

УДК 911.9:502

DOI 10.17513/use.38319

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА СЫКТЫВКАРА

Мазур В.В., Доровских Г.Н.

ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»,
Сыктывкар, e-mail: vvmazur@list.ru

Целью исследования является выявление геоэкологических факторов, оказывающих влияние на малые реки: Човью, Маджа, Кылтымью, Важьелью, Мартью – посредством оценки валовой концентрации тяжелых металлов (марганец, цинк, медь, кадмий, железо и свинец) в донных отложениях. Руслу исследуемых рек расположены в окрестностях г. Сыктывкара, однако до настоящего времени слабо изучены. Отличительной особенностью водотоков является то, что некоторые участки русел пролегают по особо охраняемым природным территориям. Кроме того, вдоль русла рек ведется активная вырубка лесов и сельскохозяйственная деятельность. Результаты исследования показали, что особенности гидрографической сети и характер подстилающей поверхности территорий способствуют естественному дренажу дождевых и талых вод через почвенные горизонты, при этом происходит обогащение вод растворимыми соединениями. Затяжной зимний период с отрицательными температурами способствует тому, что преобладающая часть стока сбрасывается в водотоки в период весеннего половодья, что приводит к значительному разбавлению вод и выносу загрязняющих веществ за пределы водотоков. В связи с тем, что реки располагаются вблизи города, происходит активное хозяйственное использование территорий, что оказывает негативное влияние на состояние водотоков.

Ключевые слова: г. Сыктывкар, малые водотоки, геоэкологические факторы, донные отложения, тяжелые металлы

STUDY OF FACTORS FORMING GEOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SMALL WATERCOURSES NEAR SYKTYVKAR

Mazur V.V., Dorovskih G.N.

Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, e-mail: vvmazur@list.ru

The aim of the work is to identify geo-ecological factors affecting small rivers: Chovyu, Madzha, Klytymyu, Vazhyolyu, Martyu, by assessing the gross concentration of heavy metals (manganese, zinc, copper, cadmium, iron and lead) in bottom sediments. The channels of the studied rivers are located in the vicinity of Syktyvkar city, however, they have been poorly studied so far. A distinctive feature of the watercourses is that some sections of the riverbeds run through specially protected natural areas. In addition, active deforestation and agricultural activities are carried out along the riverbeds. The results of the study showed that peculiarities of hydrographic network and character of underlying surface of the territories promote natural drainage of rain and melt water through soil horizons and enrichment of water with soluble compounds. The prolonged winter period with negative temperatures contribute to the fact that the predominant part of runoff is discharged into watercourses during spring floods, which leads to significant dilution of water and removal of pollutants outside the watercourses. Because the rivers are located near the city, there is active economic use of territories, which has a negative impact on the state of watercourses.

Keywords: Syktyvkar city, small watercourses, geoecological factors, bottom sediments, heavy metals

Введение

Малые водотоки имеют важное водохозяйственное значение и играют важную роль в гидрографической сети региона, являясь отправным пунктом для формирования более крупных гидрологических систем. Исследование загрязнения водотоков вблизи промышленных и жилых объектов является важным элементом контроля качества окружающей среды. Повышенные концентрации загрязняющих веществ не всегда являются следствием антропогенного воздействия, а могут относиться к характерным элементам геохимической структуры территории.

Взаимодействие водных масс с рельефом местности, почвой, гидробионтами

и другими элементами экосистемы формирует характер водных, химических и биологических процессов, протекающих в водосборах рек. Это влияние сочетается с воздействием антропогенной деятельности, что определяет геоэкологические особенности рек в различных природных зонах.

Аккумулятором загрязнений водотоков служат донные отложения, химический состав которых формируется при воздействии природных и антропогенных факторов. Химический состав природных вод и донных отложений определяют две группы геоэкологических факторов: прямые (химический состав горных пород, наличие антропогенных объектов вблизи водотока и др.) и косвенные (климат, рельеф местности, уровень

грунтовых вод, аэрогенный перенос загрязняющих веществ и др.) [1].

Цель исследования – выявление геоэкологических факторов, оказывающих влияние на малые водосборы в окрестностях г. Сыктывкара, путем оценки валовой концентрации тяжелых металлов: Mn, Zn, Cu, Cd, Fe и Pb в донных отложениях.

