

## Литература

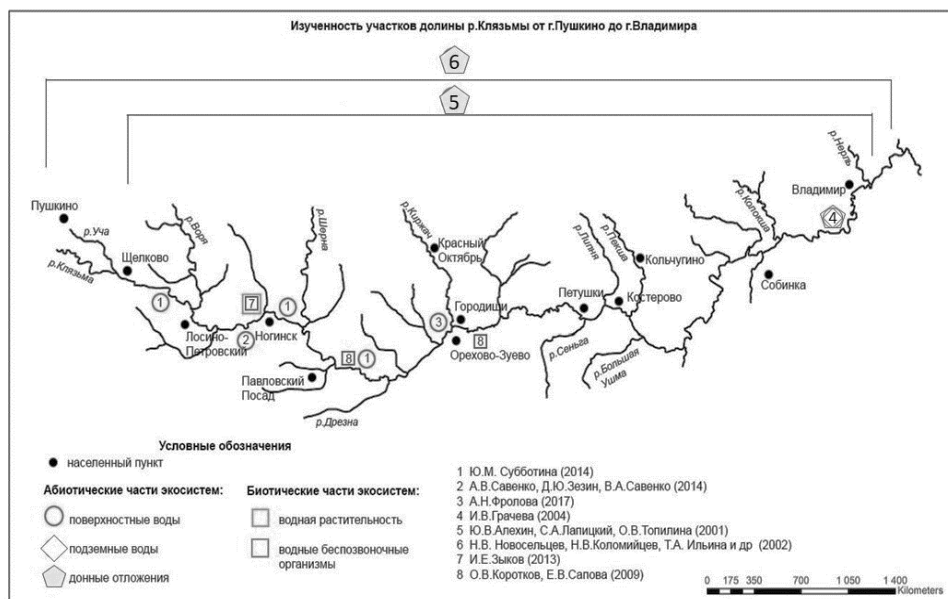
1. *Богданов Н.А.* Международный Форум Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды: ключевые направления и основные итоги-2017 // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 1(43). С. 107-123.
2. *Богданов Н.А., Басс О.В., Воронцов А.А.* Гидро- и литодинамический контроль химического загрязнения внутренних водоемов: Калининградский залив // Астраханский вестник экологического образования. 2019. № 1(49). С. 14-39.
3. *Богданов Н.А., Воронцов А.А., Морозова Л.Н.* Тенденции химического загрязнения и динамика Калининградского залива // Водные ресурсы. 2004. № 5 (31). С. 576-590.
4. Гидрохимический режим Вислинского залива. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 280 с.
5. *Дубравин В.Ф., Егорихин В.Д., Чубаренко Б.В. и др.* Придонные течения Калининградского залива // Экологические проблемы Калининградской области. Калининград: КГУ, 1997. С. 90-96.
6. Об экологической обстановке в Калининградской области в 2017 году: Государственный доклад. Калининград: Министерство природных ресурсов и экологии Калининградской области, 2018. 201 с.
7. Постановление № 441п Правительства ХМАО-Югры от 10.X.2004 г. Ханты-Мансийск.
8. Экологические исследования состояния поверхности океана и приподной атмосферы. М.: Гидрометеиздат, 1990. Вып. 194. С. 160.
9. Экологические проблемы Калининградской области и Юго-Восточной Балтики. Калининград: КГУ, 1999. 104 с.
10. Экологические проблемы Калининградской области и Балтийского региона. Калининград: КГУ, 2002. 230 с.
11. *Bogdanov N.A.* Heavy metals in soils as indicator of sanitary state of territories: monitoring of the south of Astrakhan region // Journal of Health and Environmental Research. Vol. 4. № 4. 2018. P. 119-129. doi: 10.11648/j.jher.20180404.11.

## СОСТОЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТ ЭКОСИСТЕМ ДОЛИНЫ РЕКИ КЛЯЗЬМА НА УЧАСТКЕ Г. ПУШКИНО – Г. ВЛАДИМИР В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА

**А.С. Валиева, М.А. Харьковина, Н.В. Коломийцев**

МГУ имени М.В.Ломоносова, Ленинские горы, 1. E-mail: alina\_vs\_96@mail.ru,  
kharkina@mail.ru  
ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», ул. Большая Академическая, 44.  
E-mail: kolomiytsev@vniigim.ru

Экосистемы долины реки Клязьма испытывают сильную техногенную нагрузку. Реки бассейна Клязьмы на участке от Пушкина до Владимира являются приемниками сточных вод городов Щелкова, Ногинска, Павловского Посада, Орехово-Зуева, Покрова, Петушков, где сконцентрированы различные отрасли промышленности (химической, металлообрабатывающей, деревообрабатывающей и др.).



**Рис. 1. Карта изученности компонентов экосистем долины р. Клязьмы от Пушкино до Владимира**

Номера внутри геометрических фигур указывают на фамилии исследователей и год публикации

Исследование компонент экосистем начато достаточно давно (рис.1). По широте охвата можно выделить два этапа: точечные исследования, проводившиеся на отдельных участках долины реки около крупных городов с целью выявления элементов-загрязнителей в отдельных компонентах экосистем [2, 3, 5, 6, 10, 11, 14] и широкомасштабные исследования охватывающие протяженные участки долины Клязьмы [1, 9, 13].

По набору объектов исследований преобладают работы, посвященные оценке состояния абиотических компонент экосистем (поверхностных вод, донных отложений и почв). Работы, посвященные оценке живых организмов, в литературе встречаются достаточно редко [3, 6].

В 2017 году, было принято решение вновь заняться участком от Пушкино до Владимира для выявления тенденции к уменьшению или к увеличению содержания тяжелых металлов в абиотических компонентах экосистем, а именно в донных отложениях (ДО) реки Клязьма. Донные отложения р.Клязьмы и ее основных притоков сложены преимущественно фракциями мелкого и тонкого песка, пыли и глины, но становятся более песчаными вниз по течению, что обусловлено дренированием обширной плейстоценовой флювиогляциальной равнины – Мещерской низменности.

При выборе схемы пробоотбора река Клязьма разбивалась на серию створов в зависимости от детальности исследований, цели и поставленных

задач. Как правило, намечался один створ до города (поселка, промзоны) и один после; один створ до притока (места сброса сточных вод); один створ в устьевой части притока и один – после его впадения. Створы ниже предполагаемого источника загрязнения назначались на участке реки в зоне полного смешения сточных и речных вод. В каждом створе отбиралась в простых случаях одна проба, в более сложных – две, по одной у каждого берега. Общее количество образцов составило 33 пробы.

Результаты рентгено-структурного анализа показали преобладание в ДО минералов кварца и полевых шпатов (плагиоклазов) с присутствием значительного количества глинистых минералов группы гидрослюд. Образцы, отобранные в верхнем течении Клязьмы, содержат гипс; карбонаты в ДО присутствуют в малых количествах. Это объясняется тем, что река эродирует преимущественно песчаные породы и почвы.

Основным направлением исследования донных отложений р.Клязьмы является определение содержания тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr) и мышьяка (As).

После определения концентрации тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях на участке от Пушкино до Владимира полученные результаты сравнивались со значениями 2003 г. для определения динамики загрязнения (табл. 1).

В результате исследований 2017 г. было установлено, что за 14 лет средняя концентрация кадмия в донных отложениях уменьшилась, за исключением участка от Щелково до Монино, где концентрация кадмия увеличилась с 16,7 до 44 мг/кг. Этот же участок оказался проблемным и при загрязнении донных отложений цинком, мышьяком и свинцом.

Таблица 1

**Характеристика загрязнения донных отложений тяжелыми металлами реки Клязьма в разные годы**

Участки долины р. Клязьма	Средние концентрации ТМ (мг/кг) в донных отложениях в разные годы								
	ААС				ААС				РФА
	2003 г.				2017 г.				
	Cd	Pb	Zn	As	Cd	Pb	Zn	As	
Пушкино-Щелково	1,5	80	296	22,5	1	83,5	472,5	24	
Щелково-Монино	16,7	93,4	1180,4	53,8	44	452	4597,6	502,6	
Монино-Ногинск	9,8	72,3	654,3	60	8,6	382,6	1098,3	78,6	
Ногинск-Орехово-Зуево	4,45	37,2	386	47	3,61	156,7	574	81,2	

*Примечание.* ААС – атомно-абсорбционный метод, РФА – рентгенофлуоресцентный метод.

