

*Григорьев И.Л.*

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НАУКИ  
И ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

# НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РОССИИ

ТРУДЫ  
ВСЕРОССИЙСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

**МОСКВА 13-16 июня 2001**

*Конференция посвящена памяти академика А.Л. ЯНШИНА  
в связи с 90-летием со дня рождения*

Под редакцией академика Ю. А. ИЗРАЭЛЯ

Том 2



МОСКВА · НАУКА · 2002

## МАЛЫЕ РЕКИ – КАК ИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ ТЕРРИТОРИИ

Моржухина С.В.\*, Григорьева И.Л.\*\*\*, Чермных Л.П.\*\*\*

\* - Дубненская ИЭЛ ФГВУ "Центррегионводхоз" Министерства природных ресурсов  
Российской Федерации

\*\* - Институт водных проблем Российской Академии наук

\*\*\* - Международный Университет природы, общества и человека, "Дубна"

Пресные воды являются наиболее чувствительным звеном природной среды. Крайне неблагоприятное состояние пресноводных экосистем России стало государственной проблемой, которая грозит перерасти в экологическую трагедию, если в погоне за экономическими выгодами, не будут учитываться интересы природы. В России более 2 млн. малых рек, к которым относят, как правило, водотоки не более 200 км длиной и площадью водосборного бассейна не более 2000 - 5000 кв. км. На их берегах проживает большая часть населения страны. Еще в начале XIX века малые реки служили источниками питьевой воды, энергии, рыбы, использовались как транспортные пути. К середине века малые реки во многих промышленных районах стали рассматриваться в единственном качестве — приемника сточных вод. В настоящее время обще признано, что малые реки из-за своих небольших размеров более остро реагируют на возрастающие антропогенные нагрузки и поэтому могут служить индикаторами экологических нарушений на территории их водосборных бассейнов. Особенно угрожающим является ситуация в регионах с высокой плотностью населения, к которым может быть отнесена Московская область, где сосредоточено большое количество химических предприятий. Объектами наших исследований являются малые реки северо-запада Подмосковья: Сестра, Дубна, Лутосня, Яхрома. Для оценки их экологического состояния в период с 1997 по 2000 гг. в различные сезоны года проводился отбор проб воды и донных отложений, а также исследование экотопа рек.

*Морфометрические характеристики исследуемых рек  
(водосбор Угличского водохранилища).*

Название водотока, длина км	Куда впадает и с какого берега	Расстояние от устья, км	Притоки длиной менее 10 км		Озера на водосборе		Площадь водосбора, км <sup>2</sup>
			колич-ство	общ. длина км	колич-ство	S <sub>общ. зерк.</sub> км <sup>2</sup>	
Дубна. 167	Волга. пр.	2962	65	169	665	17.7	5350
Сестра. 138	Дубна. лев	11	64	161	237	12.0	2680
Лутосня. 55	Сестра. пр.	73	47	115	35	0.33	364
Яхрома. 54	Сестра. пр.	42	12	28	93	1.72	988

Наиболее загрязненной из исследуемых рек является р. Сестра - приемник сточных вод г. Клина (94 тыс. жителей) и ряда промышленных предприятий города. 90-е годы в России характеризуются резкими изменениями экономических условий. Максимум загрязнения малых рек приходился на 1990-1992 гг, а минимум на 1998-1999 гг. Река Сестра, напротив, в 1999г испытывала максимальный антропогенный пресс. В г. Клин, успешно развиваются многие промышленные предприятия, такие как ОАО "Клиноволокно", п\о «Термоприбор», «Химлабприбор», стекольный завод, предприятия



пищевой промышленности. Городские очистные сооружения не справляются с нагрузкой и с 1998 г работают в аварийном режиме.

Крупнейшим является ОАО "Клинволокно", производящее полиамидные и вискозные нити и изделия из них. Сточные воды предприятий по производству синтетических волокон характеризуются высоким содержанием сульфатов, тиосульфатов, синтетических поверхностно-активных веществ, цинка и органических примесей. Действующие технологии очистки сточных вод не в состоянии обеспечить снижение содержания поллютантов до значений, меньших их предельно допустимых концентраций. Наибольшие трудности представляет глубокая доочистка от тяжелых металлов, поскольку даже малые концентрации СПАВ препятствуют более полному их связыванию в нерастворимые соединения и выделению их из сточных вод. Наличие в сточных водах целлюлозы – легко окисляемого органического соединения, приводит к уменьшению концентрации растворенного в воде кислорода и даже к его полному исчезновению.

### р. Сестра.

Гидрохимический режим р. Сестры, левого притока р. Дубны формируется под воздействием нескольких мощных источников загрязнения: гальванического производства в д. Борозда и хозяйственно-бытовых стоков г. Клина.

Обследование качества воды р. Сестры проводилось в 2000 г. в конце июня и сентябре (первые опробования проведены в 1997 г.).

Минерализация воды р. Сестры изменяется вдоль течения реки значительно. Так в сентябре значения сухого остатка в истоке равнялось 218 мг/л, на участке до г. Клин — 384 - 389 мг/л, после сброса сточных вод его значение возросло до 515 мг/л и даже после впадения двух притоков рр. Лутосня и Яхрома его значения остаются повышенными по сравнению с верхним участком реки, что говорит о значительном влиянии стоков г. Клина.