Материалы и методы исследования

Окрестности г. Сыктывкара окутаны сетью русел малых водотоков, среди которых реки Човью, Маджа, Кылымью, Важьёлю, Мартыю и др. Указанные реки протекают вблизи дачных массивов и сельскохозяйственных угодий, однако до настоящего времени слабо изучены. Отличитель-

ной особенностью исследуемых малых рек является то, что некоторые участки русел пролегают по особо охраняемым природным территориям.

В качестве объектов исследования были выбраны реки Човью, Маджа, Кылымью, Важьёлю, Мартыю. Расположение рек приведено на рисунке.

Характеристика изучаемых малых рек

Човью. Левый приток р. Вычегды. Длина реки – 40 км. В верховьях реки расположен заказник «Кокыль-нюр» и памятник природы болото Шилодорское. Река Човью наиболее изученная среди исследуемых рек по гидрохимическим показателям воды.

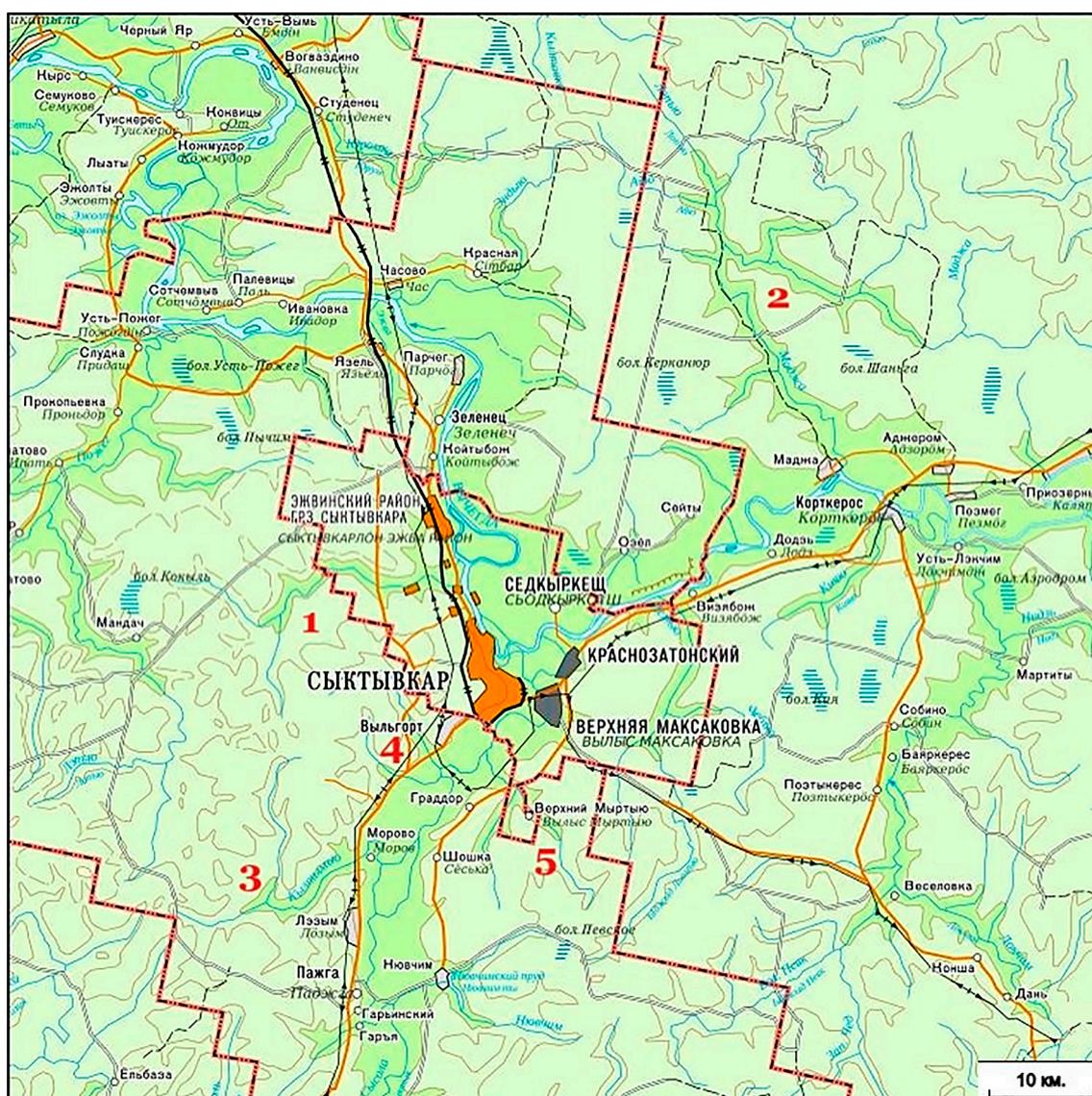


Схема расположения малых рек в окрестностях г. Сыктывкара [2]:
1 – р. Човью, 2 – р. Маджа, 3 – р. Кылымью, 4 – р. Важьёлю, 5 – р. Мартыю

Маджа. Впадает в протоку р. Вычегды. Длина реки – 99 км, площадь водосборного бассейна – 1330 км². В среднем течении р. Маджа расположен Государственный природный заказник республиканского значения «Маджский».