Наибольшее загрязнение по цинку наблюдается на участке Щелково-Лосино-Петровский, где за 14 лет концентрация выросла в 5 раз. От Пушкино до Орехово-Зуево с 2003 года значения возросли, от Орехово-Зуево до Владимира значения немного, но уменьшились. Концентрации свинца, относительно других элементов с 2003 года значительно увеличились в среднем в 5 раз на большей части исследуемого участка. В верховье и в низовье р. Клязьмы концентрации свинца уменьшились. Возможной причиной увеличения содержания свинца в донных отложениях на участке Щелково-Орехово-Зуево может быть рост производства свинцовых аккумуляторов, хрусталя, эмалей, красок, лаков и пр.

Одновременно современные экспериментальные исследования показали уменьшение концентрации тяжелых металлов в донных отложениях вниз по течению Клязьмы, что может быть связано с впадением относительно чистых притоков Пекши, Колокши, Нерли и с уменьшением числа населенных пунктов с развитой промышленностью.

Значения концентрации элементов сравнивались с местным фоном, в качестве которого была выбрана точка на р.Пекша у д. Кольчугино, и с региональным, в качестве которой выступают значения концентрации элементов в донных отложениях реки Ока. Концентрация мышьяка в донных отложениях р. Клязьмы в 2003 и 2017-2018 гг. превышала фоновые значения. Она увеличилась более чем в 10 раз на участке Щелково-Лосино-Петровский, а ниже Орехово-Зуево – уменьшилась почти в 6 раз.

Концентрации хрома и меди в донных отложениях в разные годы превышают фоновые значения, но ниже по течению реки значения по хрому приближаются к фоновым.

Значения по никелю и кадмию в 2003 году на большей части участка совпадали с фоновыми, в 2017-2018 гг. близкими к фоновым значениям остаются только участки в верховье и в низовье реки, в средней части долины реки Клязьма значения превышают фоновые.

Согласно суммарному показателю загрязнения, в 2003 и 2017-2018 гг. участок от Пушкино до Щелково и от Костерево до Владимира относится к слабому уровню загрязнения, участок от Щелково до Лосино-Петровский в 2003 году характеризовался высоким уровнем загрязнения, в 2017-2018 гг. участок Щелково-Лосино-Петровский стал относиться к очень высокому уровню загрязнения. Территория от Лосино-Петровский до Орехово-Зуево в 2003 году относилась к среднему уровню загрязнения, в 2017-2018 годах – к высокому.

Исследования состояния биотических компонент экосистемы выполнялось методом биотестирования. Для токсикологического испытания в качестве тест-объекта выбран вид дафний *Ceriodaphnia affinis* [12]. Для оценки их выживаемости использовались водные вытяжки из донных отложений, отобранный в верховьях участка максимального загрязнения ниже г. Щелково,

а также в низовьях в районе впадения относительно чистых притоков – Пекши, Колокши, Нерли.

Проведение биотестирования показало (табл. 2), что в пробе с участка Щелково-Лосино-Петровский не выжило ни одной цериодафнии, а в пробе с участка Собинка-Владимир выжило больше половины. Контрольные пробы показали 100% выживаемость, что свидетельствует о правильности выполнения биотестирования.

Таблица 2

**Результаты биотестирования с использованием *Ceriodaphnia affinis***

Участок отбора ДО для получения водных вытяжек	Число выживших (шт.)	Средняя выживаемость (%)
Щелково-Лосино-Петровский	0/6	0
	0/7	
	0/7	
Собинка-Владимир	5/6	70
	5/7	
	3/7	

На основе полученных данных можно сделать предположение, что одной из причин нулевой выживаемости тест-объекта на участке Щелково-Лосино-Петровский являются высокие показатели концентрации тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях. Например, в избыточных концентрациях медь весьма токсична для гидробионтов, приводит к атрофии ряда органов и тканей, нарушению процессов кровообразования [4, 7]. Цинк в повышенных концентрациях разрушает ткани гидробионтов, нарушает дыхание и координацию движений [8]. Никель обладает канцерогенными, гонадо- и эмбрио-токсичными и кумулятивными свойствами.

