev N.E.* Study on hydrobiology and physico-chemical parameters of lake Ilmenskoe, Ilmensky Reserve, Russia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 14. Albena, 2014. V. 1(3). P. 671–678.
4. *Рассомахин М.А.* Гипергенная марганцевая минерализация в амазонитовых пегматитах Ильменских гор // Проблемы и перспективы современной минералогии (Юшкинские чтения – 2014): Материалы минералогического семинара с международным участием. Сыктывкар, 2014. С. 141–142.
5. *Рогозин А.Г., Гаврилкина С.В., Перескоков А.В., Снитко Л.В.* Картирование акваторий водоемов как метод экологического мониторинга // Известия Челябинского научного центра. 2003. № 2 (19). С. 100–104.
6. *Shotyk W., Cheburkin A.K., Appleby P.G., Fankhauser A., KramersYa.D.* Two thousand years of atmospheric arsenic, antimony and lead deposition in an ombrotrophic bog profile, Jura Mountains, Switzerland // Earth and Planetary Science Letter – 1996. V. 145. P. 1–7.
7. *Wedepohl K.H.* The composition of the continental crust // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1995. V. 59 (7). P. 1217–1232.
8. *Чернышева И.В.* Функциональное значение моллюсков в миграции тяжелых металлов: автореф. дис. ...канд. биол. наук. М., 1992. 28 с.

Сведения об авторе:

Артиуков Егор Владимирович, студент, химический факультет, ВО ФГАУ «Южно-Уральский государственный университет», 454080, Россия, Челябинск, ул. Коммуны, 145 кв.327; e-mail: egor.artiukov@yandex.ru

**ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ОЗЕР ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ ПО ДАННЫМ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ LANDSAT**

Голятина М.А.

ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», Чита, Россия
Marina-Sosnina1993@yandex.ru

Ключевые слова: Landsat, MNDWI, дешифрирование космических снимков, степные озера Забайкальского края.

В работе рассмотрены различные методы дешифрирования водных поверхностей со спутниковых снимков Landsat. Выбран наиболее достоверный метод – водный индекс MNDWI. С применением MNDWI выявлены водные поверхности озер Забайкальского края в 1999, 2000 гг. и в 2014 г. Более подробно изучена динамика степных озер юго-восточного Забайкалья.

**THE TRANSBAIKAL KRAY LAKES INVENTORY ACCORDING THE LANDSAT
REMOTE SENSING DATA**

Golyatina M.A.

Zabaikalskiy State University
Chita, Russia
Marina-Sosnina1993@yandex.ru

Key words: Landsat, MNDWI, satellite images deciphering, Transbaikal Kray steppe lakes.

The article considers different methods of water surfaces deciphering from Landsat satellite images. The MNDWI water index has been chosen as the most authentic one. Water surfaces of the Transbaikal Kray lakes were studied with the MNDWI application in 1999, 2000, and in 2014г. The South-Eastern Transbaikalia steppe lakes' dynamics has been studied in more details.

В настоящее время у исследователей по всему миру вызывает большой интерес вопрос об изменении климата. Этот интерес объясним, потому что климат оказывает влияние на многие сферы жизни человека. В региональном масштабе индикаторами изменчивости климата могут выступать морфометрические характеристики озер – уровень, площадь водного зеркала, объем воды, т.к. они в большей степени отражают закономерности и тенденции увлажнения региона, уменьшая случайные составляющие климатических вариаций благодаря своему замедленному водообмену.

В Забайкальском крае в качестве таких индикаторов могут выступать степные содовые озера, расположенные на юго-востоке края. Озера эти, в основном, бессточные, неглубокие (до 5 м), располагаются в плоских котловинах округлой формы и имеют ограниченный водосбор.

Подробное изучение гидрологического режима степных озер является актуальной задачей, однако она осложняется отсутствием систематических наземных наблюдений. Тем не менее, в настоящее время имеется возможность изучать морфометрические характеристики озер с использованием методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) ввиду доступности данных спутникового мониторинга.

Для изучения водных поверхностей суши по данным космического мониторинга в настоящее время активно применяются следующие методы обработки спутниковых

изображений – определение многоканальных спектральных индексов (водных индексов), тематическая классификация с обучением, линейное разделение, одноканальная классификация с использованием порога разделения.

Для установления наиболее достоверного спектрального водного индекса использовались данные LandsatETM+ разрешением 30 м на снимке уровня обработки Level1. Для сравнительного анализа озер использовались снимки LT51260252010273IKR00 за 30 сентября 2010 г. с покрытием облачностью менее 10%. В качестве эталона для сравнения результатов дешифрирования был использован снимок с пространственным разрешением 0,65 м сервиса BingVirtualEarth за максимально близкую дату – 7 сентября 2010 г., и на основе этого снимка проведено визуальное дешифрирование водной поверхности озер. В дальнейшем, площади озер, выделенные по эталонному снимку использовались для сравнения с площадями, определенными по методикам автоматического дешифрирования.

Оценка точности дешифрирования производилась с использованием величины среднеквадратической ошибки:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{i,o} - S_{i,c})^2}{n}} \quad (1)$$

Результаты измерения площадей озер, полученные дешифрированием космических снимков и эталонные измерения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение площадей озер, дешифрированных с использованием водных индексов и величина среднеквадратической ошибки для каждого из методов дешифрирования

Наименование озера	Площади озер, км ²				
	Эталон	AWEInsh	AWEIsh	MNDWI	NDWI
оз. Ножий	11,17	10,89	11,43	11,03	11,12
оз. Кункур	5,50	5,45	6,29	5,57	5,78
оз. Балыктуй	2,01	1,92	2,05	1,96	2,00
оз. Цаган-Нур	5,51	5,50	5,78	5,58	5,63
оз. Укшинда	2,52	2,46	2,64	2,50	2,54
оз. Гашкой	1,35	1,34	1,50	1,37	1,38
оз. Хоточей	1,77	1,73	1,90	1,77	1,80
Среднеквадратическая ошибка (<i>m</i>)	0	0,112	0,302	0,08	0,123

Проверка адекватности методик дешифрирования показала, что наилучшим способом распознавания водных поверхностей для степных озер юго-востока Забайкалья является вычисление индекса MNDWI, имеющего минимальную величину среднеквадратической ошибки (менее 0,08 км²). В дальнейшем, исследование динамики морфометрических характеристик озер Забайкальского края производилось с использованием этого индекса.

В результате исследования выявлено, что за период между 1999(период повышенной водности) и 2014гг. (современное состояние) произошло общее сокращение как количества, так и суммарной площади озер на территории Забайкальского края. Всего за это время исчезло 1326 озер площадью более 1 га, при этом суммарная площадь водной поверхности уменьшилась на 660,63 км², что составляет 37% от площади в 1999 г. Наибольшее уменьшение площади озер отмечается в юго-восточной части Забайкалья, в бассейнах рек Онон, Аргунь и, особенно, в бессточной Удза-Торейской области, где площадь озер сократилась на 531,97 км². На водосборных территориях Ленского бассейна (рр. Витим, Олекма) отмечается небольшое увеличение общей площади озер на 33,92 км², в то время как их количество увеличивается в бассейнах рр. Чара и Олекма, в основном за счет мелких озер размером менее 0,1 км².

У степных озер, так же значительно уменьшилась площадь водных поверхностей, а некоторые озера (Барун-Торей, Хараганаш, Бильчир-Нур, Большая Булугунда, Хилгонта, Горбунка, Цаган-Тором, Ганга-Нур) совсем пересыхали. Временные ряды площадей водного зеркала исследуемых озер между собой хорошо согласуются, о чем свидетельствуют высокий коэффициент линейной корреляции. Проанализировав метеорологические параметры, такие как среднегодовая температура воздуха, испарение и сумму осадков за год, выяснилось, что периоды увеличения водных поверхностей соответствуют периодам увеличения сумм осадков и уменьшения среднегодовой температуры.

Сведения об авторе:

Голятина Марина Алексеевна, магистрант, факультет строительства и экологии, ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», 672039, Россия, Чита; e-mail: Marina-Sosnina1993@yandex.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК Г. НОВОСИБИРСК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Гуляев Р.В.

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»,
Новосибирск, Россия
gyljaevnelson@mail.ru

Ключевые слова: малые реки, экология, загрязнение рек, геоинформационные системы, цифровая модель рельефа.

Представлены результаты экспериментальных работ по геоинформационному анализу экологического состояния малых рек г. Новосибирска. Сформирована цифровая модель рельефа водосборов малых рек, база данных о концентрации загрязняющих веществ за 50-летний период и создана серия комплексных тематических карт.

THE NOVOSIBIRSK MINOR RIVERS ENVIRONMENTAL STATUS ANALYSIS WITH THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS APPLICATION

Gulyaev R.V.

Siberian State University of Geo/systems and Techniques,
Novosibirsk, Russia
gyljaevnelson@mail.ru

Keywords: small rivers, ecology, pollution of rivers, Geographic Information Systems, digital elevation mode.

The article presents results of an experimental work devoted to the geo/information analysis of the Novosibirsk small rivers ecological state. A digital model of the water basin terrain of the minor rivers was formed, as well as database about the concentration of contaminants for 50 years period, and a series of complex thematic maps was created.

Как известно, реки – основа жизни и деятельности людей. Любой населенный пункт является источником загрязнений, особенно тот, где развит промышленный химико-технологический комплекс, который создает неблагоприятные условия, требующие постоянного контроля и мониторинга.

Экология малых рек имеет важное значение, поскольку они выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги. Они определяют также гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек. Главная особенность формирования стока малых рек – их очень тесная связь с ландшафтом бассейна р. Обь, которая обуславливает их уязвимость при чрезмерном использовании не только водных ресурсов, но и водосбора.

Город Новосибирск достиг урбанистических размеров на Приобском плато в долинах рек Оби и Ини, включив постепенно в свою территорию малые реки: Ельцовка-1, Ельцовка-2, Нижняя Ельцовка, Каменка, Камышенка, Плющиха, Тула. Общая протяженность рек составляет до 100 км. К настоящему времени порядка 15 км рек заключено в трубы и водопропускные коллекторы. Для всех малых рек, в среднем и нижнем течении, отмечается захламленность, многочисленные несанкционированные свалки по берегам, без учета гидрологических особенностей ведутся строительные работы вблизи рек, что приводит к поднятию уровня малых рек за счет паводковых вод либо обильных осадков, на 2–3 м. Следовательно, необходим комплексный анализ загрязнений окружающей среды.

Для оценки и пространственного анализа масштабов и интенсивности негативных антропогенных воздействий на водные ресурсы требуется анализ разнородных данных, включающих природные и антропогенные факторы, степень загрязнения, что эффективно реализуется средствами ГИС.

Предложена и реализована методика исследования экологического состояния малых рек средствами ГИС. Она включает следующие основные этапы:

- сбор исходных данных (топокарты, данные ДЗ, результаты анализа проб)
- формирование геоинформационной основы (формирование цифровой модели рельефа, тематических слоев, характеризующих ландшафт и антропогенную нагрузку и базы данных о концентрации загрязняющих веществ)
- пространственный анализ данных
- визуализация результатов

Одним из важных составляющих в геоинформационном анализе малых рек является цифровая модель рельефа (ЦМР), поскольку морфология рельефа в значительной степени определяет перемещение потоков вещества в природе. Так, город делится Обью на западную (левобережную) и восточную (правую) части, резко различающиеся по рельефу, от равнинного в западной до перехода к горному рельефу Салаирского кряжа в восточной. Для построения ЦМР в качестве источника данных использовались листы топографической карты масштаба 1:25 000, набор характерных точек осуществлялся по структурным линиям рельефа, что позволило сформировать вполне адекватную качественную модель (рис. 1). Также, на основе ЦМР был проведен морфометрический анализ водосбора рек и рассчитаны следующие показатели: площадь водосбора, средний уклон реки и водосбора, объем стока в сутки, коэффициент извилистости и т.д.

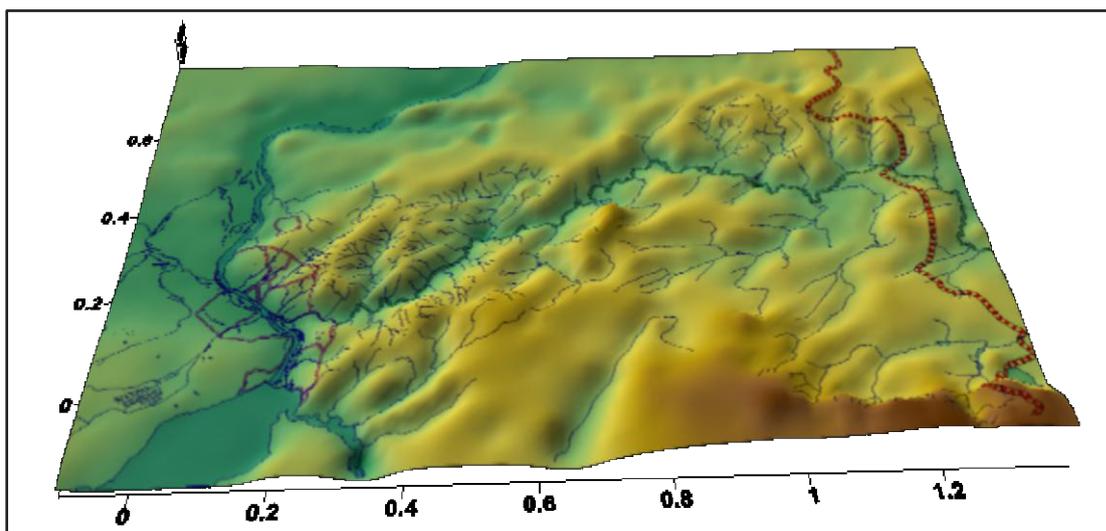


Рис. 1. Трехмерная модель рельефа водосборов малых рек г. Новосибирск

Выполнен комплекс работ по созданию серии комплексных тематических карт, сформирована база данных о концентрации загрязняющих веществ за 50-летний период по данным института санитарии и гигиены г. Новосибирска, а также Западно-Сибирского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Создаваемое геоинформационное обеспечение должно послужить базой для составления экологических паспортов малых рек с рекомендациями по восстановлению экологической обстановки в бассейнах малых рек г. Новосибирска.

Сведения об авторе:

Гуляев Руслан Вахитович, студент, институт кадастра и природопользования, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», 630120, Россия, Новосибирск, ул. Плахотного 10; e-mail: gyljaevnelson@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВТОРИЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ
ВЕРХНЕ-МАКАРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА СОЕДИНЕНИЯМИ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Загайнова Е.В.

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования
и охраны водных ресурсов», Екатеринбург, Россия
ermine1987@yandex.ru

Ключевые слова: тяжелые металлы, донные отложения, вторичное загрязнение.

В работе представлена методика расчета вторичного загрязнения Верхне-Макаровского водохранилища соединениями тяжелых металлов ($Fe_{общ}$, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}), потенциальным источником которых могут являться донные отложения.

**BOTTOM SEDIMENTS INFLUENCE ON THE VERKHNE-MAKAROVSK
RESERVOIR SECONDARY POLLUTION WITH HEAVY METALS**

Zagaynova Y.V.

RosNIIVKh
Ekaterinburg, Russia
ermine1987@yandex.ru

Key words: heavy metals, bottom sediments, secondary pollution.

The paper presents a calculation method of the Verkhne-Makarovsk reservoir secondary pollution with heavy metals compounds (Fe_{total} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}). Bottom sediments might be potential sources of this pollution.

Верхне-Макаровское водохранилище имеет статус резервного водного объекта, из которого осуществляются постоянные попуски в Волчихинское водохранилище – основной источник питьевого и хозяйственного водоснабжения г. Екатеринбурга. Однако в настоящее время экосистема водохранилища не справляется со своей задачей – формирования качества воды, которое бы соответствовало качеству воды водоема рыбохозяйственного значения. Поэтому в рамках проведения работ по разработке программы реабилитации водохранилищ, находящихся в ведении Росводресурсов, в частности Верхне-Макаровского, проводилось комплексное исследование источников загрязнения данного водного объекта.

Было установлено, что основными загрязняющими веществами являются нефтепродукты, органические вещества, биогенные элементы и соединения ряда тяжелых металлов. Поведение последних определяется рядом абиотических факторов водной экосистемы, которые влияют на доступность их использования гидробионтами и степень токсичности свободных ионов металлов, а именно: адсорбция на взвешенных частицах и гидроксидах железа и марганца, образование малорастворимых неорганических соединений и их выпадение из толщи воды в осадок, окисление металлов, обладающих несколькими степенями окисления в зависимости от pH и Eh воды, жесткость воды, гидролиз и комплексообразование.

В связи с этим целью данного проекта стало установление наличия/отсутствия факта вторичного загрязнения соединениями тяжелых металлов ($Fe_{общ}$, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}), потенциальным источником которых могут являться донные отложения.

Исследование вторичного загрязнения воды (или самоочищения) в присутствии донных отложений было проведено в условиях лабораторного эксперимента, что позволило

свести к минимуму посторонние влияния и обеспечить максимальный контроль за динамикой процесса.

Материалом для исследования послужили донные отложения Верхне-Макаровского водохранилища. Для анализа ДО были отобраны пробы в сентябре 2016 года. Часть каждой пробы была отправлена на качественный химический анализ в лабораторию (ДО и поровая вода). Оставшаяся часть проб использовалась в эксперименте. Для этого в аквариумы помещалось фиксированное количество ДО, отобранных с 3 створов, и отстоянной водопроводной воды. В аквариумах поддерживался определенный температурный ($T=21\text{ }^{\circ}\text{C}$) и кислородный режимы (система аэрации). Экспериментальный период был поделен на 2 этапа: первый – безаэрационный (с 1 по 15 сутки); второй – предусматривал аэрирование экспонируемых систем (с 16 по 31 сутки). Эксперимент проводился в условиях отсутствия света, чтобы избежать избыточного фитопродуцирования, в течение месяца. Кроме того, использовался контрольный аквариум, в котором ДО отсутствовали. Отбор проб производился 2 раза в неделю: из каждого аквариума отбиралась проба воды, в которой и определялись концентрации следующих ингредиентов и значения показателей: $\text{Fe}_{\text{общ}}$, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , pH, растворенный O_2 .

Разница в концентрациях ингредиентов за время между отборами и разница с контролем (концентрация веществ в контрольном аквариуме) рассматривалась как динамика процесса вторичного загрязнения/самоочищения. Перед каждым отбором проб при помощи метки оценивался объем испаряемой воды за время от предыдущего отбора и необходимый объем восполнялся дистиллированной водой.

Изменение количества вещества в воде над единицей площади донных отложений за сутки вычислялось по формуле:

$$N = \frac{\Delta X}{ST},$$

где N – изменение количества вещества в воде над m^2 донных отложений за сутки, $\text{mg}/\text{m}^2\text{сут}$;

ΔX – количество вещества, выделившееся за период между взятием проб, $X_n - X_{n-1}$, мг;

S – площадь донных отложений в аквариуме, m^2 ;

T – время между отборами проб, сут.

Результаты занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты расчета вторичного загрязнения соединениями ТМ

Аквариум/створ	Сумма результатов изменения количества вещества в воде над 1m^2 в единицу времени (за месяц), mg/m^2			
	$\text{Fe}_{\text{общ}}$	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}
1 створ Плотина	- 261,133	- 208,003	1,469235	6,166258
2 створ Центр	- 200,597	- 151,375	- 0,86936	0,903369
3 створ с. Курганово	- 85,2008	- 210,114	- 1,83363	0,18778

В ходе экспериментальных наблюдений было установлено, что вторичного загрязнения модельной системы соединениями железа общего и марганца (II) не происходит благодаря достаточному количеству растворенного O_2 , который окислил ионы Fe^{2+} и Mn^{2+} до Fe^{3+} и Mn^{4+} соответственно, и pH, характерному pH природных вод. То есть, благоприятная окислительно-восстановительная обстановка способствовала выводу двухвалентных ионов железа и марганца из систем: происходило образование гидроксидов и оксидов соответствующих металлов и сорбция на взвешенных частицах. Эти факторы и стали лимитирующими для данных условий в рассмотренной модельной системе.

Результаты расчета вторичного загрязнения соединениями меди показали, что для системы с ДО, отобранными в створе, расположенном около плотины Верхне-Макаровского водохранилища, свойственны процессы вторичного загрязнения. Медь преимущественно связывается в комплексы с органическими и неорганическими лигандами в условиях

природных вод и остается подвижной, поскольку образование комплексных соединений препятствует выводу ее из системы. В тоже время в экспериментальных системах 2 и 3 идут процессы самоочищения, что, по всей вероятности, объясняется несколько иными условиями, которые сложились в опытной системе вследствие особенностей состава самих ДО.