Водородный показатель (рН) воды р. Сестры изменяется по сезонам, не превышая ПДК, находясь в пределах от 7,9 до 8,1; лишь в створе Борозда отмечены стабильно высокие значения рН (10,1) — очевидно влияние стоков гальванического производства.

Газовый режим реки определяется в основном составом сточных вод, которые содержат значительное количество целлюлозы — легко окисляемого органического соединения, что приводит к уменьшению концентрации кислорода. До городской черты содержание растворенного в воде р. Сестры кислорода в летний период составило 8,9-11 мг/л (87-100% насыщения), а осенью 5,3-11,2 мг/л, после очистных сооружений оно резко падает и составляет порядка 1,4-1,7 мг/л.

Цветность воды реки значительно изменяется вдоль течения и менее значительно по сезонам. До г. Клин отмечены невысокие значения цветности: порядка 23-64<sup>0</sup> Ст/Со шкалы, после очистных сооружений наблюдается резкое увеличение значений цветности до 370<sup>0</sup> Ст/Со шкалы, к устью наблюдается снижение значений цветности.

На содержание взвешенных веществ в воде реки Сестры сточные воды значительно не влияют. В летний период во всех створах, кроме д. Борозды, содержание взвешенных веществ не превышало ПДК (6,0 мг/л).

Жесткость воды реки изменяется незначительно. До очистных сооружений отмечены значения общей жесткости 2,9-3,4 ммоль/л, после очистных сооружений и в устьевой части — 5,9-6,5 ммоль/л.

Концентрации нитрат-иона в воде р. Сестры не превышают ПДК во всех створах. Концентрации иона-аммония в воде реки после очистных сооружений превышали ПДК для водоемов рыбохозяйственного использования (0,5 мг/л) в 7 раз, не превышающие ПДК, отмечены лишь в замыкающем створе.



Содержание минерального фосфора в воде р. Сестры определяется поступлением его со сточными водами. В летний период концентрации его после очистных сооружений достигали 4,22 мг/л и превышали ПДК даже в замыкающем створе.

В летний период после очистных сооружений отмечено превышение значений ХПК над ПДК в 28 раз, осенью в 32 раза; а превышение значений БПК<sub>5</sub> над ПДК - в 4 и 10 раз. Качество воды реки после сброса сточных вод с очистных сооружений г. Клина определяется, в основном, их составом и объемом стока реки.

#### **р. Лугосня.**

Для реки характерна малая минерализация воды в летний период и средняя в осенний. Жесткость воды невысокая и изменялась от 2,7 ммоль/л летом до 3,2 ммоль/л осенью. В летний период цветность воды небольшая (до 30 град. Сг-Со шкалы), а в осенний повышенная - до 85 град. Сг-Со шкалы. Из определявшихся показателей превышение ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения отмечено для БПК<sub>5</sub> летом (3,5 мг О<sub>2</sub>/л) и ХПК осенью (44,7 мг/л). Повышенные значения цветности и ХПК в осенний период объясняются поступлением высокоокрашенных вод с водосбора в результате значительного выпадения дождевых осадков. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) реки по двум измерениям равен 1,2, т.е. по классификации качества воды по гидрохимическим показателям, река может быть отнесена к умеренно-загрязненным.

#### **р. Яхрома.**

Химический состав воды изучался в 2-х створах: п. Луговой и устье. В створе п. Луговой реку можно отнести к умеренно-загрязненным, а в устье - к чистым. В створе п. Луговой река испытывает влияние сточных вод поселка.

Вода реки среднеминерализована, с невысокой жесткостью (3,1 ммоль/л). Цветность невысокая. В воде отмечены повышенные концентрации (на уровне ПДК) минерального фосфора и общего железа. В осенний период зафиксированы высокие значения ХПК, превышающие ПДК в 4 раза.

#### **р. Дубна.**

Пробы на химический анализ отбирались в двух створах: до впадения реки Сестры и после впадения. Летом, после впадения р. Сестры, наблюдалось снижение концентрации кислорода от 84,6% до 58,1% и незначительное уменьшение содержания общего железа. Отмечено увеличение концентраций минерального фосфора от 0,82 до 0,94 мг/л, сульфат-иона от 16 до 20 мг/л, гидрокарбонатного иона от 196,8 до 286,8 мг/л, хлор-иона от 19,6 до 31,1, нитрит-иона от 0,02 до 0,10 (выше ПДК), ионов аммония от 0,15 до 0,29 мг/л и натрия от 12,1 до 29 мг/л, кремния от 6,4 до 10,5 мг/л, ХПК от 12 до 28,8 мг О<sub>2</sub>/л и БПК<sub>5</sub> от 1,3 до 4,5 мг О<sub>2</sub>/л. Наряду с физико-химическими методами, необходимыми для идентификации и определения количества загрязняющих веществ, биологические методы позволяют по-другому оценить общее качество воды, и это единственный подходящий способ для определения состояния экосистемы реки на фоне реальных эффектов загрязнения.