Кылтымью. Устье реки находится в 40 км от устья Сысолы. Длина реки составляет 36 км, площадь водосборного бассейна – 362 км. Протекает через дачный массив Морово. Имеет несколько притоков, в том числе Теплая Речка и Ворь-Ю.

Важьелью. Протекает по Сыктывдинскому району Республики Коми. Устье реки находится в 30 км от устья Сысолы по левому берегу. Длина реки составляет 23 км. В истоках реки расположен государственный природный заказник регионального значения «Важьелью».

Мартью. Протекает по Сыктывдинскому району Республики Коми. Устье реки находится в 23 км от устья Сысолы по правому берегу. Длина реки составляет 31 км. Имеет несколько притоков.

Исследование валовых концентраций тяжелых металлов в донных отложениях проводилось при помощи электронного микронзондового анализа на автоматизированном аналитическом комплексе TЕСSCAN на базе Научно-образовательного центра «Радиофизика и электроника наноструктурных материалов» Сыктывкарского государственного университета имени Питири-ма Сорокина.

Результаты исследования и их обсуждение

Бассейн р. Вычегды характеризуется сильно развитой гидрографической сетью, средняя густота которой составляет 0,62 км/км², при заболоченности – 5–10 % км/км². В долине реки представлены в основном песчаники и супесчаники, что обуславливает крайнюю неустойчивость русла [3]. Почвы, слагающие территорию исследуемых водосборов, имеют некоторые различия. Так, для р. Мартью и Маджа характерны песчаные подзолисто-железистые почвы, для р. Кылтымью и Важьелью – суглинистые подзолы, а для р. Човью – супесчаные [2].

Климат исследуемого района характеризуется небольшим количеством солнечной радиации зимой и западным переносом воздушных масс. Средняя температура самого холодного месяца составляет -14°C, самого теплого – +17°C. Валовое годовое количество осадков – 650–700 мм [3].

Следует отметить, что вблизи границы водоохранной территории р. Човью и Важьелью расположены помехохранилища, содержимое которых во время ливней или паводков может попадать в водотоки, вызывая повышение концентрации отдельных соединений до критического уровня [2].

Особенности геологических пород региона и наличие некоторых полезных ископаемых на водосборной площади оказывают существенное влияние на химический состав донных отложений водотоков (табл. 1).

В 2023–2024 гг. были проведены отборы проб донных отложений для исследования (за исключением р. Човью, где исследования проведены в 2011–2012 гг.).

Результаты исследования приведены в табл. 2.

Все отобранные пробы характеризуются значительным содержанием Fe. При этом нет достоверных различий в содержании Fe для рек Маджа, Кылтымью, Важьелью и Мартью. Следует отметить, что о повышенном содержании железа в землях Республики Коми стало известно в конце XVIII – начале XIX в., тогда были созданы горные промыслы и производства, связанные с добычей местных железных руд. Добывали дерновые руды полуболотного характера, залегающие под травяным покровом, бурый железняк или песчаники, а также пластовую «карбонатную» руду, залегающую в сине-серых глинах по берегам рек [9].

Практически во всех исследуемых образцах отсутствует свинец. Исключение составляет р. Кылтымью в районе СНТ «Радуга», где содержание свинца составляет 6×10^{-6} мкг/г, что в 6 раз превышает кларковое значение [10]. Источниками свинца зачастую являются техногенные источники – отходы промышленных предприятий, топливо и др. Очевидно на исследуемых территориях, свинец может попадать в донные отложения со стоком от автомобильных дорог или использования моторных лодок [11].

Также следует отметить, что в донных отложениях р. Кылтымью в районе СНТ «Отдых» содержание марганца в донных отложениях достоверно выше по сравнению с остальными исследованными точками. Поступление марганца в воду рек происходит при растворении марганецсодержащих пород и фильтрации через почву атмосферных осадков, сточных вод и т.д. [12].