Расчеты вторичного загрязнения соединениями цинка показали, что последнее имеет место быть. Это объясняется тем, что в ДО не сложились условия, благоприятствующие удержанию растворимых форм элемента: предположительно, в осадках увеличилась концентрация ионов NH_4^+ вследствие диагенетических процессов, характерных для биогенных веществ, что привело к образованию соответствующих комплексов и высвобождению ионов Zn^{2+} , ранее адсорбированных на гидроксидах Fe и Mn в осадках, в толщу воды за счет концентрационного градиента.

Таким образом, содержание ТМ в ДО и самой водной толще определяется формами существования элементов в толще воды, поровых водах и донных отложениях; условиями протекания диагенетических процессов и антропогенной нагрузкой.

Сведения об авторе:

Загайнова Екатерина Владимировна, ведущий инженер, ФГБУ «Российский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 620049, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: ermine1987@yandex.ru

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОТОКСИЧНОСТИ ВОД ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ИСТОЩЕНИЯ И ДЕГРАДАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Засыпкин П.Д.

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования
и охраны водных ресурсов», Екатеринбург, Россия

pavza@bk.ru

Ключевые слова: истощение и деградация водных объектов, оценка экотоксичности вод, экотоксичность, экологическая опасность, экологический риск, экотоксикация, оценка соответствия требованиям в области охраны водных объектов.

Активная жизнедеятельность человеческого общества вызывает многосторонние изменения в окружающей среде, к которым биологические системы адаптироваться не могут. Актуальность данной темы заключается в необходимости разработки и совершенствования эффективных методов раннего обнаружения тех или иных изменений для контроля и регулирования негативного воздействия на окружающую среду, водные объекты. Выявление и обоснование экологической опасности (риска) для экосистем является актуальной и востребованной задачей. На данный момент не существует единой теории риска и общепринятой терминологии. Современные действующие нормативные документы имеют фундаментальные недоработки, не сбалансированы должным образом, не учитывают климатические и географические факторы. Остается неопределенным понятие «негативного воздействия».

WATERS ECO/TOXICITY ESTIMATION PROBLEMS IN WATER BODIES' DEPLETION AND DEGRADATION STUDIES

Zasyppkin P.D.

RosNIIVKh

Ekaterinburg, Russia

pavza@bk.ru

Ключевые слова: water bodies' depletion and degradation, water eco/toxicity estimation, eco/toxicity, ecological hazard, ecological risk, assessment of compliance with the water bodies' protection requirement.

Active human activity is a reason of the many-side changes in environment that are difficult to be adapted to by certain biological systems. The given theme importance causes the necessity of development and improvement of effective methods for early detection of these changes to be able to control their negative impact upon environment and upon water bodies, in particular. Identification and vindication of an ecological hazard (risk) for ecosystems is the most topical and urgent task. At present there is neither single risk theory nor commonly accepted terminology. Currently acting regulatory acts suffer fundamental drawbacks, they are not balanced properly, and they do not take into account climatic and geographic factors. The "negative impact" notion remains vague.

Цель работы – разработка обеспечивающего прозрачную объективную работу алгоритма оценки экотоксичности супертоксикантов для водных экосистем, с учётом существующих методик и практик, а так же современных тенденций в экологии и экотоксикологии.

Алгоритм оценки экотоксичности должен удовлетворять следующим условиям:

- обеспечивать единое экотоксикологическое многофакторное информативное пространство принципов и критериев оценки воздействий на водные объекты;
- использование прогрессивных математических методов обработки данных;
- вовлечение в систематизацию максимального количества информации;
- выявление маркерных показателей экотоксичности вод;
- способствовать созданию «компромиссных» решений благодаря прозрачности и общей открытости;
- обеспечивать объективный надзор и контроль водоохраной деятельности хозяйствующих субъектов.

В соответствии с международными тенденциями наиболее значимыми проблемами, сопровождающими процесс деградации природных водных объектов, является эвтрофирование и экотоксичность.

Мировое сообщество определилось с маркерными показателями процесса эвтрофикации. Сложнее с систематизацией информации по экотоксичности природных вод. В материалах ЕС по этой проблеме приводится список более чем из двухсот соединений (приложение 3 КПКЗ) без вариантов их градации.

На современном этапе оценки качества окружающей среды наряду с количественным анализом наиболее активно развивающимся направлением является биологический контроль состояния пресных вод, основанный на системах биоиндикации и биотестирования.

Живые организмы постоянно присутствуют в окружающей среде и реагируют на кратковременные и залповые сбросы токсикантов, которые может не зарегистрировать автоматизированная система контроля с периодическим отбором проб воды на анализы.

Биотестирование (биоиндикация), как интегральный метод оценки токсичности водной среды, является необходимым дополнением к химическому анализу.

Из загрязняющих веществ по объему поступления заслуживают внимания прежде всего тяжелые металлы, углеводороды нефти, полихлорированные бифенилы (ПХБ) и полиароматические углеводороды (ПАУ). В отличие от органических загрязняющих веществ, металлы практически вечны, они не разрушаются при воздействии природных факторов. Все тяжелые металлы обладают одним общим свойством: они могут быть биологически активными. Вследствие этого, они включаются в той или иной степени в биологический круговорот, и при определенных биогеохимических условиях и концентрациях тяжелые металлы начинают оказывать токсическое действие на живые организмы.

Соединения металлов в силу высокой токсичности, подвижности и способности к биоаккумуляции представляют опасность не только для человека, но и для всего живого на планете. Кроме того, в отличие от токсикантов органической природы, подвергающихся деструкции, однажды включившись в биогеохимические циклы, они могут сохранять свою биологическую активность практически бесконечно. Поэтому оценка загрязнения экосистем тяжелыми металлами является одной из важнейших задач мониторинга состояния природных сред и здоровья человека.

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

Методы биоиндикации, биотестирования тяжелых металлов биообъектами, а также выбор самих объектов, интенсивно разрабатываются не только за рубежом, но и в нашей стране, на что указывает многообразие научных трудов.

Таким образом, дальнейшие исследования и систематизация данных о влиянии тяжелых металлов на живые организмы очень актуальны, т.к. загрязнение окружающей среды продолжает увеличиваться.

По итогам изучения существующей архивной информации объектом исследования приняты ионы металлов.

При выполнении работы был выполнен анализ существующих документов - методов оценки риска и проанализирована необходимость их внедрения.

По итогам выполненной работы сделан вывод, что при оценке экологических рисков важно теоретическое описание систем (процессов) и построение причинно-следственных связей путем использования морфологического подхода или метода построения деревьев.

Для анализа экологического риска как системы качественных и количественных показателей объекта, предложено применять индексные оценки как меру отклонения от эталона или нормы соответствующей характеристики. Преимуществом применения индексов является простота расчетов, возможность использовать уже существующие методики, возможность приведения информации к единой шкале и её агрегирование.

Мониторинг состояния здоровья человека требует обязательного контроля качества воды по наиболее подверженным водной миграции и биопоглощению маркерным показателям.

Показано, что существуют прагматичные связи между основными методами экотоксикации: биоиндикацией (оценкой качества окружающей среды) и биотестированием (экспериментальным изучением токсических эффектов), а также мониторингом (оценкой риска ухудшения) состояния здоровья человека. Проведено исследование различных вариантов истощения воды водных объектов при существенной фоновой региональной загрязненности биогенами или ионами металлов.

Сведения об авторе:

Засыпкин Павел Дмитриевич, инженер, сектор технического регулирования водопользования, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: pavza@bk.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ОБУСТРОЙСТВА ВОДОСБОРОВ
ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО БАШКОРТОСТАНА**

Камалетдинова Л.А.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», Уфа, Россия
lili-xa@yandex.ru

Ключевые слова: водосборы, водные объекты, комплексное обустройство, экологическая реабилитация, мелиорации, экологическая устойчивость, рекультивация.

Проанализированы мероприятия по экологической реабилитации водных объектов и их взаимосвязь с комплексным обустройством территорий водосборов.

**THE USE OF THE CATCHMENT COMPREHENSIVE DEVELOPMENT IN
ECOLOGICAL REHABILITATION OF THE WESTERN BASHKORTOSTAN STEPPE
ZONE WATER BODIES**

Kamaletdinova L.A.

Bashkir State Agrarian University
Ufa, Russia
lili-xa@yandex.ru

Key words: catchments, water bodies, comprehensive development, ecological rehabilitation, melioration, environmental sustainability, reclamation.

Some actions aimed at water bodies' ecological rehabilitation and their interconnection with the catchment territories comprehensive development.

Современное экологическое состояние водных объектов и их водосборов, можно назвать критическим. Эти два компонента природной системы тесно связаны и не существуют одно без другого, их объединяет единый экологический каркас. Ухудшения состояния одного из компонентов, влечет непосредственное снижение экологической устойчивости другого.

В целом, экологическая реабилитация водных объектов и комплексное обустройство территорий водосборов решают общие экологические задачи, направленные на повышение качества вод и создание сбалансированных водных систем.

Цель проекта – изучить возможность применения мероприятий комплексного обустройства для решения задач экологической реабилитации водных объектов.

Задача проекта: проанализировать мероприятия по экологической реабилитации водных объектов и выявить возможность решения каждого отдельного мероприятия путем использования комплексного обустройства территорий.

Для комплексного обустройства использовали классификацию по природно-климатическим показателям, рассмотренную в работах А.И. Голованова, А.Р. Хафизова. Согласно этой классификации на территории Западного Башкортостана выделено пять групп: лесная, лесолуговая, лесостепная, лугостепная и степная.

В проекте рассмотрены мероприятия экологической реабилитации и возможности их решения путем комплексного обустройства территорий водосборов.

1. При экологической реабилитации территорий осуществляются проектно-изыскательские работы. Данные мероприятия схожи и для комплексного обустройства

территорий. Проводятся картографические исследования земельных угодий, также проводятся лабораторные исследования.

2. Мероприятия по очистке акватория от мусора и загрязнений донных отложений. Комплексное обустройство предусматривает ряд мер для возможного решения и предупреждения данной проблемы: борьба с эрозией и дефляцией почв, берегоукрепление, обустройство гидрографической сети.

3. Мероприятия по рекультивации водосборных территорий. Необходимо провести работы, направленные на оптимизацию и восстановление экологического каркаса территорий, урегулировать эколого-геохимическую устойчивость почв водосборов и провести необходимые способы мелиорации на землях водосборов.

4. Мероприятия по берегоукреплению. Противооползневые и противоэрозионные мероприятия. При комплексном обустройстве подразумевают применение агротехнических приемов.

5. Мероприятия по аккумуляции и очистке дренажных и ливневых вод, подпитывающих водоемы. При комплексном обустройстве территорий данная задача экологической реабилитации решается комплексом нескольких мер: облагораживание местной гидрографической сети и создание искусственных водоемов, регулирование эколого-геохимической устойчивости почв водосборов.

6. Мероприятия по заселению водоемов гидробионтами, высадка водной растительности. При комплексном обустройстве восстанавливается экологическая устойчивость водосборов и водных объектов, повышается качество вод, что, в свою очередь, стимулирует естественный прирост и активизацию гидробионтов и водной растительности.

7. Проект по благоустройству, озеленению, ландшафтному дизайну прибрежных и рекреационных зон. Все мероприятия по комплексному обустройству территорий водосборов способствуют дальнейшему проведению на водосборных территориях благоустройства территорий.

При изучении водосборов Западного Башкортостана был проведен картографический анализ рек и водосборов Западного Башкортостана. Проведенный анализ хозяйственно-техногенного состояния водосборов показал, что воздействие техногенных факторов особенно сильно сказалось в степных зонах. Для ориентировочной сравнительной оценки водосборов нами использован коэффициент экологической устойчивости. Фактическая экологическая устойчивость группы соответствует низкой степени ($K_c = 0,35$). Общая задача оптимизации – повышение средней устойчивости группы водосборов.

Степная зона сильно подвержена эрозии и повсеместному карсту, как следствие образования оврагов. Необходимы работы по борьбе с эрозией и борьба с оврагами. Работы по облагораживанию местной гидрографической сети включают в себя регулирование рек путем расчистки и спрямления русел, строительство водохранилищ для регулирования стока и уменьшения весенних разливов, регулирование водного и твердого стока на водораздельных пространствах путем снегозадержания, увеличения впитывания талых и дождевых вод, накопление влаги в почве, регулирование влажности воздуха, залесение песков. Катенам лугостепной и степной групп водосборов рекомендуются следующие методы мелиораций: орошение; осушение.

Относительная продуктивность водосборов в результате водных мелиораций возрастет в 3,3 раза.

Водосборам степной группы рекомендуются следующие соотношения земельных угодий: 14% (широколиственные леса) + 63% (водоемы, водохранилища, луга и пастбища) + 18% (пашни) + 5% (урбанизированные и прочие земли).

Экологический каркас разделен на крупные природные массивы, способные к саморегуляции. У водосборов степной группы необходимо не только восстановление, но и формирование новых биокоридоров, связывающих биоцентры (крупные природные массивы) путем создания водоохраных зон вдоль водотоков и лесополос – вдоль пашен. В целом по группе исключить деградацию пастбищ, истощение и эрозию почв. После

оптимизации экологическая устойчивость группы водосборов повышается в 1,5 раза. Данные мероприятия не только повысят экологическую устойчивость водосборов, но и улучшат экологическое состояние водных объектов.

Обустроенные и облагороженные водосборные территории – это залог качества и продуктивности водных объектов, один из факторов повышающих и создающих устойчивый экологический каркас.

В данном научно-исследовательском проекте, были изучены возможность использования мероприятий комплексного обустройства территорий для решения задач экологической реабилитации водных объектов. Анализ данных мероприятий показал, что они во многом схожи и решают практически одинаковые проблемы.

Сведения об авторе:

Камалетдинова Лилия Айратовна, аспирант, факультет природопользования и строительства, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», 450078, Россия, Уфа, ул. Владивостокская, д.12, кв. 349; e-mail: Lili-xa@yandex.ru

**РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ
ОЦЕНКИ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА СОСТОЯНИЕ
ВОД АКВАТОРИИ БУХТЫ ЗОЛОТОЙ РОГ**

Кролевецкая Ю.В., Азеева Е.Ю., Федченко Т.Ю.

Дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт
комплексного использования и охраны водных ресурсов», Владивосток, Россия
iwf@vlad.ru

Ключевые слова: акватории морских водных объектов, источники загрязнения, качество воды водных объектов, геоинформационная система.

В статье рассмотрены результаты разработки структуры геоинформационной системы, предназначенной для комплексной оценки негативных факторов, воздействующих на состояние вод акватории бухты Золотой Рог. Основой данной геоинформационной системы служит цифровая карта бухты Золотой Рог и прилегающей территории г. Владивостока. Также в структуру данной системы внесены данные основных негативных факторов, таких как выпуски сточных и ливневых вод, участки акваторий предприятий – водопользователей, сеть водосборных бассейнов бухты Золотой Рог. Представлены задачи и методы их реализации, для комплексной оценки негативных факторов в изменяющихся условиях.

**DEVELOPMENT OF A GEO/INFORMATION SYSTEM FOR COMPREHENSIVE
ASSESSMENT OF THE NEGATIVE FACTORS AFFECTING THE STATE OF WATER
AREAS OF THE ZOLOTROY ROG BAY**

Krolevetskaya Y.V., Azeyeva E.Y., Fedchenko T.Y.

Far Eastern Branch of RosNIIVH,
Vladivostok, Russia
iwf@vlad.ru

Key words: water areas of marine water bodies, sources of pollution, water quality of water bodies, geo/information system.

The article considers the results of the development of a geo information system intended for comprehensive assessment of negative factors affecting the state of the water areas of the Golden Horn Bay. This geo/information system is based on the digital map of the Zolotoy Rog Bay and the adjacent territory of Vladivostok. Also, the system includes the data of the main negative factors such as emissions of sewage and storm water, water areas of water consuming enterprises and the net of the Zolotoy Rog Bay catchments. Tasks and their implementation methods for comprehensive assessment of the negative factors under changing conditions are presented in this article as well.

Негативные тенденции в изменении экологического состояния прибрежных морских акваторий связаны, в большинстве случаев, с высокой степенью антропогенной нагруженности на морские водные объекты. Данная ситуация требует надежных комплексных решений, позволяющих своевременно оценить и предотвратить возникающие негативные последствия, связанные с ухудшением качества среды обитания.

В настоящее время большинство морских акваторий, на берегах которых располагаются города, порты, крупные промышленные объекты, имеет ряд проблем, связанных с ухудшением их экологического состояния. Основными источниками загрязнений прибрежной зоны являются муниципальные и промышленные сточные воды,

речной сток и атмосферный перенос, прямые поступления в море мусора и нефтепродуктов, гидротехнические работы [1].

Для решения проблемы разрабатываются различные управленческие механизмы. Для оценки воздействия хозяйственной деятельности осуществляется контроль и мониторинг за состоянием водных объектов со стороны административных органов, природоохранных служб, научных и производственных организаций [2].

В данной работе предлагается к рассмотрению геоинформационная система для комплексной оценки негативных факторов, воздействующих на состояние вод акватории бухты Золотой Рог.

Бухта Золотой Рог находится в заливе Петра Великого Японского моря, на берегах которой располагается морской порт Владивосток. Порт Владивосток является одним из крупнейших портов России в Тихом океане, обладает рядом преимуществ по своему географическому положению и очертанию береговой линии. В порту перерабатываются как каботажные, так и экспортно-импортные генеральные грузы широкой номенклатуры (навалочные, насыпные, рефрижераторные, наливные (нефтепродукты), рыбопродукция, лес и пиломатериалы, контейнеры, автомобили и строительная техника), включая опасные. Хозяйственную деятельность в порту осуществляют 20 стивидорных компаний [3].

На протяжении длительного времени экологическое состояние бухты Золотой Рог остается очень неблагоприятным, в связи с открытием Свободного порта Владивосток, антропогенная нагрузка на бухту увеличится, что в свое время может привести к ухудшению и без того неудовлетворительного состояния данного объекта.

Представляемая геоинформационная система предполагает внесение всех источников загрязнения на картографическую основу бухты Золотой Рог, а также доступных сведений об объемах и концентрациях загрязняющих веществ, поступающих в бухту с данных источников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бакланов П.Я., Арзамасцев А.С., Качур А.Н.* и др. Природопользование в прибрежной зоне (проблемы управления на Дальнем Востоке России). Владивосток: Дальнаука, 2003. 251 с.
2. Комплексное управление прибрежными зонами в концепции устойчивого развития территории и природопользования [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pacificinfo.ru/data/cdrom/kis/html/2_1.html.
3. Морской порт Владивосток [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pma.ru/vladivostok/>.

Сведения об авторах:

Кролевецкая Юлия Викторовна, научный сотрудник, дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 690014, Россия, Владивосток, пр. Красного Знамени 66; e-mail: 66 iwf@vlad.ru

Азеева Елена Юрьевна, инженер, дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 690014, Россия, Владивосток, пр. Красного Знамени 66; e-mail: 66 iwf@vlad.ru

Федченко Татьяна Юрьевна, инженер, дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 690014, Россия, Владивосток, пр. Красного Знамени, 66; e-mail: iwf@vlad.ru

**СЕЛЕКТИВНЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ
ДЛЯ ОЧИСТКИ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД И
ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

Куляева И.О., Воронина А.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина», Екатеринбург, Россия
kio_kms7003@mail.ru

Ключевые слова: радиоактивно-загрязненные воды, алюмосиликаты, глауконит, клиноптилолит, ферроцианиды, сорбция, селективность, цезий, потенциал связывания радиоцезия.

Разработаны селективные сорбенты на основе природных алюмосиликатов глауконита и клиноптилолита для очистки радиоактивно-загрязненных природных вод, в том числе вод сложного солевого состава (морская вода, почвенные растворы, подземные воды), переработки жидких радиоактивных отходов. Проведены исследования статистики сорбции и селективности сорбции радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr природными и модифицированными алюмосиликатами на фоне катионов Na^+ и Ca^{2+} , установлены концентрационные диапазоны селективности, определены потенциалы связывания радионуклидов и ёмкости селективной сорбции.

**SELECTIVE SORBENTS ON THE BASIS OF NATURAL ALUMINUM SILICATES FOR
RADIOACTIVELY CONTAMINATED WATERS AND LIQUID RADIOACTIVE WASTE**

Kulyaeva I.O., Voronina A.V.