Таким образом, оценка состояния экосистем с учетом абиотической и биотической составляющих показала, что средняя часть долины р. Клязьма на участке от Пушкина до Владимира наиболее неблагоприятна.

Заметно падение концентрации тяжелых металлов в донных отложениях вниз по течению Клязьмы связано с изменением механического состава ДО (глинистые донные отложения Клязьмы вниз по течению становятся более песчаными), а также впадением относительно чистых притоков – Пекши, Колокши, Нерли и уменьшением количества населенных пунктов с развитой промышленностью.

**Литература**

1. Алехин Ю.В., Лапицкий С.А., Сергеев В.И. Экологическая геология Восточного Подмосковья – региона с контрастными техногенными нагрузками. Геохимическое изучение потоков рассеяния и физико-химических механизмов депонирования приоритетных загрязнителей: материалы второй международной конференции науки о земле и образовании. СПб, 2001. С. 256-257.

2. *Грачева И.В.* Геоэкологическая оценка состояния природной среды Владимирской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук (25.00.36). СПб.: СПбГУ, 2004. 24 с.
3. *Зыков И.Е.* Оценка качества воды реки Клязьмы восточных регионов Подмосковья // Вестник Моск. гос. областного гум. института. Серия: Медикобиологические науки. Орехово-Зуево, 2013. Т. 2. № 2. С. 222-224.
4. *Ковальский В.В.* Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 294 с.
5. *Коротков О.В., Колотовкина Я.Б., Плужник О.М.* Сравнительный анализ микробиологического загрязнения реки Клязьма // Актуальные проблемы современной экологии и экологического образования, 21 апреля 2015 г. Москва. С. 17.
6. *Коротков О.В., Сапова Е.В.* Мониторинг загрязнения реки Клязьма биологическими объектами: материалы Международной научно-практ. конференции «Современные проблемы экологии и экологического образования». Орехово-Зуево: МГОГИ, 2009.
7. *Мартин Р.* Бионеорганическая химия токсичных ионов металлов // Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. М.: Мир, 1993. С. 25-61.
8. *Мур Дж.В.* Тяжелые металлы в природных водах / Дж.В. Мур, С. Рамамурти. М.: Мир, 1987. 285 с.
9. *Новосельцев Н. В., Бесфамильный И. Б., Кизяев Б. М., Грэм Т., Добрачев Ю. П., Ильина Т. А., Коломийцев Н. В., Майсснер Р., Митрюхин А.А.* и др. Техногенное загрязнение речных экосистем. М.: Научный мир, 2002. С. 140.
10. *Савенко В.С., Зезин Д.Ю., Савенко В.А.* Фтор в поверхностных и грунтовых водах бассейна среднего течения р. Клязьмы // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 5. С. 544-552.
11. *Субботина Ю.М.* Антропогенное воздействие мегаполиса на естественные водоемы на примере реки Клязьмы: материалы ежегодной международной заочной научно-практической конференции. М., 2014. С. 292-297.
12. *Терехова В.А.* Биотест-системы для задач экологического контроля: методические рекомендации по практическому использованию стандартизованных тест-культур / В.А. Терехова, Л.П. Воронина, Д.В. Гершкович, В.И. Ипатова, Е.Ф. Исакова, С.В. Котелевцев, Т.О. Попутникова, А.А. Рахлеева, Т.А. Самойлова, О.Ф. Филенко. М.: Изд-во «Доброе слово», 2014. 48 с.
13. *Топилина О.В.* Экологическая оценка состояния вод бассейна р. Клязьма в период с 1998 по 2001 годы: магистерская диссертация; МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2002. 55 с.
14. *Фролова Н.А.* Экологический мониторинг состояния вод реки Клязьма в черте г. Орехово-Зуево // Современные здоровьесберегающие технологии. Орехово-Зуево, 2017. № 4. С. 425-429.