Таблица 1

Факторы, влияющие на поступление загрязняющих веществ в речные бассейны

Источник поступления	Описание
Особенности гидрографической сети	Гидрографическая сеть играет ключевую роль в формировании химического состава грунтовых вод, аналогично рельефу. Это влияние зависит от плотности гидрографической сети, гидрологического режима и взаимодействия между речными и подземными водами. Реки выполняют функцию естественных дренажей для подземных вод, способствуя более интенсивному обмену воды и ее опреснению. Значительное опреснение грунтовых вод наблюдается в периоды паводков [4]
Климат	Климат является одним из базовых факторов, определяющих химический состав поверхностных и подземных вод. Он влияет на водный режим территории, процессы испарения, выветривания и почвообразования. Климатические условия также влияют на структуру и свойства грунтовых вод. Температурные колебания и количество осадков определяют образование водопроводных горизонтов, а также содержание растворенных веществ в воде. Таким образом, климат влияет как на качество, так и на количество подземных вод, оказывая значительное воздействие на экосистему [5]
Характер подстилающей поверхности приречных территорий	Почвы оказывают влияние на содержание ионов, газов и органических веществ в природных водах. Атмосферные осадки, проходя через почвенный слой, насыщаются ионами минералов, тем самым меняя сложившийся химический состав грунтовых вод [6]
Хозяйственное использование земель	Антропогенные факторы, связанные с социально-экономическим развитием территорий, определяют интенсивность и уровень использования земель (сельское хозяйство, промышленность, автотрассы, складирование отходов жизнедеятельности и др.)
Аэрогенный перенос загрязняющих веществ	Дополнительным источником поступления токсичных веществ на водосборную площадь речных бассейнов является аэрогенный перенос взвесей и атмосферных осадков [7, 8]

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях малых рек в окрестностях г. Сыктывкара (мкг/г)

Река Элемент	Човью (пляж) нет данных	Маджа (р-н моста у пос. Маджа)	Кылтымьё			Важьёльё (р-н моста)		Маргыю	
			СНТ «Отдых»	старый мост	СНТ «Радуга»	СНТ «Иволга», июнь	СНТ «Иволга», август		
Mn	90,0±13,2	73,1±6,6	152,5±11,2	58,3±4,8	39,3±2,7	64,2±5,4	88,1±7,1	69,6±5,8	
Zn	90,0±16,6	0	13,8±1,2	8,3±0,9	18,2±1,4	7,9±0,8	12,7±0,9	0	
Cu	30,0±14,1	43,0±3,5	23,0±1,9	11,4±1,0	27,9±2,3	14,7±1,2	20,3±1,8	58,0±4,4	
Cd	1010,0±90,4	0,01±0,002	0,04±0,003	0,03±0,004	0,04±0,004	0,02±0,003	0,04±0,003	0,11±0,01	
Fe	0	914,5±63,9	768,4±49,9	891,8±54,1	868,1±52,4	874,3±69,2	836,2±47,3	864,5±41,1	
Pb	0	0	0	0	6×10 ⁻⁶ ±0,7×10 ⁻⁶	0	0	0	

Во всех образцах донных отложений обнаружен кадмий, который попадает в водные экосистемы при выщелачивании кадмийсодержащих руд, со сточными водами промышленных предприятий по производству цветных металлов и удобрений. Кларк Cd в земной коре, по данным А.П. Виноградова, равен 0,5 мкг/г [10]. Содержание кадмия в образцах донных отложений, за исключением р. Човью, не превышает значение кларка. Превышение содержания Cd по сравнению с кларковыми значениями в ДО р. Човью (в 60 раз) свидетельствует об антропогенном вкладе в содержание этого элемента. В районе р. Човью расположена промышленная зона, где промышленные стоки могут стать причиной повышенного содержания кадмия.

В бассейне р. Вычегды обширно представлены горные породы, принадлежащие к меловому и юрскому периодам, к которым также следует отнести такие минералы, как серный колчедан и фосфориты. Для этой территории характерен апатит – полигенный минерал, который имеет включения таких металлов, как Fe, Mn, Al и др. В составе осадочных пород, участвующих в формировании ДО, следует выделить феррибейделлит и бейделлит [13].

Следует отметить еще один фактор, который также влияет на благополучие водных экосистем – это интенсивное лесопользование (вырубки). В результате вырубок происходит изменение гидрологического режима экосистемы и, как следствие, активная мобилизация химических элементов в почвенный раствор [14]. При этом токсиканты переходят в доступные и миграционно-способные формы, загрязняя растительность, грунтовые и поверхностные воды.