Ural Federal University
Ekaterinburg, Russia
kio_kms7003@mail.ru

Key words: radioactively contaminated waters, aluminum silicates, glauconite, clinoptilolite, ferrocyanides, sorption, selectivity, cesium, radio/cesium interception potential.

Selective sorbents based on natural aluminum silicates (glauconite and clinoptilolite) were developed for decontamination of radioactively contaminated natural waters including water with a complex salt composition (seawater, soil solutions, underground water) and for liquid radioactive waste treatment. Statics of sorption and selectivity of the natural and modified aluminum silicates for ^{137}Cs and ^{90}Sr over Na^+ and Ca^{2+} was studied. Concentration ranges of selective sorption were determined; radiocesium interception potentials (RIP) and capacities of selective sorption were calculated.

Несмотря на все существующие меры, связанные с радиационной безопасностью, техногенные радионуклиды продолжают поступать в водные объекты и почвы. Источниками поступления радионуклидов в окружающую среду являются предприятия ядерного топливного цикла, аварийные и чрезвычайные ситуации, ядерные взрывы в промышленных и хозяйственных целях. Неизбежным следствием использования ядерной энергии является образование радиоактивных отходов. Попадая в окружающую среду, радионуклиды с водными потоками мигрируют на огромные расстояния от самого источника поступления и, как следствие, образуются все новые и новые зоны радиоактивного загрязнения. Наибольшую радиоэкологическую опасность для живых организмов представляют долгоживущие радионуклиды, которые обладают повышенной радиотоксичностью и хорошо

растворяются в воде. Поэтому важной задачей является очистка природных и сточных вод, загрязненных долгоживущими радионуклидами цезий–137 и стронций–90.

Для проведения реабилитационных работ по очистке больших объемов радиоактивно-загрязненных природных вод, в том числе и питьевой воды, предотвращения попадания радионуклидов через почву в подземные и поверхностные воды, возвращения загрязненных почв в сельскохозяйственный оборот могут быть использованы сорбционные материалы, обладающие дешевизной и доступностью. Такие сорбционные материалы могут быть получены путем модифицирования природных алюмосиликатов.

Для извлечения радионуклидов из растворов сложного солевого состава (природные радиоактивно-загрязненные воды, высокосолевые отходы, почвенные растворы) необходимы селективные сорбенты, поглощающие радионуклиды на фоне высоких концентраций элементов-аналогов. Поэтому при разработке новых сорбционных материалов большое значение имеет исследование их селективности и специфичности. Исследование влияния модифицирования алюмосиликатов на состав, структуру, селективность сорбционных центров, механизмы сорбции, потенциалы связывания радионуклидов является актуальной задачей.

Разработаны сорбенты на основе природных алюмосиликатов глауконита и клиноптилолита. В работе проведены исследования статистики сорбции и селективности сорбции радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr природными и модифицированными алюмосиликатами на фоне катионов Na^+ и Ca^{2+} , установлены концентрационные диапазоны селективности, определены потенциалы связывания радионуклидов и емкости селективной сорбции.

FES природных и модифицированных алюмосиликатов по отношению к цезию определяли в условиях блокирования неселективных поверхностных сорбционных мест ионами Ca^{2+} . Потенциал связывания радиоцезия определяли на фоне KCl с концентрацией 0,0005 моль/л и рассчитывали по формуле.

$$\text{RIP}(\text{K}) = K_d(^{137}\text{Cs}) \cdot [\text{K}^+]$$

Результаты исследования селективности сорбции цезия природными и модифицированными ферроцианидом никеля-калия алюмосиликатами приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры селективной сорбции ^{137}Cs природными и модифицированными алюмосиликатами

Сорбент	СОЕ, мг/г	FES, мг/г	RIP, ммоль/кг
Природный глауконит	114 ± 11	14,8 ± 1,5	8,6 · 10 ³
НКФ-глауконит	211 ± 15	138 ± 14	6,1 · 10 ⁵
Природный клиноптилолит	224 ± 28	135 ± 10	2,1 · 10 ³
НКФ-клиноптилолит	402 ± 28	136 ± 12	5,0 · 10 ⁶

Полученные результаты показали, что вследствие модифицирования ферроцианидом никеля-калия глауконита увеличивается не только статическая обменная емкость по цезию, но и существенно увеличивается емкость селективных центров. FES изменяется с 12 до 65% от СОЕ. Для клиноптилолита такого эффекта не отмечено. Наблюдается увеличение СОЕ, но емкость селективных центров остается сопоставима для природного и модифицированного клиноптилолита. При этом емкость селективных центров составила 30–33% от СОЕ. Из результатов, представленных в табл. 1, также очевидно, что модифицирование алюмосиликатов ферроцианидами приводит к возрастанию в 100–1000 раз потенциала связывания радиоцезия по сравнению с природными алюмосиликатами.

В природных алюмосиликатах поверхностные сорбционные центры, представленные группами Si–O–H не являются селективными. При поверхностном модифицировании большая часть неселективных сорбционных центров алюмосиликатов, преобразуется в

ферроцианидные центры, селективные к цезию. Вследствие чего, селективность модифицированных ферроцианидами сорбентов возрастает.

Для природного клиноптилолита на всей области концентраций натрий конкурирует с цезием за заполнения сорбционных центров и наблюдается снижение коэффициента распределения, при концентрации $\geq 1,3$ моль/л натрий полностью подавляет сорбцию цезия. Самой высокой селективностью на области концентраций натрия от 10^{-4} до 2 моль/л обладает НКФ-клиноптилолит: коэффициент распределения ^{137}Cs составляет $\lg K_d = 4,5 \pm 0,4$ мл/г, коэффициент разделения $K_{\text{разд}} (\text{Cs}/\text{Na}) = 251$.

Самой низкой селективностью к цезию в присутствии катиона Ca^{2+} обладает природный клиноптилолит, коэффициент распределения снижается с увеличением концентрации кальция на все рассматриваемом интервале концентраций. Самой высокой селективностью обладает сорбент НКФ-клиноптилолит, для которого коэффициент распределения составляет $\lg K_d = 5,6 \pm 0,1$ мл/г, при концентрации кальция более 0,5 моль/л происходит незначительное снижение $\lg K_d = 5,4 \pm 0,1$. Отмечено, что в растворах CaCl_2 аномально высокие коэффициенты распределения проявляет природный глауконит: в области концентраций кальция от 10^{-4} моль/л до 0,5 моль/л $\lg K_d = 5,2 \pm 0,3$ мл/г. Коэффициенты распределения цезия НКФ-глауконитом совпадают в пределах погрешности с природным глауконитом.

Полученные результаты показали, что ферроцианидные сорбенты на основе природных алюмосиликатов НКФ-клиноптилолит и НКФ-глауконит вследствие своей высокой специфичности и селективности к радионуклидам ^{137}Cs и ^{90}Sr являются перспективными сорбентами для очистки радиоактивно-загрязненных природных вод, в том числе вод сложного солевого состава (морская вода, почвенные растворы, подземные воды), переработки жидких радиоактивных отходов.

Сведения об авторах:

Куляева Ирина Олеговна, аспирант, физико-технологический институт, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 620062, Россия, Екатеринбург, пр-т Ленина, 62/2–26; e-mail: kio_kms7003@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРА
НЕФТЕПРОДУКТОВ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ХРАНИЛИЩ И НАКОПИТЕЛЕЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД И ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДНЫХ
АКВАТОРИЙ
ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ**

Күдабаева М.Ә., Жангужинов Е.М.,

Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан
moka-web@mail.ru, zhanguzhinov.a@mail.ru

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, аварии, танкеры, сточная вода, хранилища, накопители, боны, сорбенты, нефтесборщики-скиммеры.

В статье рассмотрены способы загрязнения водной среды нефтью и ее продуктами. Показано, что нефтяное загрязнение мирового океана является важнейшей проблемой экологии и наиболее приемлемым оборудованием для ее ликвидации являются нефтесборщики-скиммеры. На основе проведенного анализа достоинств и недостатков известных нефтесборщиков разработано новое устройство, позволяющее быстро и эффективно собирать нефть и ее продукты с водной поверхности при аварийных разливах и улучшать экологическую обстановку в местах хранения и сбора сточных вод, содержащих нефтепродукты.

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR COLLECTION OF
PETROLEUM PRODUCTS FROM INDUSTRIAL WASTE WATERS DUMPS AND
ACCUMULATORS AND NATURAL WATER AREAS WATER SURFACES IN CASE OF
EMERGENCY SPILLS**

Kudabayeva M. Ә., Zhanguzhinov Y.M.,

M. K. Dulati Taraz State University,
Taraz, Kazakhstan
moka-web@mail.ru, zhanguzhinov.a@mail.ru

Key words: oil, petroleum products, accidents, танкеры, waste water, dumps, accumulators, боны, sorbents, oil-collecting skimmers

The article considers certain methods of water environment contamination with oil and its derivatives. It has been shown that the world ocean petroleum contamination is the most important problem of ecology and oil-collecting skimmers are the most acceptable tools for its liquidation. A new device which enables to collect oil and its products from water surfaces in case of emergency spills and to improve ecological situation at waste water dumps containing petroleum products has been developed on the basis of the currently used oil-collectors advantages and drawbacks analysis.

Нефтяное загрязнение влияет на жизнь всего Мирового океана, является главнейшей проблемой экологии, которое наносит жестокий удар по биологическому равновесию водной среды.

Основными способами загрязнения водной среды нефтью и ее продуктами являются техногенные экологические катастрофы, естественное поступление, а также хозяйственная и производственная деятельность человека.

К числу наиболее распространенных экологических катастроф относятся техногенные экологические катастрофы, вызванные разливами нефти при авариях на танкерах.

Естественное поступление нефти в воды Мирового океана осуществляется из трещин и расщелин в морском дне.

Особое место среди производственных нефтесодержащих загрязнителей окружающей среды занимают сточные воды, в которых наиболее широко распространены загрязняющими элементами являются нефть и ее продукты (керосин, мазут, масла и их примеси).

Отделить нефть или ее продукты с поверхности воды можно фильтрованием, адсорбцией, сепарацией в поле центробежных сил [1, 2]. Однако в силу ряда причин, по мнению отдельных авторов, использование этих методов не находит широкого применения.

Для ликвидации аварийных разливов, на сегодняшний день более или менее успешно применяются боновые заграждения, обработка нефти сорбентами с удельным весом более единицы, с последующим осаждением сорбента с собранной нефтью на дно водоема, и с удельным весом менее единицы, с последующим сбором с поверхности водоема, сжигание нефти непосредственно на поверхности воды, а также механические нефтесборщики с сепарацией водонефтяной эмульсии на месте разлива нефти.

За исключением механических нефтесборщиков и использования легких сорбентов вышеперечисленные методы вносят вторичное загрязнение в окружающую среду и применяются только в специальных случаях.

Наиболее приемлемым нефтесборным оборудованием для ликвидации аварийных разливов нефти и ее продуктов и сбора с водной поверхности хранилищ и накопителей являются нефтесборщики – скиммеры. Качественный скиммер помогает быстро и эффективно собирать нефть с водной поверхности.

Проведенный патентный поиск [3; 4; 5; 6; 7; 8; 9] и анализ известных нефтесборщиков – скиммеров позволяет сделать следующие выводы:

- по способу передвижения скиммеры бывают буксируемыми, переносимыми, самоходными и стационарными;
- принцип действия нефтесборщиков основан на использовании вращающихся дисков, щеток, непрерывных лент, к которым за счет сил вязкости налипают нефтепродукты с последующим удалением механическим способом; на использовании порогов, через которые переливаются нефтепродукты, отделяются от воды, а затем откачиваются в емкости; на использовании разряжения, вследствие чего под воздействием вакуума происходит засасывание нефтепродуктов с водой, после чего отстоянная нефть откачивается насосом; на использовании омагничивания частиц нефти и нефтепродуктов;
- большинство известных устройств предназначены для работы в стационарных условиях для сбора нефтепродуктов на ограниченной водной акватории;
- к конструктивным недостаткам можно отнести низкую мобильность, ограниченную поверхность сбора нефтепродуктов рабочими органами, сложность эксплуатации, недостаточно эффективные способы обезвреживания нефтепродуктов;
- оснащение нефтяных компаний характеризуется недостаточным количеством таких специальных средств, как скиммеры. При этом имеющиеся средства не вполне подходят для локализации и сбора нефтепродуктов с поверхности хранилищ, накопителей и естественных водных акваторий.

Разработанное нами устройство (рис. 1) [10] по способу передвижения может быть самоходным или буксируемым.

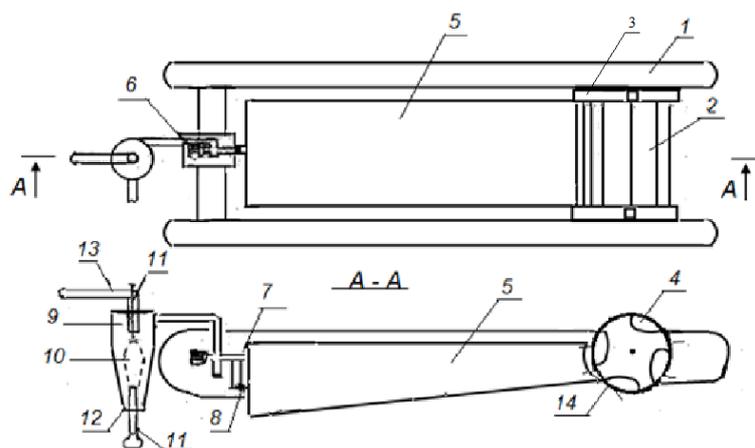


Рис. 1. «Устройство для сбора жира и нефти с водной поверхности». Инновационный патент № 30966 РК. 1 – катамаран; 2 – нефтесборный барабан; 3 – жесткие лопасти; 4 – нефтесборные каналы; 5 – бак; 6 – насос; 7–8 – патрубки; 9 – гидроциклон; 10 – каплевидный перфорированный сборник гидроциклона; 11 – регулировочный винт; 12 – шламовый патрубок; 13 – сливной патрубок; 14 – отбойник.

В зависимости от толщины слоя нефтепродуктов на водной поверхности, нефтесборный барабан 2 устанавливается на определенной высоте. При движении устройства жесткие лопасти 3, прикрепленные к барабану, начинают вращать барабан 2 и забранная нефтесборными каналами смесь воды и нефтепродуктов поступает в сборный бак 5, где происходит частичное фазовое расслоение смеси. При включении насоса 6, верхний слой водонефтяной эмульсии поступает в гидроциклон 9, в котором образуются два потока – восходящий и нисходящий. При помощи установленного внутри гидроциклона, поверхности раздела восходящего и нисходящего потоков [11] каплевидного перфорированного сборника 10, снабженного регулировочным винтом 11, обеспечивающим его перемещение вдоль оси аппарата, за счет центробежных сил более тяжелая, имеющая большую плотность фаза (вода, тяжелые примеси) отводится через шламовый патрубок 12, а легкая фаза (нефтепродукты) через границу раздела потоков стремится к сливному патрубку 13 и в перфорированный сборник 10, каплевидная форма которого способствует более полному поступлению в сборник легкой фазы, которая отводится через патрубок 14, в емкость для временного хранения нефтепродуктов. Качество и количество примесей, поступающих в сборник легкой фазы, регулируется с помощью винта 11. Для обеспечения беспрепятственного отвода продуктов разделения гидроциклон устанавливается с возможностью изменения вертикального положения. Более тяжелая часть жидкости (вода и тяжелые примеси), выделившаяся в баке 5, откачивается насосом 6 при закрытой задвижке на патрубке 7 и открытой на патрубке 8. Для увеличения производительности устройства, при установке барабана 2 в верхнем положении к передней кромке бака крепится отбойник 14.

ВЫВОДЫ

Предлагаемое устройство можно использовать как мобильное средство, позволяющее ликвидировать аварийные разливы нефтепродуктов с поверхности естественных водных акваторий, а также существенно улучшить экологическую обстановку в местах хранения и сбора сточных вод содержащих нефтепродукты.

Устройство обладает следующими преимуществами:

- не требует затрат электроэнергии для вращения рабочего органа нефтесборного барабана;
- обеспечивает сбор нефтепродуктов с поверхности воды в движении;

- позволяет увеличить, по сравнению с существующими скиммерами, ширину захвата нефтепродуктов с поверхности воды;
- увеличивает эффективность разделения собранной водонефтяной эмульсии по фазам (вода + нефть);
- позволит очищать поверхность существующих хранилищ и накопителей нефтесодержащих сточных вод, а также учитывая высокую скорость распространения загрязнения нефтепродуктами поверхности естественных водных акваторий, ускорить ликвидацию аварийных разливов нефти, решая главнейшие задачи экологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булатов А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ю. Шеметов. М.: Недра, 1997. 483 с.
2. Дегтярев Г.В. Совершенствование методов и средств по сбору нефтепродуктов с поверхности воды / Г.В. Дегтярев, В.Н. Гетман, О.Г. Дегтярева // Разработка эффективных технологий повышения качества строительства и надежности зданий и сооружений: сб. науч. тр. / КубГАУ, Краснодар, 2000. Вып. 384 (412). С. 21–24.
3. Патент 2190724 РФ Устройство для сбора нефтепродуктов с поверхности воды / Дегтярева О.Г., Гетман В.Н., Дегтярев Г.В.; опубл. в БИ, 2002. №28.
4. Патент 2228997 РФ. Устройство для регулирования сбора нефтепродуктов с поверхности воды / Дегтярев Г.В., Дегтярева О.Г.; опубл. в БИ, 2004. №14.
5. Патент 2006549 РФ. Устройство для сбора нефтепродуктов с поверхности воды / Иванов В.Г.; опубл. в БИ, 1994. №2.
6. Патент 2006550 РФ. Устройство В.М. Пивоварова для сбора нефтепродуктов с поверхности воды. / Пивоваров В.М.; опубл. в БИ, 1994. №2.
7. Патент 2010090 РФ. Устройство для сбора нефтепродуктов с поверхности воды / Дмитриев В.Г., Гончаров В.В.; опубл. в БИ, 1994. №12
8. Патент 2259443 РФ. Устройство для сбора нефти с поверхности воды / Соколов Э.М., Панарин В.М., Володин Н.И., опубл. в БИ, 2005. №4.
9. А.с. 26399 KZ. Передвижная установка для сбора нефти и жира / Жангужинов Е.М., Джумабеков А.А., Жангужинов А.Е.; опубл. в БИ, 2012. №11.
10. А.с. 91876 KZ. Устройство для сбора жира и нефти с водной поверхности / Кудабаяева М., Жангужинов Е.М., Жангужинов А.Е.; опубл. в БИ, 2016. №3.
11. Абдураманов А.А. Форма и параметры поверхности нулевых осевых скоростей в гидроциклоне / Абдураманов А.А., Жангужинов Е.М. // Известия ВУЗов. «Строительство и архитектура». 1983. №12. С. 96–100.

Сведения об авторах:

Кудабаяева Мәлдир Әлімжанқызы, студентка, факультет Водное хозяйство, экология и строительство, Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати, H16DOP1, Казахстан, Жуалинский р-н, с. Бурное, ул. Наурыз, 6; e-mail: moka-web@mail.ru

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ПО ОРГАНИЗАЦИИ
УЧАСТКА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКА НА ПРЕДПРИЯТИИ ВОДОПОДГОТОВКИ**

Максимов А.Ф.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина», Екатеринбург, Россия
maks-not@mail.ru

Ключевые слова: водоподготовка, обезвоживание осадка, утилизация осадка, эколого-экономическая эффективность, обоснование проекта, окружающая среда.

В статье рассматриваются проблемы размещения и обработки образующегося осадка на предприятиях водоподготовки. В настоящее время на большинстве водопроводных станций не организовано повторное использование промывных вод и применение технологий обезвоживания осадка. Сброс таких вод приводит к загрязнению источников водоснабжения. В работе рассматривается проект по организации участка обезвоживания осадка на МУП «Водоканал», проводится его эколого-экономическое обоснование.

**ECOLOGO/ECONOMIC VALIDATION OF A PROJECT ON ORGANIZATION
OF A RESIDUE DEHYDRATION DIVISION AT A WATER TREATMENT PLANT**

Maksimov A.F.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia
maks-not@mail.ru

Key words: water treatment, residue dehydration, residue utilization, ecological/economic effectiveness, validation of project, environment.

The article discusses issues of the water treatment residue disposal and treatment. At present most of water supply plants do not have wash-waters secondary use facilities and do not apply any residue-dehydration techniques. Such waters discharge causes water supply sources pollution. The paper considers a project on organization of a residue dehydration sector at Vodokanal municipal water supply plant and its ecological feasibility study.

В связи с изменениями климатических условий, которые оказывают заметное влияние на перераспределение водных ресурсов, внимание общества все сильнее привлекает проблема состояния и использования водных ресурсов, которые являются одним из основополагающих и динамичных элементов богатства РФ.

Обеспечение населения чистой водой решается с помощью водоподготовки, в процессе которой образуются отходы в виде промывных вод фильтров и осадка. В среднем, объем промывных вод фильтров составляет 7–10 % от среднесуточного водопотребления. Сброс этих вод в водоем приводит к его загрязнению.

Проблема безопасного размещения и экологически оправданной утилизации водопроводного осадка чрезвычайно актуальна для России, где основными источниками централизованного водоснабжения являются поверхностные воды, доля которых в общем объеме водозабора составляет 68 %. Водоснабжение многих крупных городов страны практически полностью базируется на поверхностных водоисточниках.

Около 90 % поверхностной воды, поступающей на водопроводные станции, подвергается обработке с удалением избыточных примесей и обеззараживанием, при этом на

большинстве водопроводных станций обработка промывных вод и обработка образующегося осадка не производится. Отчасти это обусловлено тем, что действующими в период создания таких станций нормативами, утилизация образующегося при очистке поверхностных вод осадка не предусматривалась. В лучшем случае, осадок, как правило, накапливался и продолжал размещаться в накопителях или на иловых площадках. В окрестностях многих станций размещены значительные объемы накопленного осадка. Проблема обработки водопроводного осадка справедливо считается одной из наименее разработанных, наиболее технически сложной и дорогостоящей. В настоящее время, в условиях ужесточения экологического законодательства эта проблема становится еще более актуальной.

В Свердловской области качество поверхностных вод суши в значительной степени формируется под влиянием хозяйственной деятельности, прежде всего, сбросов промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. На качество поверхностных вод влияют также дождевые стоки с отвалов, свалок и шламохранилищ, расположенных в непосредственной близости от водных объектов. Из 82 действующих створов государственной сети на территории Свердловской области створы с качеством воды 2 класса («слабо загрязненная») в 2015 г. не отмечены. Вода 3 класса качества разряда А («загрязненная») и разряда Б («очень загрязненная») отмечена в 5 створах. Чаще всего в створах государственной сети на территории Свердловской области в 2015 г. отмечался 4 класс качества воды «грязная» и «очень грязная» – в 68 створах. Наихудшее качество воды – «экстремально грязная» 5 класса – отмечено в 9 створах государственной сети.

Наибольший объем загрязненных сточных вод после биологической очистки поступил в поверхностные водные объекты от МУП «Водоканал», МО «город Екатеринбург» – 144,9 млн м³ (22 % в общем сбросе загрязненных сточных вод по Свердловской области).

Для улучшения качества сбрасываемых сточных вод, снижения их влияния на водные объекты и уменьшения объема сброса необходимо строительство новых, реконструкция и расширение действующих очистных сооружений, строительство локальных очистных сооружений, блоков доочистки, а также ввод в эксплуатацию систем оборотного и повторного водоснабжения.

Для достижения данной цели на предприятии водоподготовки МУП «Водоканал» принято решение о необходимости организации участка обезвоживания осадка. Суть проекта – переработка промывных вод фильтровальной станции предприятия водоподготовки с получением обезвоженного осадка с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду путем исключения сброса промывной воды, а также снижение количества «сырой» воды, забираемой с поверхностного источника в технологическую цепочку подготовки питьевой воды для города.

В результате освоения инвестиционной программы, мощность станции возрастет с 120 тыс. м³ до 300 тыс. м³. Это приведет к увеличению общего количества промывных вод, а также осадка отстойников. За один год фильтровальной станцией сбрасывается около 353,73 тонн взвешенных веществ. В результате модернизации станции и выхода на полную мощность, данная цифра будет составлять 880 тонн в год.

Срок реализации проекта составляет 12 лет. В первые два года планируется строительство здания переработки осадка, а также монтаж необходимого оборудования и подведение коммуникаций. Общая стоимость проекта составит 2 221 097,14 руб. Источниками инвестиций являются: привлеченные средства (введение инвестиционной составляющей в тариф за услуги фильтровальной станции) и бюджетные ассигнования.

Основные эколого-экономические показатели эффективности инвестиционного проекта приведены в таблице.

Полученные показатели экономической эффективности проекта позволяют сделать вывод, что реализация проекта эффективна, проект достаточно быстро окупаем и целесообразен для внедрения. В результате реализации проекта, на предприятии будет отсутствовать плата за негативное воздействие на окружающую среду. Производство

питьевой воды из промывных вод производства является источником дополнительного дохода предприятия. Таким образом, проект актуален и имеет практическую значимость для предприятия в целях обеспечения экологической безопасности.

Таблица. Основные показатели эколого-экономической эффективности проекта

№	Наименование показателей	Ед. измерения	Значения показателей
1	Чистый доход	руб.	6 771 597 219
2	Чистый дисконтированный доход	руб.	729 037 816
3	Срок окупаемости	лет	4,84
4	Индекс доходности инвестиций	–	3,05
5	Индекс доходности дисконтированных инвестиций		1,33
6	Внутренняя норма доходности	%	21,38

Окончательное решение по выбору методов обработки и утилизации водопроводного осадка должно приниматься только с учетом технико-экономического сравнения различных вариантов и их эколого-экономической значимости в каждом конкретном случае. Совершенствование известных и разработка новых способов экономически и экологически оправданной утилизации осадков, их внедрение в практику позволит не только значительно улучшить работу водоочистных сооружений, но и будет способствовать охране окружающей среды и обеспечит получение значительного экологического эффекта.

Сведения об авторе:

Максимов Артем Федорович, магистрант, институт высшей школы экономики и менеджмента, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 620024, Россия, Екатеринбург, ул. Елизаветинское шоссе, д. 48, кв. 2; e-mail: maks-not@mail.ru

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДНЫХ
ЭКОСИСТЕМ С УНИКАЛЬНЫМИ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ,
ИСПЫТЫВАЮЩИХ МНОГОФАКТОРНОЕ АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ**

Максимова Е.Ю.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
ООО «Эко-Экспресс-Сервис», Санкт-Петербург, Россия
doublemax@yandex.ru

Ключевые слова: устойчивое функционирование гидроэкосистем, мониторинг, биоиндикация.

Целью работы является изучение условий устойчивого функционирования экосистем водотоков Санкт-Петербурга и прилегающих участков Ленинградской области с уникальными природными ресурсами при многофакторном антропогенном воздействии, а также установление и количественное выражение предельно-допустимых уровней этого комбинированного (сложного) воздействия. Для достижения этой цели требуется разработать методологию и методы мониторинга и количественной оценки многофакторных антропогенных воздействий на речные экосистемы, определения формируемого ими экологического риска, оценки и прогнозирования качественных и количественных изменений экосистем, определения наносимого им эколого-экономического ущерба. Практическая проверка разработанных методов осуществляется в рамках данного проекта на примере конкретного модельного объекта техногенного воздействия – экосистемы рек Гладышевка, Рошчинка и Черная, которая характеризуется уникальными природными ресурсами, большим биоразнообразием, дает заметный вклад в российский репродуктивный фонд балтийского лосося, является последним в Санкт-Петербурге и Ленинградской области местообитанием жемчужницы европейской, существенно влияет на качество вод северной части Финского залива.

**DETERMINATION OF USTAINABLE FUNCTIONING CONDITIONS FOR UINIQUE
NATURAL RESOURCES-CONTAINING AQUATIC ECOSYSTEMS UNDER MANY-
FACTOR HUMAN IMPACT**

Maksimova Y.Y.

St. Petersburg State University, ООО «Eko-Ekspress- Servis»,
St.Petersburg, Russia
doublemax@yandex.ru

Ключевые слова: hydro/ecosystems sustainable functioning, monitoring, bio/indication

The objective is to study the St. Petersburg/Leningrad Oblast unique natural resources-containing watercourses' ecosystems sustainable functioning conditions under many-factor anthropogenic impact, as well as identification and quantitative expression of maximal permissible levels of such a combined impact. To do this it is necessary to develop a methodology and methods of monitoring and quantitative assessment of the above impacts on river ecosystems, to determine the accompanying environmental risks, to assess and forecast the ecosystems qualitative and quantitative alterations, to determine the ecological/economic damage they suffer. The developed methods are practically tested within the given project framework with the Gladyshevka, Roshchinka and Chernaya rivers' ecosystem as a study case. This ecosystem is characterized by unique natural resources, it distinctly contributes to

the Russian reproduction fund of Baltic salmon and is the last in St. Petersburg and Leningrad Oblast habitat of European pearl-shell, besides, it significantly affects the Gulf of Finland Northern part water quality.

Целью настоящего проекта явилось изучение условий устойчивого функционирования экосистем водотоков (на примере Санкт-Петербурга и прилегающих участков Ленинградской области) с уникальными природными ресурсами при многофакторном антропогенном воздействии, а также установление и количественное выражение предельно-допустимых уровней этого комбинированного (сложного) воздействия.

Объектом исследования являются водные объекты Северо-Запада РФ, испытывающие многофакторное антропогенное воздействие (основной модельный объект – гидроэкосистема заказника Гладышевский (г. Санкт-Петербург и Ленинградская область).

В процессе работы проводились полевые гидроэкологические исследования на водотоках Ленинградской области, испытывающие антропогенное воздействие; было выполнено математическое моделирование техногенных сукцессий и формирование техногенной экологической опасности.

В результате исследования впервые создана модель количественной оценки комбинированного воздействия на биосистему с учетом эффекта синергичности, разработаны рекомендации по изучению и количественной оценке многофакторных техногенных воздействий на экосистему реки, анализу формируемого ими экологического риска и ущерба, по оценке и прогнозированию качественных и количественных изменений экосистем, по определению наносимого им эколого-экономического ущерба, а также разработаны критерии оценки состояния и изменений абиотической среды и биоты и классификация уровней воздействия. Предложен метод экологического мониторинга речных экосистем в условиях антропогенного воздействия и экологические нормативы для разнотипных водных экосистем. Изучены и формализованы условия устойчивого функционирования водных экосистем с уникальными природными ресурсами при антропогенном воздействии.

Проведенная апробация модели и методов показала их достаточно высокую надежность, намного более высокую эффективность по сравнению с известными аналогами. Это касается не только количественного изучения и оценки сложных воздействий на гидроэкосистемы, анализа риска и оценки ущерба, но и обоснованного выбора наиболее эффективных природоохранных мероприятий по предотвращению и ликвидации последствий антропогенного вмешательства. На основе разработанных методов созданы нормативы состояния речных экосистем, предложен метод расчета предельно допустимой комбинированной антропогенной нагрузки и коррекции многофакторных воздействий на водные объекты.

Итоги выполненного исследования позволят адекватно количественно оценивать состояние и антропогенные изменения пресноводных экосистем, нормировать их фоновые параметры, выбирать оптимальные меры по управлению техногенной нагрузкой на пресноводные экосистемы, анализировать техногенный экологический риск и оценивать экологический ущерб экосистемам рыбохозяйственных водотоков.

Сведения об авторе:

Максимова Екатерина Юрьевна, соискатель, биологический факультет, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 197372, Россия, Санкт-Петербург, пр. Богатырский, 29, кор. 1, кв. 10; e-mail: doublemax@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ВОДНОЙ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И МЕХАНИЗМА ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Морозова Е.Е., Мерзликина Ю.Б.

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и
охраны водных ресурсов», Екатеринбург, Россия
morozova_ee@mail.ru, ros_julia@mail.ru

Ключевые слова: Водная стратегия РФ, стратегические цели, зарубежный опыт.

Проведен обзор зарубежной практики стратегического планирования в водной сфере. Рассмотрены вопросы выбора стратегических направлений и ориентиров, критериев успешности стратегии, а также выделены и проанализированы некоторые элементы стратегий. Сделаны выводы о возможности использования зарубежного опыта при совершенствовании Водной Стратегии Российской Федерации при формировании принципов Водной Стратегии Российской Федерации.

THE WORLD EXPERIENCE USE IN UPDATING OF THE WATER STRATEGY OF THE RUSSIAN FEDERATION AND ITS IMPLEMENTATION MECHANISM

Morozova Y.Y., Merzlikina Y.B.

RosNIIVKh
Ekaterinburg, Russia
morozova_ee@mail.ru, ros_julia@mail.ru

Key words: Water Strategy of the RF, strategic objectives, foreign experience

The world practice of strategic planning in water sector has been overviewed. Issues of strategic directions and landmarks, as well as criteria of the strategy success choosing have been considered. Some elements of the strategies has been outlined and analyzed. Certain conclusions on possibilities of the world experience application in further development of the Water Strategy of the Russian Federation and its main principles have been made.

Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года (Стратегия) введена в действие 7 лет назад, поэтому на сегодняшний день представляется возможным подведение предварительных итогов эффективности ее реализации. Анализ реализации Стратегии и подготовка предложений по ее реализации необходимы для объективного контроля достижимости стратегических целей, анализа причин отклонения достигнутых результатов от целевого состояния и выработки решений.

Анализ мирового опыта стратегического планирования – один из немаловажных инструментов при работе над актуализацией Стратегии. Учет мировых тенденций позволяет более полно охватить поле целей и задач, учитываемых при долгосрочном стратегическом планировании. Далее рассмотрены отличительные направления зарубежных водных стратегий (Канада, Финляндия, США, Австралия), которые могут быть полезны и интересны при внесении предложений по дополнению Стратегии.

Интегральный подход, пример которого рассмотрен в случае Канады и Финляндии, а особенно идея условной «незавершенности», когда применяется принцип постоянной открытости и готовности пересмотреть различные блоки Стратегии, может быть способом повышения эффективности реализации Стратегии. «Незавершенность» стратегического процесса позволяет адаптироваться к внешним изменениям, тем самым обеспечивая эффективную политику как во время кризисов, так и в периоды экономического роста [1] [2].

Для водных стратегий США характерна четкая структура, которая включает не только перечень стратегических целей, ключевых проблем, но и рекомендации для достижения целей и критерии успешности достижения этих целей. Так, в стратегии штата Мичиган [3] уделено отдельное внимание вопросам защиты водных экосистем. В качестве критериев успеха предложено использовать состояние видов-индикаторов (семга, форель, осетр). К примеру, одним из критериев является отсутствие снижения численности видов-индикаторов по сравнению с базовым уровнем. Здесь стоит отметить, что в стратегии штата Мичиган сделан акцент на экосистемный подход и защиту именно водных экосистем, где подразумевается создание более интегрированных и целостных подходов к управлению водными ресурсами, в том числе подземными.

Концепция стратегии штата Орегон [4] основана на идее достижения потребностей водного объекта, потребностей водохозяйственных систем (ВХС) и экосистемных потребностей. Здесь условно разделены: управление водными ресурсами и управление водохозяйственными системами. Стратегическая цель управления водными ресурсами – достижение надлежащего качества и режима водных объектов. Цель управления ВХС – совершенствование вопросов контроля и законодательного регулирования. Еще один важный акцент в стратегии сделан на учет местных условий. Проработаны вопросы взаимодействия штата не только с федеральными агентствами, но и с соседними штатами для долгосрочного планирования. Отдельными направлениями выделены вопросы взаимодействия водоснабжения и энергетики, землеустройства и охраны водных ресурсов. В них входит продвижение проектов развития энергетики, повышения водо- и энергосбережения, совершенствования интеграции данных о водных ресурсах в планирование землеустройства, обновления координационных планов.

Водная стратегия Австралийской столичной территории [5] – еще один стратегический документ, провозглашающий системный подход к управлению водными ресурсами. Авторами стратегии АСТ подразумевается, что стратегия будет внедряться с помощью пятилетнего плана, в котором эффективность внедрения отслеживается с помощью конкретных индикаторов.

Большое внимание в стратегии АСТ уделено подходам к улучшению здоровья водных объектов. Подразумевается подключение всех заинтересованных сторон к совместной работе по достижению улучшения качества водных ресурсов. Сделан акцент на интегрировании водного цикла и «зеленой» инфраструктуры в городское планирование. Другое стратегическое направления заключается в использовании возможностей рынка водных ресурсов. Также, водная стратегия АСТ подразумевает исследовать целесообразность затрат на альтернативные способы водоснабжения. В целом, одним из ключевых вопросов в данной стратегии является поддержание усилий по снижению спроса в долгосрочной перспективе.

Отметим, что во всех рассмотренных стратегиях учитывается необходимость вовлечения в управление водными ресурсами населения, повышение водной грамотности. Штатом Орегон США предусматривается внедрение плана повышения экологической грамотности. Стратегия штата Мичиган США предусматривает создание государственного – частного партнерства между бизнесом, промышленностью, наукой, частным капиталом и правительством. Другой вопрос, отмечаемый во всех рассмотренных стратегиях – совершенствование управления водными ресурсами и общественным пространством для обеспечения рекреационного использования водных объектов и снижения рисков здоровья населения.

Отметим, что в Водной Стратегии РФ на период до 2020 г. 1) не указан экосистемный подход и соответствующие мероприятия для восстановления водных экосистем; 2) отсутствуют направления по регулированию воздействия при использовании экосистемных функций (рекреация, гидроэнергетика, водный транспорт, вылов рыбы и др.); 3) не достаточно внимания уделено ликвидации накопленного ущерба.

По результатам анализа зарубежного опыта, можно заключить, что лучшие решения мировой практики могут быть рекомендованы к внедрению в принципы совершенствования

Водной Стратегии РФ. Выделены направления и идеи, которые могут быть рассмотрены в качестве рекомендуемых: интегральный подход к УВР, использование принципа «незавершенности»; экосистемный подход; разработка критериев и индикаторов успешности реализации стратегий; интегрирование водного цикла и «зеленой» инфраструктуры; учет будущих вызовов; мониторинг информационных пробелов и создание базы знаний; вопросы социальной ответственности, вовлечения населения к принятию решений; вопросы рекреационного использования водных ресурсов; стимулирование к сбережению при обилии водных ресурсов, к созданию методов водосбережения; учет потребностей водных ресурсов, водохозяйственных систем, экосистем; должное внимание подземным водным ресурсам; создание государственно-частных партнерств.

Таким образом, одним из условий успешной реализации стратегии является ясное понимание поставленных целей и определение приоритетов. Помощью к их определению может стать анализ опыта других стран по созданию подобных стратегических документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. PollutionProbe. (2007) Towards a Vision and Strategy for Water Management in Canada, Final Report of the Water Policy in Canada: National Workshop Series.
2. Бойкова М.В., Крупникова Д.Б. Глобализация ресурсов пресной воды. Инновационная стратегия управления // Форсайт. 2010. №2.
3. Michigan Department of Environmental Quality / Sustaining Michigan's Water Heritage: A Strategy for the Next Generation. 2016. Режим доступа: <http://www.michigan.gov/deq>.
4. Oregon Water Resources Department / Oregon's Integrated Water Resources Strategy. 2012. Режим доступа: <http://www.oregon.gov/owrd>.
5. ACT Government Environment and Planning / ACT water Strategy 2014–44: Striking the Balance. 2014. Режим доступа: http://www.environment.act.gov.au/__data/assets/pdf_file/0019/621424/ACT-Water-Strategy-ACCESS.pdf

Сведения об авторах:

Морозова Елена Евгеньевна, научный сотрудник, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: morozova_ee@mail.ru

Мерзликина Юлия Борисовна, заведующий отделом научно-методического обеспечения управления водными ресурсами, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: ros_julia@mail.ru

НАНОПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Никонова А.А., Еренков К.А.

ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж»,

Челябинск, Россия

alyonka1998@icloud.com, yerenkoff@gmail.com

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, диффузионная проницаемость, питьевая воды

Планируется производство нанополимерных трубопроводов из инновационного нанокомпозитного материала для доставки воды потребителям со снижением эффекта диффузионной проницаемости материала.

NANOPOLYMER PIPE-LINES FOR DRINKING WATER SUPPLY

Nikonova A.A., Yerenkov K.A.

South Ural State Technical College

Chelyabinsk, Russia

alyonka1998@icloud.com, yerenkoff@gmail.com

Key words: carbon nanopipes, diffusion permeability, drinking water

Nano/polymer pipe-lines of an innovation nano/composite materials for water supply to consumers is planned in order to reduce the material diffusion permeability effect.