Исследование не дало возможности оценить наличие аэрогенного переноса загрязняющих веществ. Вопрос о степени влияния атмосферных осадков на химический состав поверхностных вод и их минерализацию пока дискуссионный, поскольку одни авторы отводят минеральным солям из атмосферных осадков незначительную роль, а другие, напротив, связывают с ними происхождение большей части солей в речном стоке [7, 8, 15].

Выводы

Таким образом, изучив содержание тяжелых металлов в донных отложениях, можно сделать вывод, что на малые водосборы в окрестностях г. Сыктывкара ока-

зывают влияние следующие геоэкологические факторы:

1. Особенности гидрографической сети и характер подстилающей поверхности исследуемых территорий, а именно густота речной сети и заболоченность местности, способствуют естественному дренажу дождевых и талых вод через почвенные горизонты, что способствует обогащению вод растворимыми соединениями из почв.

2. Климатические особенности территорий, а именно затяжной зимний период, способствуют тому, что преобладающая часть стока сбрасывается в период затяжного весеннего половодья, что приводит к значительному разбавлению вод и выносу загрязняющих веществ за пределы водотоков.

3. Интенсивное хозяйственное использование территорий оказывает негативное влияние на состояние водотоков. Несмотря на то, что некоторые участки русел исследуемых рек пролегают по особо охраняемым природным территориям, тем не менее практически на всех исследуемых водотоках обнаружены признаки антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Янин Е.П., Кузьмич В.Н., Иваницкий О.М. Региональная природная неоднородность химического состава поверхностных вод суши и необходимость ее учета при оценках их экологического состояния и интенсивности техногенного загрязнения // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2016. № 6. С. 3–72.
2. Геопортал Республики Коми [Электронный ресурс]. URL: <https://geo.rkomi.ru/> (дата обращения: 14.07.2024).
3. Денисова И.В., Турков Н.А. Проблемы выделения границ водоохранных зон Вычегды от г. Сыктывкара до устья // Региональные геосистемы. 2021. Т. 45, № 4. С. 590–600.
4. Кожевникова Н.К. Верхнеуссурийский стационар как природный полигон экологических исследований // Роль стационарных наблюдений в современных географических исследованиях. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2022. С. 83–87.
5. Торопов Г.В., Бешенцев В.А. Особенности формирования химического состава природных вод на территории уренгойского нефтегазодобывающего региона (на примере Уренгойского НКМ) // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. № 4. С. 115–124.
6. Шилькрот Г.С. О пространственной изменчивости химического состава грунтовых (подземных) вод фоновых ландшафтов Европейской России // Проблемы региональной экологии. 2018. № 2. С. 96–101.
7. Ершов В.В. Мониторинг состава атмосферных и почвенных вод в лесных экосистемах: достижения и перспективы // Вопросы лесной науки. 2020. Т. 3, № 2. С. 1–34.
8. Бородин Е.В. Экологическое состояние водных объектов бассейна Курагана (Горный Алтай) // География и природные ресурсы. 2022. № 2. С. 44–53.
9. Иевлев А.А. Металлургия железа на Европейском Северо-Востоке России: горные промыслы и производства. Ч. 2 // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 2 (230). С. 17–21.

10. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Изд. АН СССР, 1957. 237 с.
11. Виноградова А.А., Котова Е.И. Вклады источников Европы в загрязнение свинцом и кадмием северных районов Европейской России // Живые и биокосные системы. 2018. № 23. URL: <https://jbks.ru/archive/issue-23/article-2> (дата обращения: 15.06.2024). DOI: 10.18522/2308-9709-2018-23-2.
12. Мурсынина Е.В., Лямина Л.В. Основные загрязняющие вещества воды реки Тобол в пределах Курганской области // Зырянские чтения: материалы Всероссийской научной конференции (Курган, 02–03 декабря 2021 г.). Курган: Курганский государственный университет, 2021. С. 187–188.
13. Природа Сыктывкара и окрестностей. Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1972. 159 с.
14. Елисеев А.О., Копысов С.Г. Ландшафтно-экологическое моделирование водного баланса юго-востока западной Сибири // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2020. № 2. С. 102–117.
15. Лукашова О.П., Головина О.И. Влияние изменения климата на качество поверхностных вод на примере Курской области // Центральный научный вестник. 2016. Т. 1, № 1. С. 6–8.