В результате жизнедеятельности человеческого сообщества, в урбанизированных территориях складывается неблагоприятная экологическая обстановка и нарастает загрязнение почвы различными веществами.

Почва может быть загрязнена различными органическими химикатами, включая промышленные растворители и нефтепродукты. Многие из этих химикатов проходят через пластиковые трубы и загрязняют питьевую воду. Легкость, с которой органический химикат может проникнуть в трубу, вызывает интерес водоснабжающих компаний, сталкивающихся с перспективой прокладки труб в земле, которая может быть загрязнена органическими химикатами. Загрязнение питьевой воды происходит прониканием химикатов через стенки труб.

Воздействие подобных веществ на стенки полимерных труб приводит к их раздуванию, повышению их пористости и проницаемости с последующим увеличением диффузии в питьевую воду не только вышеперечисленных веществ, но и уже всех вредных для здоровья компонентов, находящихся в почве вокруг трубы.

Регламентации устройства систем питьевого водоснабжения, технические и экологические стандарты регулируют применение того или иного конструкционного материала в зависимости от конкретных условий предстоящей прокладки трубопроводов водоснабжения. Знание и грамотное использование положительных качеств конструкционных материалов труб, учет их недостатков позволяет проектировать и укладывать надежные и экологически безопасные сети водоснабжения.

Наши трубопроводы из инновационного композитного материала будут полезны организациям жилищно-коммунальных хозяйств, застройщикам новых кварталов, а вследствие и самим жителям населенных пунктов, так как благодаря нашей технологии мы минимизируем эффект диффузионной проницаемости водопроводов, а поставляемая вода, проходя по трубопроводу, не будет подвергаться загрязнению извне.

Цель проекта – разработать бизнес-план предприятия по производству нанополимерных труб для водоснабжения с финансовой моделью.

Задачи:

1. Разработать инновационный композитный нано материал для полипропиленовых труб.
2. Составить финансовую модель проекта.
3. Разработать маркетинговую модель развития проекта.

Российский рынок продолжает наращивать объемы производства и развивает выпуск новых видов полимерно-трубной продукции. Потребление полимерных труб на душу населения в России в 1,7 раза ниже, чем Китае, и в 3,5 раза ниже, чем в Европе. В настоящее время собственное производство уже значительно превышает импорт и стабильно развивается.

Нами были проведены исследования по воздействию агрессивных сред на полипропиленовый материал трубопроводов.

Агрессивные среды, проникают в объём материала водопроводных труб, приводят к изменению срока службы эксплуатации и к нарушению технических характеристик водопроводов.

Мы смоделировали условия воздействия агрессивных сред на материал полипропиленового трубопровода.

Мы взяли 10 чашек Петри, положили в них кусочки материала полипропиленового трубопровода. В 1 чашку мы налили дистиллированную воду, со 2 по 4 чашку мы налили дистиллированную воду и 100 мл HCl, с 5 по 7 налили дистиллированную воду и H₂SO₄, с 8 по 10 чашку мы налили дистиллированную воду и NaOH.

При проведении модельных опытов нами было визуально отмечено изменение физических параметров полипропиленовых труб под воздействием агрессивных сред.

Для изготовления нанополимерных трубопроводов нам понадобится следующее оборудование: пластикордер «Брабендер», линия для производства полипропиленовых труб, гидравлический пресс для горячего прессования, пресс формы предназначен для изготовления полимерных образцов, смеситель реактор.

Основными потребителями наших труб будут являться строительные организации, являющиеся застройщиками новых кварталов.

Стейкхолдерами нашего проекта будут являться организации ЖКХ, строительные организации, Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения.

Таким образом, можно отметить, что при дальнейшем развитии предприятия планируется расширение производства, выпуск фитингов из нового композитного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тадмор З.И.* Теоретические основы переработки полимеров, 1984. 632 с.
2. *Аскадский А.А.* Компьютерное материаловедение полимеров Т.1 Атомно-молекулярный уровень, 1999. 544 с.
3. *Тугов И.И.* Химия и физика полимеров, 1989. 433 с.
4. *Рабек Я.И.* Экспериментальные методы в химии полимеров. Ч. 2. 1983. 480 с.
5. *Перепечко И.И.* Введение в физику полимеров, 1978. 312 с.
6. *Гришин С.В., Гришин В.М.* Углеродные нанотрубки: уч. пос. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008 г.

Сведения об авторах:

Никонова Алена Алексеевна, студентка, ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж», 454100, Россия, Челябинск, ул. Аношкина 10–81; e-mail: alyonka1998@icloud.com

Еренков Кирилл Андреевич, студент, ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж», 454016, Россия, Челябинск, ул. Бр. Кашириных, 101, кв.186; e-mail: yerenkoff@gmail.com

**РАЗРАБОТКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО СОРБЕНТА
ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА
И АГРОПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА**

Никонова А.А., Еренков К.А.

ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж»,

Челябинск, Россия

alyonka1998@icloud.com, yerenkoff@gmail.com

Ключевые слова: композитный сорбент, утилизация отходов, сточная вода

Планируется разработка и применение ресурсосберегающих композитных сорбентов для очистки сточных вод, на основе отходов сточных вод ломаного пеноблока и стеблей кукурузы.

**INDUSTRIAL/AGRICULTURAL WASTE-BASED COMPOSITE SORBENT
FOR WASTE WATER TREATMENT: DEVELOPMENT
AND APPLICATION TECHNIQUE**

Nikonova A.A., Yerenkov K.A.

South Ural State Technical College

Chelyabinsk, Russia

alyonka1998@icloud.com, yerenkoff@gmail.com

Key words: composite sorbent, waste utilization, waste water.

Production of resources-saving composite sorbents for waste water treatment is proposed on the base of waste water residues, broken foam-block and corn caulis.

Проблема очистки сточных вод, начиная со второй половины 20-го века, является актуальной для всех стран мира. С коллоидно-химической точки зрения, сточные воды – это гетерогенная смесь растворенных, коллоидных и взвешенных в воде примесей органического и неорганического характера. Одними из основных загрязнителей природных вод являются ионы тяжелых металлов, поступающие со сточными водами предприятий горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов.

Методов очистки существует довольно много, однако простыми и эффективными методами очистки воды являются адсорбционные.

Мы предлагаем проект по производству инновационного композитного сорбента для очистки сточных вод, созданного из вторсырья и осадка сточных вод.

Цель работы: разработка и применение ресурсосберегающих композитных сорбентов на основе осадка сточных вод, строительного лома и стеблей кукурузы.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

1. Был проведен анализ литературных данных по химическому составу сточных вод промышленных предприятий Челябинской области за последние 5 лет.

2. Предложены технологические рекомендации по созданию и использованию ресурсосберегающих композитных сорбционных материалов для минимизации антропогенного воздействия на водные объекты промышленных предприятий Челябинской отрасли.

3. Исследована эффективность очистки сточных вод с использованием композитного сорбента.

4. Предложены способы утилизации отработанных сорбционных материалов.

5. Разработан финансовый план реализации проекта.

Объект исследования: композитный сорбент для очистки сточных вод от тяжелых металлов и углеводов.

Предмет исследования: сточные воды.

По мере интенсивного развития технологий возникает большое количество отходов промышленности и агропромышленного сектора. Мы планируем изготовление сорбента из 3х составляющих, в пропорции 20-40-40%, для очистки сточных вод предприятий горнодобывающей отрасли.

Наш сорбент состоит из:

1. Осадка сточных вод;
2. Измельченного стебля кукурузы;
3. Лома пеноблока.

В настоящее время на иловых полях очистных сооружений канализации осадок сточных вод хранится в больших количествах, что в дальнейшем представляет опасность для окружающей среды. Применение осадка в качестве сорбционного материала является новым подходом к его утилизации, но первоначально осадок должен пройти этап сушки для уничтожения патогенных микроорганизмов [1–5].

Растительные составляющие часто использовались в качестве сорбентов, например, шелуха зерновых культур. Кукуруза хороша тем, что высокое содержание целлюлозы в структуре стержня позволяет считать, что свойства продуктов на его основе будут зависеть в основном от пространственных свойств указанного полимера. Актуальным представляется направленная физико-химическая и химическая модификация стебля кукурузы для получения на его основе сорбентов с заданными свойствами для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов [1–5]. Сорбционные свойства стебля кукурузы можно оценивать по таким критериям, как плавучесть, гидрофобность, олеофильность.

Пеноблок – это глина с семидесяти процентным содержанием монтмориллонита, то есть высокодисперсного слоистого алюмосиликата. Главной его особенностью является химически-кристаллическое строение, которое обуславливается наличием на поверхности бентонита ионообменных катионов, что определяет его физические и химические свойства как минерала. При опускании пеноблока в водяной раствор вода проникает сквозь межслоевое пространство монтмориллонита, чем вызывает гидратирование последнего, вследствие чего и возникает набухание. При дальнейшем разбавлении, бентонит способен образовать вязкую суспензию, в которой ярко выражены тиксотропные свойства. Помимо этого, монтмориллонит обладает достаточно высоким адсорбционным свойством [1–5].

Связующим веществом нашего композитного сорбента будет являться крахмал. Крахмал представляет собой природный полимер. Причем крахмал – не индивидуальное вещество, а смесь двух полимеров состава $(C_6H_{10}O_5)_n$ – амилозы (10–20 %) и амилопектина (80–90 %), состоящих из остатков $-D$ -глюкозы. Наш композитный сорбент будет дешевым, экологически безопасным и эффективным. В качестве технологических параметров применения сорбента можно отметить его высокую емкость катионного обмена, что говорит о долгосрочном применении сорбента в течение 20 лет, а в дальнейшем на промышленных предприятиях может использоваться как топливо для доменных печей. Таким образом, можно отметить, что наш сорбент будет эффективен, и состоять из отходов производства, которые подвергаются утилизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киргинцев А.Н. Растворимость неорганических веществ в воде: справочник / А.Н. Киргинцев, Л.Н. Трушникова, В.Г. Лаврентьева. Л.: Химия, 1972. 248 с.
2. Лидин Р.А. Химические свойства неорганических веществ / Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева. М.: Химия, 2000.
3. Тананаев И.В. Физикохимия ультрадисперсных систем / ред. И.В. Тананаев. М.: Наука, 1987.
4. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии (Поверхностные явления и дисперсные системы) / Ю.Г. Фролов. М.: Химия, 1982. 400 с.
5. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014. 348 с.

Сведения об авторах:

Никонова Алена Алексеевна, студентка, ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж», 454100, Россия, Челябинск, ул. Аношкина 10–81; e-mail: alyonka1998@icloud.com

Еренков Кирилл Андреевич, студент, ГБПОУ «ЮжноУральский государственный технический колледж», 454016, Россия, Челябинск, ул. Бр. Кашириных, 101, кв. 186; e-mail: yerenkoff@gmail.com

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ БЕЛАРУСИ

Поворотная Ю.С.

Брестский государственный технический университет,
Брест, Республика Беларусь
sevenapril@bk.ru

Ключевые слова: поверхностные воды, загрязнение поверхностных вод, концентрация загрязняющих веществ, мониторинг поверхностных вод, реки, качество воды, предельно допустимая концентрация, индекс загрязненности воды.

В данной работе рассмотрены 36 створов, расположенных на основных реках Беларуси. Были изучены и проанализированы тенденции изменения качества поверхностных вод Республики Беларусь по индексу загрязненности вод за период с 1994 по 2014 гг. Выявлено ежегодное снижение индекса загрязненности вод на 4–7%. По сравнению с 1994–1999 годами показатели к нынешнему моменту снизились в 2–5 раз.

SURFACE WATER OF BELARUS

Povorotnaya Y.S.

Brest State Technical University,
Brest, Belarus
sevenapril@bk.ru

Key words: surface waters, surface water pollution, pollutants concentration, surface waters monitoring, rivers, water quality, maximal permissible concentration, water pollution index.

The paper considers 36 reaches located on the Belarus main rivers. Tendencies of the Republic of Belarus surface waters quality changes in respect of water quality index over the 1994–2014 period have been studied and analyzed. Annual water pollution index 4–7% reduction has been registered. In comparison with the 1994–1999 period now the indicators have 2–5 times decreased.

Проблематика. Данная работа направлена на исследование поверхностных вод Республики Беларусь, оценку их качества и загрязненности.

Цель работы. Изучение и оценка качества поверхностных вод Беларуси, анализ изменения гидрохимического режима рек с 1994 по 2014 гг.

Объект исследования – 36 гидрохимических створов рек Беларуси.

Использованные методики. Стандартные статистические методы, в том числе линейные тренды (нелинейные тренды), значимость которых определялась коэффициентами корреляции (установлена на 5 %-ом уровне значимости). Оценка изменения временных рядов проводилась с помощью градиента изменения.

Научная новизна. Впервые были изучены и проанализированы тенденции изменения качества поверхностных вод Республики Беларусь по основным показателям за период с 1994 по 2014 гг.

Полученные результаты исследования и выводы. Было проведено исследование по 36 створам рек. В настоящее время происходит ежегодное снижение индекса загрязненности вод на 4–7 %. Наибольшее улучшение качества воды зафиксировано на реках Западная Двина, Полота и Днепр. Наиболее значимое снижение индекса началось с 2000 года. По

сравнению с 1994–1999 годами показатели к нынешнему моменту снизились в 2–5 раз. К классу умеренно-загрязненных вод относятся отдельные участки рек Припять, Свислочь, Плисса, Березина, Уша и на реке Мухавец. Остальные относятся ко 2 классу «относительно чистые». Согласно проведенному исследованию, Свислочь наиболее загрязненная река. В период с 1994 по 2010 год на реке значения индекса загрязненности воды колебались от 3,5 до 6,6. Максимального значения, характерного для 6 класса качества воды, индекс достигал в 1999, 2003 и 2005 годах. С 2011 года значительно уменьшилось поступление в реку Свислочь аммоний-ионов, нитрит-ионов и фосфатов. Благодаря этому качество воды стало соответствовать 3 классу «умеренно загрязненная».

Сведения об авторе:

Поворотная Юлия Сергеевна, студентка, факультет инженерных систем и экологии, Брестский государственный технический университет, 224020, Беларусь, г. Брест, ул. Янки Купалы, д. 22/2, кв. 25; e-mail: sevenapril@bk.ru

РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ РЕАЛИЗАЦИИ ВОДНОЙ СТРАТЕГИИ

Подгорбунских Е.Г., Мерзликina Ю.Б.

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Екатеринбург, Россия
e.podgorbunskikh@mail.ru

Ключевые слова: водная стратегия, стратегические цели, региональный подход, государственные программы.

В докладе приводятся результаты оценки реализации Водной стратегии по регионам Российской Федерации. Выявлены основные проблемы реализации положений стратегии на региональном уровне и пути их решения. Выявлено, что региональный подход для осуществления мониторинга реализации Водной стратегии позволяет выявить наиболее проблемные места и обосновать приоритеты при распределении финансирования, особенно в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

REGIONAL ASPECT OF THE WATER STRATEGY IMPLEMENTATION

Podgorbunskikh Y.G., Merzlikina Y.B.

RosNIIVKh,
Ekaterinburg, Russia
e.podgorbunskikh@mail.ru

Key words: Water Strategy, strategic objectives, regional approach, state programs.

The report contains the Water Strategy implementation outputs for the Russian Federation regions. The main problems of the Strategy provisions implementation at the regional level have been identified and the ways of their solution have been considered. It has been found that the regional approach to the Water Strategy implementation monitoring will enable to see the most problem elements and to set priorities for the funding distribution, especially in the conditions of financial resources limited availability.

Одним из условий успешной реализации стратегии является ясное понимание поставленных целей и определение приоритетов на местах реализации основной деятельности. Для Водной стратегии – это бассейновый и региональный уровень.

Анализ региональных программ развития водохозяйственного комплекса показал, что не во всех регионах достаточно четко осознают важность государственных приоритетов и стратегических целей и стремятся к достижению целевых показателей. Это существенно повышает риск отставания в достижении целевых показателей и может привести к перенесению сроков реализации программ. Основными причинами несоответствия региональных программ целевым ориентирам стратегии являются: несовпадение общероссийских ключевых проблем водохозяйственного комплекса и региональных особенностей (т. е. проблема не относится к приоритетным в регионе); недостаточная эффективность деятельности органов исполнительной власти субъектов федерации; недостаточный уровень финансирования водохозяйственного комплекса на региональном уровне (в случае осознания региональной властью необходимости включения мероприятий, направленных на решение федеральной приоритетной проблемы, на отсутствии средств регионального бюджета).

Сопоставление приоритетов государственных программ по развитию водохозяйственного комплекса субъектов Российской Федерации со стратегическими направлениями позволяет выявить «болевые точки» реализации стратегии в региональном аспекте. Помимо этого, анализ проблем водопользования и водного хозяйства по регионам дает ясное представление о пробелах планирования по регионам.

В основном, программы ориентированы на обеспечение защищенности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод. Мероприятия, запланированные в программах, касаются капитального ремонта и реконструкции гидротехнических сооружений, расчистки русел реки, строительстве берегоукрепительных сооружений инженерной защиты.

Несмотря на имеющиеся проблемы с дефицитом воды, мероприятия по повышению рационального использования в регионах не являются приоритетными. Показатели потерь воды при транспортировке сохраняются в большинстве регионов на прежнем уровне.

Проблема рационального использования водных ресурсов нашла отражение в приоритетах лишь у 16 регионов, что составляет 19% от общего числа субъектов. Результаты анализа показателей водопользования по регионам показывают, что имеющиеся в регионах проблемы не всегда становятся приоритетами в региональных программах. В большинстве случаев, это обусловлено низким уровнем финансирования водоохраных мероприятий, но, учитывая важность достижения стратегических целей к оговоренному сроку 2020 году, а также исходя из необходимости эффективного расходования средств, имеет смысл сосредоточиться на данном блоке мероприятий. Нет причины искусственно наращивать потенциальный объем водных ресурсов для обеспечения потребностей, если вода теряется на начальном этапе – транспортировке до потребителя и потребность, по сути, является необоснованной.

Доля загрязненных сточных вод в общем объеме сброса в поверхностные водные объекты к сточным водам, подлежащим очистке по России на 2015 год составляет 85%. В региональных программах данный целевой показатель отражен только в Брянской (84,9%) и Амурской областях (93%), республике Тыва 92,9%. В республике Бурятия количество сточных вод, подлежащих очистке составило 170,3 млн.м³.

Практически во всех регионах определяется доля населения, проживающего на подверженных негативному воздействию вод территориях, защищенного в результате проведения мероприятий по повышению защищенности от негативного воздействия вод, в общем количестве населения, проживающего на таких территориях. По России на 2015 год этот показатель составляет 73,7 %.

Доля гидротехнических сооружений с неудовлетворительным и опасным уровнем безопасности, приведенных в безопасное техническое состояние, определяется во всех регионах. Самый высокий – 95,1 % в Новосибирской области, самый низкий 0,86 % в Калужской области.

Самое большое количество вновь созданных водохранилищ и реконструированных гидроузлов на действующих водохранилищах комплексного назначения, а также магистральных каналов и трактов водоподачи для повышения их водоотдачи запланировано в Астраханской области (17ед.) в республике Башкортостан (13ед.).

Мероприятия по увеличению протяженности новых и реконструированных сооружений инженерной защиты и берегоукрепления, и количество гидротехнических сооружений с неудовлетворительным и опасным уровнем безопасности, приведенных в безопасное техническое состояние, запланированы практически во всех регионах.

Количество модернизированных и вновь открытых гидрологических постов и лабораторий, входящих в состав государственной наблюдательной сети, по России было запланировано 475 единиц, в региональные программы включены по двум областям – Калининградской (132 ед.) и Ивановской (21 ед.).

Количество проектов по строительству (реконструкции) комплексов очистных сооружений и систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения,

реализованных с помощью механизма субсидирования процентных ставок по кредитам, запланированы только во Владимирской области (2ед.) и в Забайкальском крае (4ед.) – вместо запланированных 37 единиц по России.

Реализация мероприятий, запланированных в рамках СКИОВО бассейнов рек, расположенных на территории Российской Федерации, обеспечивает достижение целевых показателей, определенных в Водной стратегии РФ до 2020 года. Степень достижимости этих показателей определяется объемами финансирования на реализацию водохозяйственных и водоохраных мероприятий.

Одной из основных проблем достижения целевого состояния водохозяйственного комплекса РФ является, прежде всего, недостаточное финансирование. В связи с этим предполагается корректировка водохозяйственных и водоохраных мероприятий, запланированных в рамках СКИОВО по бассейнам основных рек.

Имеющаяся информационная база по СКИОВО не позволяет в настоящий момент структурировать информацию по реализации мероприятий в бассейнах рек и их целевых показателях. Кроме того, отсутствие единой методической базы для разработки схем привело к разрозненности и разнородности целевых показателей и некоторых расхождениях их с целями Водной стратегии

К сожалению, не во всех регионах достаточно четко осознают важность государственных приоритетов и стратегических целей и стремятся к достижению целевых показателей. Это существенно повышает риск отставания в достижении целевых показателей и может привести к перенесению сроков реализации программ.

Сведения об авторе:

Подгорбунских Екатерина Геннадьевна, научный сотрудник, сектор экономики водопользования, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: e.podgorbunskikh@mail.ru

Мерзликина Юлия Борисовна, заведующая отделом научно-методического обеспечения управления водными ресурсами, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», 620049, Россия, Екатеринбург, ул. Мира 23; e-mail: ros_julia@mail.ru

ГЕОХИМИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ
Проценко П.И., Карманова А.В., Смышляева О.Н.,
Надеждина Ю.Ю., Самушева А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Томск, Россия
p.i.petrova@mail.ru

Ключевые слова: Обь-Томское междуречье, подземные воды, водозабор, питьевая вода, геохимия, гидрогеология, равновесие вод, железосодержащий осадок.

В данной статье рассматривается проблема чистой питьевой воды на территории Обь-Томского междуречья. Исследован химический состав вод на разных стадиях водоподготовки Томского подземного водозабора, а также исследованы основные характеристики и особенности вещественного состава железосодержащих осадков.

GEO/CHEMISTRY OF THE OB-TOM RIVERS INTERFLUVE NATURAL WATERS

Protsenko P.I., Karmanova A.V., Smyshlyayeva O.N., Nadezhkina Y.Y., Samusheva A.A.
National Research Tomsk Polytechnical University
Tomsk, Russia
p.i.petrova@mail.ru

Key words: the Ob-Tom interfluve, groundwater, water intake, drinking water, geo/chemistry, hydro/geology, water balance, iron-containing sludge.

The given paper deals with the problem of clean drinking water on the territory of the Ob-Tom interfluves. Water chemical composition at different stages of the Tomsk groundwater intake water treatment, as well as the iron-containing residues main characteristics and substances' structure features have been studied.

Одной из главных проблем нашего времени является проблема чистой питьевой воды. Питьевая вода относится к стратегическим запасам нашей планеты, тем самым делая очень актуальной проблему учета, изучения и бережного отношения к этому ресурсу.

Месторождения подземных вод, к сожалению, в процессе эксплуатации почти всегда в той или иной мере истощаются, качество воды в них ухудшается, под влиянием водоотбора ухудшается окружающая среда [1]. Это обстоятельство вызывает особое беспокойство в мире, и поэтому проблема чистой питьевой воды относится к разряду мировых. В этой связи изучение характера и качества изменения подземных вод, масштаба и темпов преобразования окружающей среды на любом водозаборе представляет огромный научный интерес.

В связи с этим практический и научный интерес имеют данные об изменении гидрогеологических условий и химического состава подземных вод на территории Обь-Томского междуречья [2].

Еще одна проблема эксплуатации палеогеновых вод Томским водозабором связана с образованием во время водоподготовки большого количества осадка, который в настоящее время сбрасывается в р. Кисловка.

Таким образом, целью данной работы является оценка изменений химического состава подземных вод Томского водозабора, а также анализ методов обезжелезивания

воды, используемых в настоящее время при эксплуатации Томского подземного водозабора, исследование основных характеристик и особенностей осадка и выявление рациональных путей его использования.

Территория исследования административно входит в состав Томского района, на западе незначительная часть принадлежит Шегарскому и Кожевниковскому районам Томской области и расположена, в основном, на междуречье рек Оби и Томи (рис. 1). На небольшой площади в непосредственной близости друг от друга расположены два промышленных центра – города Томск, Северск, крупнейший в России Томский водозабор подземных вод, водозаборы г. Северска, Сибирский химический комбинат (СХК)[3].

Многолетняя эксплуатация Томского подземного водозабора (более 45 лет) привела к образованию депрессионной воронки в эксплуатируемом водоносном комплексе. Границы депрессионной воронки: юг – р.Черная; юго-восток – 4–8 км от линии водозабора; запад – 15–25 км от линии водозабора вглубь междуречья; восток – левобережье реки Томи. Воронка обуславливает «подтягивание» некондиционных вод, влияет на изменения в гидрогеологии водоносных горизонтов, смежных с эксплуатационным. В колодцах у местного населения снижается уровень воды [2].

Авторами были отобраны пробы из эксплуатационных скважин Томского водозабора, а также пробы, взятые со станции водоподготовки (исходная вода, поступающая на станцию, вода после промывки фильтров и после водоподготовки) и несколько проб из эксплуатационных скважин Северского водозабора, а также был проведен отбор проб железосодержащих осадков.

Исследование химического состава подземных вод выполнялось в аккредитованной лаборатории научно-образовательного центра «Вода» Томского политехнического университета.

Таблица 1. Химический состав подземных вод палеогенового водоносного горизонта на территории Обь-Томского междуречья, мг/л

Показатели	1973			2016		
	макс.	мин.	ср.знач	макс.	мин.	ср.знач
pH	8,5	6,2	7,46	7,9	7,01	7,37
CO ₂	5,9	5,9	5,9	34,3	8,4	16,15
NO ₂ ⁻	0,34	0,02	0,18	0,045	0,017	0,028
NO ₃ ⁻	2	1,24	1,62	0,14	0,09	0,1
SO ₄ ²⁻	74,50	9,05	36,83	13,79	1,9	7,2
Cl ⁻	524,70	0,71	57,88	0,94	0,53	0,76
HCO ₃ ⁻	488,1	195,2	380,4	439	195,2	256,5
Ca ²⁺	156,31	44,10	94,93	106	3,3	52,4
Mg ²⁺	34,03	3,20	15,81	14,03	7,63	10,87
Na ⁺	294,04	1,50	50,35	10,2	6,2	7,5
K ⁺	95,45	9,89	44,74	1,1	0,55	0,77
NH ₄ ⁺	3	0,08	0,77	1,5	0,39	0,77
Fe _{общ}	7,5	0	1,6	4,77	1,53	2,55
Общая жесткость, мг-экв/л	8,4	1,5	5,7	3,9	3	3,52
Минерализация	1182	153	433	570	275	339

Обнаружение повышенных концентраций компонентов в подземных водах или появление в водах посторонних компонентов в большинстве случаев указывает на возникновение условий, способствующих формированию гидрогеохимических аномалий. Такие условия часто являются результатом прямого или опосредованного антропогенного влияния.

Был проведен сравнительный анализ проб воды нескольких эксплуатационных скважин Томского подземного водозабора (за 1973 и 2016 гг.).

Во всех пробах подземные воды характеризуются повышенным содержанием железа (таблица 1).

Наряду с высоким содержанием соединений железа, для вод нашего региона характерны повышенные концентрации ионов марганца. Среди тяжелых металлов марганец является одним из наиболее распространенных элементов. Основными источниками его поступления в природные воды являются железомарганцевые руды и некоторые другие минералы, содержащие марганец, главным образом в виде оксидов и сульфидов [4].

В исследованных пробах воды наблюдается повышенное содержание марганца от 0,11 до 0,36 мг/л. С начала работы Томского подземного водозабора отмечается постоянный рост содержания марганца в воде, параллельно с ростом содержания железа.

Томский подземный водозабор сбрасывает большое количество железосодержащего осадка в р. Кисловку (примерно 150 кг.в сутки), что усугубляет экологическую проблему данного района. Производительность станции обезжелезивания составляет 207,5 тыс.м³/сут. [5]. Химический состав железосодержащих осадков зависит от двух факторов: физико-химических показателей состава воды и характера технологических операций.

Результаты химического анализа осадков показывают, что в их среднем валовом составе преобладают окислы железа и алюминия (более 37,58 и 21,63% соответственно)[6].

Изучение устойчивости к техногенным воздействиям гидросферы Обь-Томского междуречья представляет интерес с позиций повышения надежности эксплуатации подземных водозаборов.

Таким образом, основные результаты выполненного анализа эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья позволяют установить общие проблемы и тенденции развития в природопользовании и наметить основные пути их решения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00429мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Жоров А.А.* Подземные воды и окружающая среда. М., 1995. 136 с.
2. *Зуев В.А., Картавых О.В., Шварцев С.Л.* Обской вестник: научно-практический журнал / Комитет России по водному хозяйству; Сибирское соглашение; Обской бассейновый совет; Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт водных и экологических проблем (ИВЭП); Водоканал Барнаула; Ноосфера. 1999. № 3/4 . С. 137.
3. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И. и др.– Томск: 2006. – 216 с.
4. *Попов В.К., Корбкин В.А., Rogov Г.М., Лукашевич О.Д. и др.* Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья. Томск. Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2002. 143 с.

5. *Лисецкий В.Н., Брюханцев В.Н., Андрейченко А.А.* Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. Томск: Изд-во НТЛ, 2003. 164с.
6. *Покровский В.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С., Лычагин Д.В.* Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / под ред. Д.С. Покровского. Томск: Изд-во НТЛ, 2002. 176 с.

Сведения об авторах:

Проценко Полина Игоревна, аспирант, институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30; e-mail: p.i.petrova@mail.ru

Карманова Анна Викторовна, магистрант, институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30; e-mail: anya.karmanova.93@mail.ru

Смышляева Ольга Николаевна, магистрант, институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30; e-mail: olechka-555-94@mail.ru

Надеждина Юлия Юрьевна, студент, институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30; e-mail: levak.yuliya@mail.ru

Самушева Аделе Андреевна, магистрант, институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

КОМПЛЕКСНЫЕ ВОДОУСТОЙЧИВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рустамов Дж.,

Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан
javohir-rustamov@mail.ru

Мурадова Ф.М.

Специализированная школа №1, Карши, Узбекистан
m.oikois@mail.ru

Шеркулов Х.А.

Каршинский инженерно-экономический институт, Карши Узбекистан
Hasan.sherqulov@mail.ru

Ключевые слова: водные ресурсы, субирригация, мелиорация, изоляция грунтовых вод, водоустойчивость.

На основании изучения проблем водных ресурсов аридной зоны юга Узбекистана предложены разработанные водоустойчивые технологии, которые используются в практике водохозяйственных работ региона и в учебном процессе.

INTEGRATED WATER-RESISTANT TECHNIQUES

Rustamov G.B.

Karshi Engineering/economic Institute,
Karshi, Uzbekistan
javohir-rustamov@mail.ru

Muradova F.M.

Specialized School No1,
Karshi, Uzbekistan
m.oikois@mail.ru

Sherkulov Kh.A.

Karshi Engineering/economic Institute,
Karshi, Uzbekistan
Hasan.sherqulov@mail.ru

Key words: water resources, sub/irrigation, melioration, groundwater isolation, water-resistance.

Water-resistant techniques developed on the basis of studying of the South Uzbekistan arid zone water resources problem are proposed for application in practical operations concerning water/economic sector, as well as in educational process.

В настоящее время в аридных зонах мира обострилась ситуация из-за ограниченности водных ресурсов. Ряд ученых и специалистов отмечают, что низкая обеспеченность орошаемых земель водой обусловлена не только ограниченностью водных ресурсов, но и неэффективным их использованием. Более 60% общих потерь воды образуют возвратный сток. Эксперты говорят о необходимости полного переустройства мелиоративных систем, адаптированных к угрозам опустынивания.

В сложившихся природно-водохозяйственных условиях система водопотребления Узбекистана имеет несовершенную структуру. Теперь, когда появились проблемы, связанные с нехваткой водных ресурсов для нужд населения, сельского хозяйства и

промышленности, требуются инновационные технические решения для их рационального использования. Приоритетным направлением модернизации ирригации и дренажа в Узбекистане и других странах Средней Азии является реализация водосберегающих мероприятий и технологий.

Водные проблемы являются приоритетными при решении экологических проблем региона, поскольку социально-экономические, демографические и другие проблемы тесно с ними связаны. Поэтому ухудшающаяся водохозяйственная обстановка в связи с глобальным и региональным изменением климата, наряду с общей экологизацией мышления общества, накопленный объем знаний о законах развития природы и общества предопределили на современном этапе необходимость научно-практического обоснования адаптивно-модернизированных способов и технологий, способствующих повышению качества и эффективности использования водно-земельных ресурсов по сценарию устойчивого развития (СУР): водостойчивом аспекте.

Цель исследований – выбор комплекса модернизированных гидроэкологических и мелиоративно-гидрологических рекомендаций по рациональному использованию водных ресурсов, способствующих водостойчивому развитию аридной территории юга Узбекистана.

Следует подчеркнуть первостепенное значение для орошаемых земель фундаментальной закономерности: теснейшей зависимости между уровнем режимом грунтовых вод и процессами солеобмена в почвах и грунтах. Реже эту закономерность выражают через понятие «критическая глубина» залегания грунтовых вод в зависимости от минерализации воды.

Анализ мелиоративно-гидрологического состояния земель места опробирования позволил выявить, что при значениях $K_{кр} \geq 1,5$ в данной точке УГВ соответствует критической глубине. После этого построен график зависимости критической глубины от минерализации грунтовой воды. По данным этого графика осуществлено определение интервалов критических глубин залегания ГВ для региона.

Общеизвестно, что процесс чрезмерного повышения влажности и минерализации, сопровождаемый засолением и подтоплением зоны аэрации, идет за счет резкого поднятия уровня грунтовых вод, от которой зависит их физическое испарение и транспирация.

Наше решение является технической мелиорацией грунтов на орошаемых землях, например, для борьбы с повышением влажности и минерализации, которое происходит за счет подъема уровня грунтовых вод, сопровождаемого вторичным засолением и подтоплением зоны аэрации. Основная цель – снижение проницаемости грунта при одновременном снижении трудоемкости работ за счет сокращения количества нагнетательных скважин. Согласно техническому решению, производят понижение уровня грунтовых вод до заданной глубины и нагнетают в грунт ацетоновый раствор олигоэтоксиорганов (хлор) силоксана при соотношении олигоэтоксиорганов (хлор) силоксана и ацетона (0,3–1):1. Количество реагента определяют в зависимости от величины закрепляемой площади, заданной мощности экрана и пористости грунта.

Учитывая практику гиперирригации прошлых лет, пресный характер грунтовых вод и превалирование сульфатных солей в ГВ верхних и средних районов юга Узбекистана, в целях экономии водных ресурсов, регулирования водно-воздушного и водно-солевого режимов и улучшения гидроэкологических условий орошаемых земель, считаем необходимым мероприятием для осуществления полной ирригации, внедрение субирригации путем сооружения модернизированных устройств для регулирования дренажного стока в устьевой части дренажа, а также с учетом рельефа, водохозяйственных и гидроэкологических условий, каскада сооружений.

На основе обобщения мировой практики сделана попытка использовать природные минералы с целью создания оптимальных гидроэкологических условий в зоне аэрации путем понижения физического (повышения эксергии) и повышения продуктивного испарения (транспирации), уменьшения инфильтрации воды (перколяции).

Выводы:

1. Обоснован фундаментальный смысл «критического интервала глубин залегания» ГВ. Экспериментально–теоретическим методом разработаны принципы определения $H_{кр}$.
2. Необходимо менять идеологию мелиоративных систем путем внедрения технологии субиригации. Предложена также наиболее оптимальная формула расчета каскада устройств. Данные сооружения рекомендуются устраивать на оросителях и речной сети.
3. В целях улучшения гидроэкологических условий локальных зон аэрации разработан способ изоляции грунтовых вод в пределах гидрогеологических окон, предотвращающий подтопление (или иссушение) и засоление, которое происходит за счет выклинивания (или инфильтрации) минерализованных ГВ на орошаемых участках.
4. Анализ экспериментально-теоретических исследований способа мелиорации почв позволил уменьшить физическое и увеличить продуктивное испарение (транспирацию), улучшить гидроэкологические условия зоны аэрации, повысить засухоустойчивость, общую биологическую активность, энергетическую способность, связанность и продуктивность почв.

Выводы позволяют резюмировать, что реализация предлагаемого комплекса гидроэкологических и мелиоративно-гидрологических мероприятий позволит в данных природных условиях обеспечить водоустойчивость аридных регионов.

Сведения об авторах:

Рустамов Джавохир, студент, Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан, Мустакиллик улица, 225; e-mail: javohir-rustamov@mail.ru

Мурадова Фарангис Мухаммадовна, специализированная школа №1, Карши, Узбекистан; e-mail: m.oikois@mail.ru

Шеркулов Хасанбури Ахматкул Угли, студент, Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан, Мустакиллик улица, 225; e-mail: Hasan.sherqulov@mail.ru

РАСЧЕТ ВОДНОГО БАЛАНСА КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОЙ ЧАСТИ ВОДОЕМА – ОХЛАДИТЕЛЯ ТЭЦ

Тарасова С.Г.

ФГБОУ «Забайкальский государственный университет», Чита, Россия
sofiya122092@mail.ru

Ключевые слова: водный баланс, оз. Кенон, техногенная часть, коммунально-бытовая часть, осадки, испарение, перекачка, фильтрация.

Данная работа посвящена составлению уравнения водного баланса и изучению его составляющих для водоема - охладителя ТЭЦ, на примере оз. Кенон

CALCULATION OF THE THERMAL POWER STATION COOLING POND DOMESTIC PART WATER BALANCE

Tarasova S.G.

Zabaikalsky State University
Chita, Russia
sofiya122092@mail.ru

Key words: water balance, Lake Kenon, man-made part, domestic part, sediments, evaporation, pumping, filtration.

The article devoted to the water balance equation calculation and investigation of their component for a thermal power station cooling pond with Lake Kenon as a study case.

Рост территории города Чита, увеличение масштабов хозяйственной деятельности человека обусловили нарушение экологического равновесия озера Кенон. Строительство и ввод в эксплуатацию ТЭЦ – 1 в 1965 г. изменило как химическое, так и гидрологическое состояние водоема. В последние 20 лет особенно наблюдается снижение уровня воды в озере, ухудшение санитарного состояния и гидрологического режима, происходит эвтрофикация водоема. Так, гидрокарбонатно-магниевый состав воды сменился на гидрокарбонатно-сульфатный с преобладанием кальция [4], [6], [10].

После возможного разделения оз. Кенон на две части: техногенную и коммунально-бытовую, – необходимо составить уравнение водного баланса для обеих частей, что послужит главным этапом на пути к составлению прогноза восстановления водоема.

Средний многолетний объем воды в озере Кенон составляет 71,2 млн м³.

Годовое изменение объема озера имеет вид:

$$\Delta V = R + P + U_{\text{п}} - E - U_{\text{о}} - \Delta X \quad (1),$$

где P – осадки, R – поверхностный приток в озеро, $U_{\text{п}}$ – подземный приток в озеро, E – испарение, $U_{\text{о}}$ – подземный отток (фильтрация), ΔX – хозяйственная составляющая.

Без хозяйственной составляющей:

$$\Delta V = 5,9 + 5,27 + 5,5 - 16,73 - 8,7 = -8,76, \text{ млн м}^3/\text{год}$$

Водохозяйственная составляющая оз. Кенон:

$$\Delta X = O + C + \text{ПВИ} + \text{ИВ} - \text{ОВ} - \text{СВ} - \text{ДИ} \quad (2),$$

где O – сброс оборотных вод, C – сброс сточных вод, ПВИ – перекачка вод из р. Ингода, ИВ – инфильтрация воды из гидрозолоотвала, ОВ – забор оборотных вод, ДИ – дополнительное испарение в связи со сбросом подогретых вод ТЭЦ, СВ – безвозвратные водохозяйственные потери.

При этом:

$$O = \text{ОВ}, C = \text{СВ} - \text{БВ}, \text{ тогда } \Delta X = 0, \text{ млн м}^3/\text{год}.$$

Длительность полного водообмена озера в естественном виде (без ТЭЦ) была 4,9 года. Длительность полного водообмена с учетом ТЭЦ стала 2,7 года [12].

Для того чтобы определить необходимый объем перетока из коммунально-бытовой части в техногенную, необходимо составить уравнение водного баланса для техногенной части.

После разделения озера техногенная часть составит 2/3 объема – 23,7 млн м³, река Кадалинка будет впадать в техногенную часть, фильтрация и гидрозолоотвала также будет приходиться на эту часть. Так как после разделения тепловое загрязнение будет приходиться только на техногенную часть, целесообразно отнести дополнительное испарение только к этой части. А все остальные составляющие необходимо взять в соотношении 1/3. Таким образом, уравнение водного баланса для техногенной части имеет вид:

$$-П = P_T + Y_{п} + R - E_T - ДИ + С - СВ + ИВ - Y_{от} \quad (3),$$

где П – переток из коммунально-бытовой в техногенную часть, P_T – осадки на техногенную часть, Y_п – подземный приток, R – поверхностный приток, E_T – испарение с техногенной части, ДИ – дополнительное испарение, С – сброс сточных вод, СВ – забор свежей воды из озера, ИВ – инфильтрация вод из гидрозолоотвала, Y_{от} – подземный отток.

$$П = 7,27 \text{ млн м}^3/\text{год}.$$

Объем коммунально-бытовой части равен 47,5 млн м³.

Уравнение водного баланса коммунально-бытовой части сводится к нахождению перекачки вод из р. Ингода. Перекачка вод из р. Ингода необходима для осуществления «промывки» вод коммунально-бытовой части от загрязнения и для поддержания уровня воды в озере.

Уравнение водного баланса для коммунально-бытовой части будет следующим:

$$-ПВИ = P_{кб} - E_{кб} - Y_{окб} - П \quad (4),$$

ПВИ – перекачка из реки Ингода, P_{кб} – осадки на коммунально-бытовую часть, E_{кб} – испарение с коммунально-бытовой части, Y_{окб} – подземный отток с коммунально-бытовой части, П – переток в техногенную часть.

$$ПВИ = 20,77 \text{ млн м}^3/\text{год}.$$

Данное уравнение водного баланса применимо при условии реального разделения водоема. Единственным допущением может явиться то, что на данном этапе исследования было невозможно учесть изменения испарения по годам, исходя из этого, значения могут измениться в пределах 10 %.

Сведения об авторе:

Тарасова Софья Геннадьевна, магистрант, кафедра строительства и экологии, ФГБОУ «Забайкальский государственный университет», 672000, Россия, г. Чита, ул. Ингодинская, д.4, кв. 93; e-mail: sofya122092@mail.ru

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕЛИОРАНТОВ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Усманов А.И.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург, Россия
albert3179@mail.ru

Ключевые слова: торф, мелиорация, рекультивация, мелиорант.

В работе рассмотрены причины загрязнения заболоченных территорий нефтью и нефтепродуктами. Дана оценка уровню загрязнения. Предложен новый способ рекультивации нефтезагрязненных территорий с использованием модифицированных торфяных мелиорантов. Показана эффективность их применения.

DEVELOPMENT OF THE MODIFIED PEAT MELIORATION AGENTS FOR WETLANDS RECLAMATION

Usmanov A.I.

Ural State University of Mining
Ekaterinburg, Russia
albert3179@mail.ru

Key words: peat, melioration, reclamation, melioration agent.

The paper deals with the causes of wetlands pollution with oil and petroleum products. The pollution level has been assessed. A novel method of oil-contaminated territories reclamation with the use of modified peat melioration agents has been developed. Their application effectiveness has been demonstrated.

Для нефтяной промышленности вопросы снижения вредного воздействия отрасли на окружающую среду – проблема чрезвычайная и требующая особого внимания, т.к. именно нефть и нефтепродукты стали одним из самых распространенных экотоксикантов. Опасность нефтяного загрязнения состоит в нарушении динамического равновесия в сложившихся экосистемах из-за изменения структуры почвенного покрова, биогеохимических свойств почв и токсического действия на растения и почвенные микроорганизмы. Непринятие срочных мер к восстановлению нефтезагрязненных территорий ведет к разрушению всех биологических компонентов ландшафта и зачастую носит необратимый характер.

При решении проблемы рекультивации нефтезагрязненных почв в настоящее время большое внимание уделяется способам стимулирования активности аборигенной углеводородокисляющей микрофлоры загрязненного грунта, не требующих трудоемких, дорогостоящих операций, связанных с выделением, культивированием и внесением углеводородокисляющей культуры микроорганизмов.

Наличие больших запасов и широкая распространенность торфа в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО-Югра) позволяет широко использовать его при рекультивации нефтезагрязненных почв.

Характерной особенностью торфа в естественном залегании является чрезвычайно высокая влажность. Этим признаком торф резко отличается от всех видов твердых полезных ископаемых. Торфяная залежь представляет собой по существу как бы водный бассейн, в

котором сухого вещества содержится всего лишь 5–14%. Добыча торфа, по своей сути, является технологическим процессом по обезвоживанию (сушке) торфяного сырья, приемом концентрирования действующего вещества в единице объема или массы. Технологии обезвоживания (сушки) торфа могут быть различными, но конечной целью является получение воздушно-сухого торфа (влага 60%), который может использоваться для различных экологических целей.

Вследствие сложности гидрологических и гидрогеологических условий, а также неблагоприятных природно-климатических условий на территории ХМАО-Югра наиболее распространенный фрезерный способ не находит широкого применения. Добыча торфа производится экскаваторным способом с погрузкой его в автосамосвалы, с последующей доставкой его на предварительную площадку складирования, откуда частично обезвоженный торф по мере необходимости, развозится автосамосвалами на объекты рекультивации.

Отсутствие в технологическом процессе обезвоживания, при осушении и естественной полевой сушки добытого торфяного сырья, приводит к использованию для рекультивации переувлажненного торфа, который приносит скорее вред, чем пользу из-за присутствия в нем закисных форм железа, фитотоксичных форм Mn, Al и других элементов. Азот в переувлажненном торфе находится в недоступной для растений форме, также отсутствует основное свойство торфа – способность к водо-газопоглощению и структурообразованию почвы.

При выборе технологии переработки торфяного сырья для получения рекультивационного материала необходимо учитывать особенности взаимодействия торфа и нефтепродуктов, различия структурно-механических и физико-химических свойств различных видов торфяной продукции.

Гранулированный торф имеет улучшенные физико-механические свойства: насыпную массу в 1,5...1,75 раза выше, чем фрезерный торф, однородный зерновой состав, водопоглощение в 2,5...3 раза ниже по сравнению с фрезерным торфом.

На процесс формирования физико-механических, водно-физических и других свойств торфяных гранул оказывает влияние множество факторов: от исходных физико-химических свойств сырья до технологических процессов изготовления гранул. В процессе подготовки торфяного сырья гранулированию происходит усреднение влажности смеси, изменение фракционного состава элементов – вследствие истирания отдельных частиц материала о рабочие органы и стенки смесителя, трения частиц друг о друга. Эти факторы могут снизить сорбционные способности торфяных гранул. Вместе с тем при грануляции имеется возможность вводить различные добавки и получать мелиорант, позволяющий решить одну из задач при рекультивации нефтезагрязненной почвы, – обеспечение необходимыми макро- и микроэлементами биодеструкторов нефтеполютанта на длительное время. Способность гранулированного торфяного мелиоранта удерживать элементы питания в промывном режиме почв прошли апробацию при производстве различных торфо-минеральных удобрений.

Гранулирование торфа упрощает множество технологических вопросов, таких как длительное хранение, транспортировку, механизированное внесение сорбента на загрязненные участки, исключает процесс самовозгорания торфа и др. Равномерное распределение компонентов в смеси оказывает влияние на устойчивую работу шнекового гранулятора и служит упрочняющим фактором для готовой продукции. Изменяя технологические режимы формования в шнековом грануляторе, возможно получение гранул необходимой плотности. В процессе механического воздействия достигается возможность изменения физико-химических свойств торфа и составляющих его высокомолекулярных соединений.

Наличие в торфе углеводородоокисляющих микроорганизмов, численность которых в 4–5 раз выше аналогичного показателя для почв, позволяет увеличить эффективность процессов деструкции нефтеполютанта, сорбируемого на нем. После физико-химической

активации торфа количество микроорганизмов возрастает в 20–100 раз и составляет в среднем $5-10^{10}$ клеток / 1 г а.с.в. Угледородокисляющее сообщество торфа весьма разнообразно в видовом отношении, основу его составляют мезофильные бациллы, актиномицеты и проактиномицеты.

Введением в композицию осадков сточных вод позволяет активировать агрохимические и биологические свойства торфа и значительно снизить себестоимость проводимых рекультивационных работ. Осадки сточных вод (ОСВ) представляют собой отдельный вид отходов, образование которого в условиях городов составляет 30–45% от общего количества отходов производства и потребления. ОСВ со станций очистки сточных вод представляет собой важнейший источник органических, питательных и биологически активных веществ и могут содержать основные элементы питания: азота до 3,0%, фосфора до 4,5%, калия 0,7% и др. микроэлементы, необходимые для роста и развития нефтеокисляющей микрофлоры почвы.

Непосредственное применение торфяного мелиоранта при рекультивации нефтезагрязненных почв в качестве сорбента и деструктора является выгодным и рациональным способом снизить финансовые затраты на проведении рекультивационных работ. Очистка почвы от нефтяных загрязнений с использованием торфяного мелиоранта позволяет обогатить почвы биологически активными веществами, стимулирующими процессы гумусообразования, способствует экологическому оздоровлению и реабилитации деградированных почв.

Сведения об авторах:

Усманов Альберт Исмагилович, магистрант, кафедра природообустройство и водопользование, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», 620144, Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева, д. 30; e-mail: albert3179@mail.ru

**РЕСУРСЫ И КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА РЕКИ САВАЛЫ
(ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Чернова М.А.

ФГБОУ «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
Тамбов, Россия
chernovamarusya@mail.ru

Ключевые слова: водные ресурсы, Донской бассейн, качество воды, динамика, река Савала.

В статье проанализированы основные гидрологические, гидротермические и гидрохимические параметры реки Савалы. Также проведен анализ динамики гидрохимического индекса загрязненности воды реки Савалы.

**THE SAVALA RIVER SURFACE RUNOFF RESOURCES AND QUALITY
(TAMBOV OBLAST)**

Chernova M.A.

G.R. Derzhavin Tambov State University,
Tambov, Russia
chernovamarusya@mail.ru

Key words: water resources, the Don River basin, water quality, dynamics, the Savala River.

The article analyzes the main hydrological, hydro/thermal and hydro/chemical parameters of the Savala River. Analysis of the Savala River water pollution hydro/chemical index dynamics has been carried out.

В ходе развития человечества и природы реки оказывали и оказывают по сей день огромное влияние. Они широко и многосторонне используются в промышленных энергетических отраслях, являются транспортной сетью, имеют большое значение для сельского и лесного хозяйства.

Тема актуальна, т.к. получение количественных и качественных характеристик стока позволяет предугадать влияние реки на конкретный участок суши, а также оценить качество воды для определения цели дальнейшего ее использования.

Целью работы стал анализ гидрологических, гидротермических, гидрохимических параметров и качества воды реки Савалы.

Для достижения поставленной цели были намечены следующие задачи:

1. Создать электронные базы для Тамбовского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

2. Проанализировать расходы и уровни воды в реке Савале с 1956 года по 2014 год.

3. Проанализировать среднедекадные температуры воздуха и воды за период с 1956 года по 2014 год, а также ледовый режим реки.

4. Проанализировать данные о концентрации семи основных загрязнителей на трех створах реки Савалы и определить класс качества воды изучаемой реки.

Объектом нашего исследования стала река Савала, правый приток реки Хопер, относящейся к бассейну Дона.

Для оценки гидрологического режима реки Савалы мы использовали данные гидрологических журналов уровней и расходов воды по гидропосту «Жердевка» за период с 1956 по 2014 год, взятых в Тамбовском центре по гидрометеорологии и мониторингу

окружающей среды (Тамбовский ЦГМС – Филиал ФГБУ «Центрально-Черноземного УГМС»). Обработали и систематизировали 127 гидрологических таблиц за период с 1956 г. по 2014 г. Мы перенесли в электронный вид более 46600 гидрологических значений. На основе обработанных значений мы провели анализ гидрологического режима изучаемой реки.

Для анализа данных о температуре воды мы, основываясь на данных из журналов гидропостов, создали базу данных, содержащую средние декадные температуры воды по гидропосту «Жердевка» за 58-летний период. Нами было обработано 127 гидротермических таблиц. Затем мы рассчитали средние многолетние температуры воды в реке Савале с апреля по октябрь и продолжительность ледостава и периода ледовых явлений.

Для анализа гидрохимического режима были систематизированы и переведены в электронный вид данные гидрохимических журналов за 20-летний период. Для более удобной обработки гидрохимических данных по створу «Жердевка» нами была заполнена таблица, включающая в себя даты отбора проб, а также данные по химическим показателям. На основе подготовленных таблиц нам удалось установить среднегодовые, максимальные и минимальные значения по каждому гидрохимическому показателю. Далее при помощи методики «Оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям», мы рассчитали индекс загрязненности вод (ИЗВ) за период с 1995 по 2014 год на трех изучаемых створах.

Таким образом, на основе оценки динамики таких гидрологических показателей реки Савалы как расход и уровень воды с 1956 по 2014 гг. Самый высокий уровень воды на реке Савале по месяцам, за наблюдаемый нами период, оказался равным 736 см. Минимальный сток за сутки наблюдался 31 августа 1972 года и составлял $1123,2 \text{ м}^3$ за сутки.

Река выходила из русла на пойму 38 раз за период наблюдений с 1949 по 2014 годы, что вело за собой подтопление низких, прилегающих к реке, участков, в том числе и жилых. Критический уровень затопления территории, когда требовалась эвакуация жителей, достигался 5 раз за исследуемый период.

Анализируя среднедекадные температуры воздуха и воды за 58 лет, а также описывая ледовый режим Савалы, можно сказать, что длительность переходов температур через $+5^\circ\text{C}$, $+10^\circ\text{C}$, $+15^\circ\text{C}$, $+20^\circ\text{C}$ на гидропосту Жердевка варьируется от 68 дней до 201 дня, а средняя продолжительность ледовых явлений на реке Савале у города Жердевка – 147 дней. Средняя продолжительность ледостава – 125 дней.

Проанализировав среднегодовые, максимальные и минимальные значения по каждому гидрохимическому показателю, а также динамику гидрохимического индекса загрязненности вод (ИЗВ) в реке Савалена, в трех ее створах, мы пришли к выводу, что показатели концентрации вредных веществ, в основном, имеют тенденцию к снижению, резких скачков в сторону увеличения показателей не наблюдается. Качество воды в реке Савале соответствует III классу – умеренно загрязненная. Существует тенденция к снижению значений комплексного индекса загрязненности вод (ИЗВ).

Сведения об авторе:

Чернова Мария Александровна, студентка, институт математики, естествознания и информационных технологий, ФГБОУ «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», 393460, Россия, Уварово, пер. Первомайский,5; e-mail: chernovamararusya@mail.ru

ИММУННАЯ СИСТЕМА МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Чичинская Э.

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия

Ключевые слова: иммунная система, морские беспозвоночные, гуморальные факторы иммунитета, антропогенное воздействие, морская экосистема.

Состояние иммунной системы организма находится под прямым воздействием факторов внешней среды. Биогенное и абиогенное загрязнение, разрушение структуры биоценозов появлением новых патогенных организмов, изменение пищевой цепи, обеднение кормовой базы, отклонения в численности и видовом составе хищников и другие стрессорные факторы будут вызывать измеримые изменения иммунного статуса. При этом, характеристика изменений может служить прямым доказательством здоровья и жизнеспособности организмов и, косвенно, уровня негативного влияния на его биоценоз. Однако, на данный момент работ, в рамках которых были бы проведены системные исследования динамики состояния иммунитета морских беспозвоночных разных ореолов обитания, отсутствуют, что делает предсказания негативных трендов и оценки экологического состояния их среды обитания невозможным. В связи с этим, нами предлагается проект, результатом которого станет комплексное описание динамики иммунного статуса нескольких видов морских беспозвоночных в норме и в условиях антропогенного воздействия, на примере промысловых видов беспозвоночных акваторий Дальнего Востока. Полученные статистически достоверные показатели широкого ряда параметров иммунитета животных позволят использовать их в независимых исследованиях состояния морских биоценозов.

IMMUNE SYSTEM OF MARINE INVERTEBRATES AS AN INDICATOR OF THE ENVIRONMENT ECOLOGICAL STATUS

Chichinskaya E.

Far Eastern Federal University,
Vladivostok, Russia

Key words: immune system, marine invertebrates, immunity humor factors, anthropogenic impact, marine ecosystem.

An organism immune system condition is under direct influence of external environment factors. Biogenic and abiogenous pollution, biocenosis structure destruction, appearing of new pathogenic organisms, alterations of the food chain, depletion of the nutritive base, deviations in abundance and species structure of predators, and other stress factors will cause the immune status measurable changes. At that, the changes characteristics can serve a direct evidence of an organism's health and vitality and an indirect evidence of the negative impact on its biocenosis. At present, however, there are no works on system investigations of immunity dynamics of different habitats marine invertebrates. This hinders forecasting of the negative trends and assessing of the habitats environment. In this context we propose a project to produce a comprehensive description of the immune stays dynamics for some marine invertebrates species in normal conditions and under some human impact with the relevant Far East water areas. The obtained statistically reliable data on a wide range of parameters will enable to use them in independent researches of the marine biocenosis status.

Статус иммунной системы животного – системы защиты организма от чужеродного окружения, патогенных внешних и внутренних агентов, непосредственно зависит от степени воздействия на организм неблагоприятных факторов среды, к которым могут относиться биогенное и абиогенное загрязнение, разрушение структуры биоценозов с появлением новых патогенных организмов, изменением пищевой цепи, обеднением кормовой базы, отклонениями в численности и видовом составе хищников, и другими изменениями условий обитания вида. Степень воздействия на иммунную систему может служить прямым доказательством здоровья и жизнеспособности организмов и, косвенно, уровня негативного влияния на биоценоз, в котором исследуемые виды обитают.

Однако на сегодняшний день отсутствует систематическое исследование динамики состояния иммунного статуса морских беспозвоночных, что не позволяет объединить разрозненные исследования иммунной системы отдельных видов беспозвоночных, сделанные в рамках ареалов обитания отдельных популяций, для предсказания негативных трендов, происходящих в морских экосистемах на основе комплексного анализа состояния организмов их обитателей.

По этой причине необходимо комплексное изучение динамики состояния иммунитета широко распространенных видов морских беспозвоночных, исследование зависимости иммунного статуса животных от естественных экологических факторов и комплексного исследования влияния на иммунитет морских беспозвоночных антропогенных факторов внешней среды с целью подготовки теоретического и практического базиса для создания системы биомониторинга на основе диагностики иммунного статуса морских беспозвоночных.

Проект направлен на комплексное исследование состояния иммунной системы широко распространенных донных видов морских беспозвоночных с целью анализа влияния на их иммунитет экологических антропогенных факторов и разработки методов быстрого тестирования иммунного статуса морских гидробионтов с достоверной оценкой вклада в состояние их иммунного статуса фактора экологического состояния акватории. Статус иммунной системы – прямой индикатор состояния организма животного, чувствительный к широкому ряду как естественных, так и антропогенных факторов среды. Исследование иммунного статуса позволяет получить информацию об общем состоянии организма, определив те факторы, которые оказывают наибольшее влияние на его жизнедеятельность. В качестве исследуемых животных будут использованы широко распространенные в Японском море промысловые виды двустворчатых моллюсков и иглокожих. В целях оценки естественной динамики состояния иммунной системы будут исследованы внутривидовые, межвидовые, сезонные вариации состояния иммунитета, а также ряд естественных факторов среды, потенциально способных влиять на иммунный статус гидробионтов (опреснение и голод).

Полученные данные будут использованы для коррекции оценки состояния иммунной системы животных из акваторий с различной степенью антропогенного воздействия. Иммунный статус будет определяться исследованием широкого ряда параметров клеточного и гуморального иммунитета. Широкое распространение исследуемых видов позволяет использовать их в качестве универсальных объектов биомониторинга, а простота технологии сбора биоматериала значительно облегчает практическое использование методики.

Наличие среди исследуемых животных их естественных хищников позволят оценивать состояние аквакультуры в контексте состояния его биотопа, сравнение же вариативности иммунного статуса представителей разных типов беспозвоночных позволит сделать выводы о вариативности чувствительности представителей различных таксонов к изменениям окружающей среды и рекомендовать к использованию виды, наиболее чувствительные к изменению исследуемых факторов среды.

Сравнение внутривидовой и межвидовой изменчивости иммунного статуса здоровых организмов, а также сезонной вариативности иммунитета позволят определить границы естественной вариативности иммунной системы каждого

исследованного вида, а межвидовые сравнения реакции иммунитета животных на антропогенное воздействие позволят определить виды наиболее чувствительные к состоянию окружающей среды и рекомендовать их для использования в качестве объектов биомониторинга, с оценкой состояния их иммунной системы, опирающейся на полученные в данном исследовании данные.

Подобное комплексное исследование иммунного статуса ряда видов морских беспозвоночных будет проведено впервые, данные исследования позволят отслеживать долгосрочные и краткосрочные тренды в изменения состояния экосистем, проводить сравнительное исследование различных биотопов прибрежных вод и рекомендовать акватории наиболее пригодные для разведения промысловых видов беспозвоночных.

Сведения об авторе:

Чичинскас Эдуардас, аспирант, школа естественных наук, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690922, Россия, Приморский край, о. Русский, кампус ФВФУ, 11–1004; e-mail: cicinskas@gmail.com

**ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ДОЖДЕЙ ЛИВНЕВЫХ, МЕТЕЛЕЙ И СИЛЬНОГО СНЕГОПАДА
ПО ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Шпока Д.А.

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь
daria-a-sh@rambler.ru

Ключевые слова: дождь ливневый, метель, сильный снегопад, опасное метеорологическое явление.

В работе рассматривается изменение числа дней с опасными метеорологическими явлениями (дождь ливневый, метель, сильный снегопад) на территории Беларуси, которые оказывают определенное влияние на формирование уровней воды, и особенности их формирования за 1975–2013 гг. по метеорологическим станциям. Выполнен анализ пространственно-временной изменчивости числа дней с дождями ливневыми, метелями и сильным снегопадом, дана оценка влияния различных ландшафтов на распределение этих метеорологических явлений на территории Беларуси.

**SPECIFIC FEATURES OF SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION OF RAINSTORMS,
SNOWSTORMS AND HEAVY SNOWFALLS ON THE TERRITORY OF BELARUS**

Shpoka D.A.

Brest State Technical University,
Brest, Belarus
daria-a-sh@rambler.ru

Key words: rainstorm, snowstorm, cheavy snowfall, hazardous meteorological phenomenon.

The paper deals with alteration of the number of days with hazardous meteorological phenomena (rainstorm, snowstorm, and heavy snowfalls) on the territory of Belarus. These phenomena exert certain influence of the water level formation and features of their formation at different meteorological stations in 1975-2013. Analysis of spatial-temporal variability of the number of days with rainstorms, snowstorms and heavy snowfalls has been carried out. The different landscapes impact on these meteorological phenomena distribution over the territory of Belarus has been assessed.

Территория Беларуси находится в пределах Восточно-Европейской равнины, на водоразделе рек бассейна Балтийского и Черного морей. За год выпадает около 550–650 мм осадков, на возвышенных территориях – 750–770 мм. Каждый год наблюдаются опасные метеорологические явления (ОМЯ), которые оказывают влияние на водный режим рек. Не исключение – дожди ливневые, метели и сильные снегопады, которые отмечаются на территории Республики Беларусь. Объем водных ресурсов формируется в соответствии с количеством выпавших осадков в текущем году и увлажненностью предшествующего осеннего сезона. Например, ресурсы поверхностных вод Беларуси, сформировавшиеся в 2013 г. в условиях повышенной водности зимнего и весеннего периодов, в соответствии с количеством выпавших осадков и увлажненностью предшествующего года, составили 73,5 км³ или 127% от средней многолетней величины.

Цель работы. Пространственно-временной анализ дождей ливневых, метелей и сильного снегопада в современных условиях на территории Беларуси. Выполнен анализ пространственно-временных изменений дождей ливневых, метелей и сильного снегопада на территории Беларуси за период с 1975 по 2013 гг. [1].

Обсуждение. Дожди ливневые – кратковременные атмосферные осадки большой интенсивности, обычно в виде дождя или снега. К опасным относят дожди с суммой осадков не менее 15 мм за 12 часов (или более короткий промежуток времени).

Пространственная структура распространения дождей ливневых на территории Беларуси представлена на рисунке 1. Как видно из рисунка, чаще все дожди ливневые отмечаются на возвышенных участках: на севере (Городокская возвышенность), в центральной части (Минская возвышенность), на западе (Гродненская возвышенность); на юге (центральная часть Полесской низменности). Это связано с тем, что на формирование ливневых осадков оказывает влияние неоднородность подстилающей поверхности, большая теплообеспеченность, обводненность, выше роль местного испарения, что ведет и к большей влажности облаков.

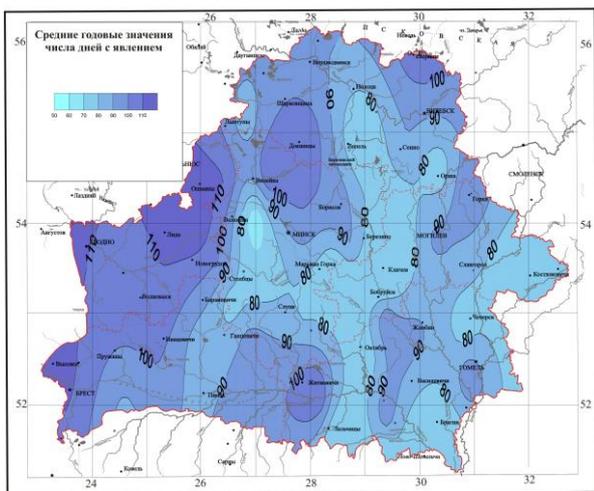


Рис. 1. Пространственное распределение среднего годового числа дней с дождями ливневыми на территории Беларуси.

В среднем отмечается около 88 дней с дождями ливневыми, приходящихся на 1 метеостанцию. Анализ временных особенностей изменения числа дней с дождями ливневыми показал увеличение количества ливневых дождей по территории республики (1975-1987 гг. - 81 день, 1988-1999 гг. – 91 день и 2000-2013 гг. – 92 дня с ливневыми дождями).

Метель - перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы [2]. Метель становится ОМЯ тогда, когда скорость ветра усиливается до 15 м/с и более и имеет продолжительность не менее 12 часов. Чаще всего метели наблюдаются на северо-востоке и востоке, вторичный максимум повторяемости метелей ограничен Новогрудской и Минской возвышенностями, Копыльской грядой (рис. 2). Подобная закономерность отмечалась и до 1970-

х годов XX в. Наибольшее число дней с метелями отмечается на северо-востоке и в районе возвышенностей (25–30), реже на юге 10–15 дней. Наибольшее число дней с метелями отмечалось на севере (50–60), в центральной части – 35–45, на юге – 20–30 дней с метелями. Среднее количество дней с метелями, приходящихся на 1 метеостанцию в году почти за 40-летний период, составляет около 6. Временные особенности распределения числа дней с метелями имеют следующие особенности. Максимальное количество дней с метелями приходится на вторую половину 70-х – начало 80-х гг. (около 11 дней), минимальное – на начало 90-х и 2000-е года (около 3 дней). Как показывает анализ отклонения среднего годового количества дней с метелями от нормы, наблюдается уменьшение числа дней с метелями с конца 80-х годов XX в. Такой ход метелей связан с тем, что с 1988 года началось современное потепление климата, наиболее выраженное в холодное время года.

Сильный снегопад – продолжительное интенсивное выпадение снега из облаков, приводящее к значительному ухудшению видимости и затруднению движения транспорта [2]. Пространственное распределение сильного снегопада имеет следующие особенности. Чаще всего сильные снегопады проходят в западной части Беларуси, особенно на Новогрудской возвышенности, и на севере. Реже – на юге, в т.ч. на территории Брестского, Припятского, Мозырского Полесья (рисунки 3).

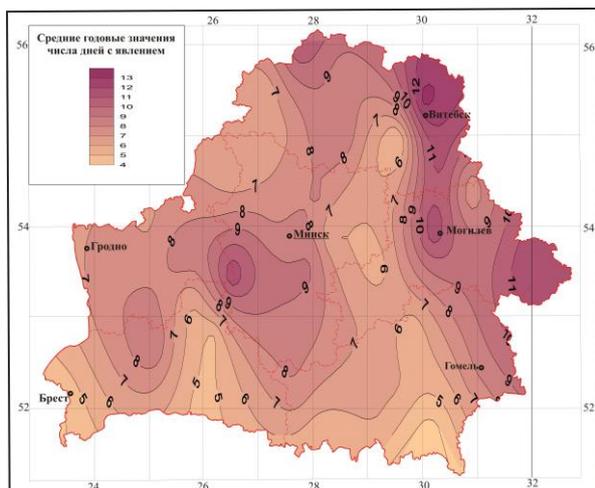


Рис. 6. Пространственное распределение среднего годового числа дней с метелью.

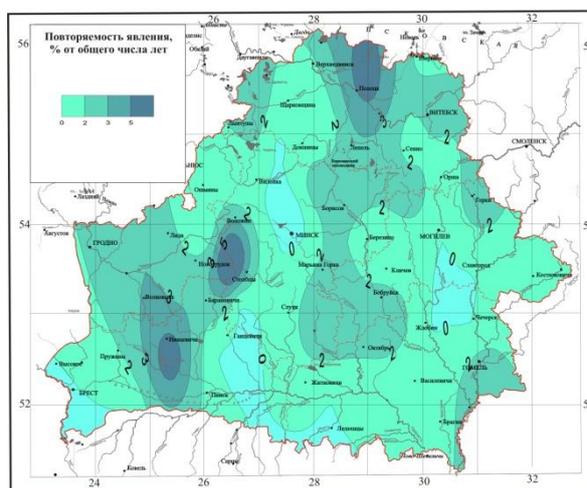


Рис. 12. Пространственное распределение повторяемости сильного снегопада, % лет.

По территории Беларуси сильный снегопад отмечается в среднем 1 раз в 10 лет. Внутригодовое распределение числа дней с сильным снегопадом имеет следующие особенности. Сильные снегопады отмечаются с ноября по март, в отдельные годы - в апреле и октябре. В октябре сильный снегопад отмечается на востоке (Могилевская область) в 50% от общего числа дней, в ноябре сильный снегопад отмечается на востоке и севере (Могилевской, Гомельской и Витебской областях (50, 33 и 14% от общего числа дней с явлением соответственно), в декабре – на севере (Витебская область) и юго-востоке (Гомельская область). В январе сильный снегопад наблюдается на западе, юго-западе и в центральной части. В феврале сильные снегопады отмечаются только на севере (Витебская область) в 29% от общего числа дней с данным явлением, в марте – на западе, севере и юго-востоке Беларуси (Гродненская область – 33, Гомельская – 29, Витебская – 20% от общего числа дней с явлением). В апреле сильные снегопады не наблюдаются по востоку Беларуси (Могилевская, Гомельская области).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метеорологический ежемесячник / Мин-во прир. ресурсов и охраны окруж. среды Республики Беларусь. Республ. гидрометеорол. центр. Климатич. Кадастр Республики Беларусь. Ч. 2, № 1–13. Минск. 1975–2013.
2. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси : Справочник / Мин-во прир. ресурсов и охраны окруж. среды Республики Беларусь / под общ. ред. М.А. Гольберга. Минск : Бел. науч.-исслед. центр Экология, 2002. 132 с.

Сведения об авторе:

Шпока Дарья Александровна, магистрант, факультет инженерных систем и экологии, Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», 224023, Республика Беларусь, Брест, Партизанский проспект, д.12, кв. 24; e-mail: daria-a-sh@rambler.ru

АДСОРБЦИОННО-КОАГУЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ Cs И Sr ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ АЛЮМОСИЛИКАТАМИ

Юрченко В.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Екатеринбург, Россия
navijoy@inbox.ru

Ключевые слова: адсорбция радионуклидов, дезактивация, монтмориллонит, интеркаляция.

Изучены адсорбционно-коагуляционные свойства монтмориллонита интеркалированного фосфатами. Установлена высокая эффективность полученного реагента по отношению к ^{137}Cs и ^{90}Sr . Предложен метод использования реагента.

SORPTION/COAGULATION METHOD OF Cs AND Sr RECOVERY FROM WATER SOLUTIONS MODIFIED WITH ALUMINUM SILICATES

Yurchenko V.V.

Ural Federal University,
Ekaterinburg, Russia
navijoy@inbox.ru

Key words: radio/nuclides sorption, deactivation, montmorillonite, intercalation.

Sorption/coagulation properties of montmorillonite intercalated with phosphates have been studied. The obtained agent high effectiveness in respect of ^{137}Cs and ^{90}Sr has been proved. A method of the agent application has been considered.

Сорбционные методы нашли широкое применение для очистки жидких радиоактивных растворов. В качестве сорбентов в настоящее время используют: ионообменные смолы, искусственные неорганические сорбенты, природные органические и неорганические сорбенты.

Наименее изучены адсорбционные свойства неорганических природных сорбентов, в частности дисперсных кремнеземов, слоистых и слоисто-ленточных силикатов. Особый интерес представляют слоистые алюмосиликаты с развитой удельной поверхностью (в коллоидном состоянии).

Интеркаляция может осуществляться различными прекурсорами органической и неорганической природы. Прекурсоры закрепляются в межслоевом пространстве сорбента, изменяя его свойства (адсорбционные, электроповерхностные). Эти свойства сохраняются в коллоидно-дисперсном состоянии.

Исходя из изложенного, значительный интерес представляло изучение адсорбционных свойств интеркалированных монтмориллонитов (ММ) по отношению к долгоживущим радионуклидам (цезию и стронцию).

В работе изучены физико-химические свойства вновь полученных интеркалированных ММ.

Установлено, что при внедрении в структуру ММ прекурсора (фосфаты натрия), возрастал отрицательный электрокинетический потенциал частиц. Увеличение отрицательного значения ζ -потенциала особенно сильно проявляется в области рН 6.00...10.00, что обусловлено формой нахождения прекурсора в растворе (возрастает доля ионов PO_4^{3-} по сравнению с количеством ионов HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-).

Изучены адсорбционные свойства нового реагента. Для этого были проведены сорбционные эксперименты по извлечению микро- и макроколичеств Cs и Sr из модельных и

реальных растворов. При изучении кинетических характеристик были получены зависимости представленные на рис. 1, 2.

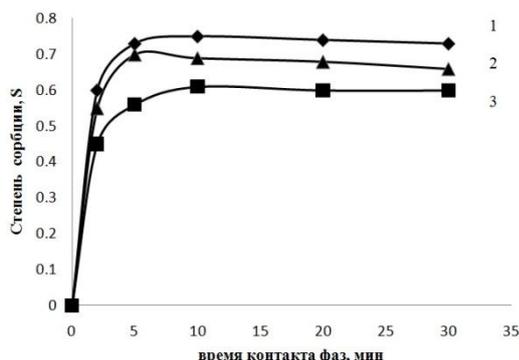


Рис. 1. Зависимость степени сорбции Cs от времени контакта фаз ($C_{\text{стаб Cs}} = 0.1$ мг/л; метка ^{137}Cs ; $V = 100$ мл; $m_{\text{сорб}} = 0,1$ г; $\text{pH} = 8$):
1 – дистиллированная вода; 2 – водопроводная вода; 3 – раствор NaCl 0.1 моль/л.

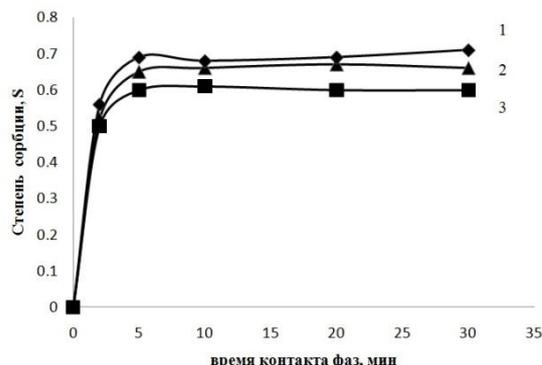


Рис. 2. Зависимость степени сорбции Sr от времени контакта фаз ($C_{\text{стаб Sr}} = 1$ мг/л; метка ^{90}Sr ; $V = 100$ мл; $m_{\text{сорб}} = 0.1$ г; $\text{pH} = 8$):
1 – дистиллированная вода; 2 – водопроводная вода; 3 – раствор NaCl 0.1 моль/л.

Время установления адсорбционного равновесия не превышало 10 минут.

При изучении адсорбционных свойств реагента в зависимости от равновесной концентрации раствора было установлено, что адсорбция Cs сопровождается образованием двух мономолекулярных слоев. По нашему мнению, двухслойная адсорбция цезия обусловлена особенностями, связанными с его гидратацией.

Адсорбция Sr на модифицированном ММ обусловлена не только избыточным отрицательным зарядом поверхности адсорбента, но и взаимодействием ионов стронция с прекурсорами. Адсорбция стронция усиливается в щелочной среде, это связано с переходом ионов стронция из формы Sr^{2+} в форму SrOH^+ . Ионы SrOH^+ являются малогидратированными ионами и при адсорбции на поверхности интеркалированного ММ происходит их полная дегидратация.

Изучены закономерности коагуляции интеркалированного ММ. Коагуляцию частиц изучали в зависимости от влияния коагулирующего иона.

Для однозарядных ионов (Na^+ и Cs^+) электролитная коагуляция не наблюдалась. В тоже время для Ca^{2+} и Sr^{2+} при концентрации 2 ммоль/л начинается быстрая коагуляция. При коагулировании интеркалированного ММ солями $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ быстрая коагуляция наблюдалась при концентрации 0,2 ммоль/л.

При изучении флокуляции интеркалированного ММ было установлено, что наибольшей флокулирующей способностью обладают катионные реагенты.

В результате коагуляции и флокуляции получается легкоотделяемый осадок с гидравлической крупностью 35...43 мм/с.

На основании проведенных адсорбционно-коагуляционных исследований интеркалированного ММ был предложен метод использования нового реагента в процессах дезактивации воды (рис. 3).

Адсорбционный реагент на основе интеркалированного ММ обладает высокими адсорбционными свойствами по отношению к цезию и стронцию. Для Cs $\text{COE}_{\text{Cs}} \geq 1.7$ ммоль/г, а для Sr при $\text{pH} = 11$ $\text{COE}_{\text{Sr}} \geq 1.6$ ммоль/г. Адсорбция Cs и Sr из водных растворов характеризуется высокой скоростью.

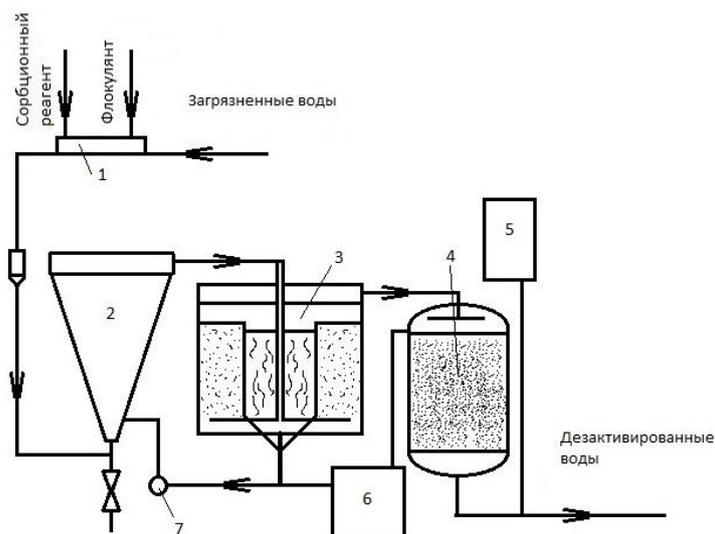


Рис. 13. Схема установки с осветителями для дезактивации воды. 1 – смеситель; 2 – камера реакции или вихревой реактор; 3 – осветитель; 4 – фильтр; 5 – бак промывной воды; 6 – бак для воды от промывки фильтров; 7 – насос для рециркуляции осадка.

Отделение отработанного адсорбента от водного раствора не составляет особых технологических трудностей, так как частицы легко коагулируют и укрупняются. В случае необходимости возможно использование флокулянтов.

Полученные данные указывают на высокую эффективность применения модифицированного ММ при извлечении долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr из природных вод.

Сведения об авторах:

Юрченко Владимир Васильевич, аспирант, строительный институт, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 620131, г. Екатеринбург, ул. Викулова, д. 48, кв. 133; e-mail: navijoy@inbox.ru