Для оценки экологического состояния рек летом 2000 г. был проведен экспрессный анализ сообществ некоторых групп гидробионтов и биотестирование вод реки Сестры при помощи стандартной методики с *Ceriodafnia affinis*.

Биоценоз реагирует на изменения окружающей среды как единое целое. Любое отклонение физико-химических условий вызывает в сообществе организмов, прежде всего структурные изменения: смену и изменение количества доминирующих видов, увеличение или уменьшение биомассы, изменения в обилии организмов разных трофических уровней.

Наиболее благополучной по состоянию сообществ гидробионтов является река **Яхрома**. Здесь отмечено максимальное видовое разнообразие зоопланктона (по



данным Крылова А.В., ИБВВ РАН, п. Борок Ярославкой обл. — 17 видов с общей биомассой  $8,09 \text{ г}\cdot\text{м}^3$ ) и фитоперифитона (78 видов с общей биомассой  $0,23 \text{ мг}\cdot\text{м}^2$  соответственно). Растущие по берегам макрофиты, характерны для чистых вод — кувшинка чистобелая, кубышка желтая, рдест блестящий, полушник иглистый, сусак зонтичный и др. Среди прикрепленных и бентических форм находились представители олигохет, нематод, кишечнорастных, моллюсков, пиявок, мшанок, водяных клещей, личинок хирономид, ручейников, поденок. В реке Яхроме, кроме основных промысловых рыб, водятся хариус и ручьевая минога, популяции которых занесены в Красную книгу России и Московской области.

В реке Лутосне видовое разнообразие зоопланктона и фитоперифитона ниже (8 видов, биомасса  $0,04 \text{ г}\cdot\text{м}^3$  и 47 видов, биомасса  $0,035 \text{ мг}\cdot\text{м}^2$ ). На илистых берегах наблюдались пышные заросли тростника обыкновенного, манника большого, осоки водяной, что свидетельствует о поступлении биогенных веществ с водосбора. Летом 2000 г. вода реки Лутосни была токсична для *Ceriodafnia affinis*, в то время как по химическим показателям не наблюдалось превышения ПДК. По-видимому, имело место интенсивное локальное загрязнение в месте отбора проб — деревне Воронино.

По всему течению реки Дубны на берегах расположены сельскохозяйственные угодья, животноводческие фермы, садовые товарищества. Среди макрофитов преобладают различные виды осок, рогоз широколистный, тростник обыкновенный, частуха подорожниковая, роголистник погруженный, местами ряска трехдольная, требующие присутствия большого количества органических веществ. Видовое разнообразие зоопланктона и фитоперифитона довольно высоко в нижнем течении (15 видов;  $0,21 \text{ г}\cdot\text{м}^3$  и 32 вида;  $0,151 \text{ мг}\cdot\text{м}^2$  соответственно). Среди прикрепленных диатомовых водорослей встречены солоноватоводные виды, по причине повышенной минерализации вод реки Дубны, обусловленной плоскостным смывом с обильно удобряемых прилегающих территорий.

Если в рассмотренных выше реках закладывалось не более двух створов, то в реке Сестре их было 16, чтобы представить по возможности полную картину влияния промышленных стоков на состояние речной экосистемы. На участке от истока (оз. Сенеж) до г. Клин — в верхнем течении реки — биоценозы гидробионтов не отличались разнообразием и высокой биомассой: зоопланктон представлен 4-8 видами, биомасса  $0,06-1,26 \text{ г}\cdot\text{м}^3$ ; фитоперифитон 16—25, биомасса  $0,047 \text{ мг}\cdot\text{м}^2$ . В 20 км от истока зарегистрировано превышение концентраций БПК в 2 раза, что указывало на присутствие легкоокисляемых органических веществ. Однако, развитие зоопланктонного сообщества соответствовало водам со слабой степенью органической нагрузки. Численность и биомасса, в основном ветвистоусых ракообразных, достигала громадной величины —  $93,3 \text{ г}\cdot\text{м}^3$ . Дно на станции «д.Борозда» было полностью покрыто зарослями элодеи канадской, которые, по-видимому, и принимали на себя основную нагрузку загрязнения. После сброса очистных сооружений г. Клин происходит кардинальная перестройка сообществ гидробионтов. Организмы зоопланктона исчезают, резко увеличивается численность микроорганизмов до 51 млн кл/мл (на чистых участках 2-7 млн кл/мл), фитоперифитон находится в состоянии экологического регресса и метаболического прогресса, когда биомасса растет за счет возросшей продуктивности одного рода водорослей (с широким экологическим распространением) при одновременном снижении таксономического разнообразия до 8 видов. Дно реки в этом месте покрыто постройками личинок «мелкого мотыля», обитающими в водах сильно загрязненных органическими веществами. Трубки



личинок располагаются не в один слой, как обычно, а в несколько слоев. Летом 2000 г биомасса их достигала 1,5 кг/м<sup>2</sup>.

Очевидно обилие биогенных элементов позволило биоценозам упростить свою структуру, изменить соотношение основных функциональных групп, повысив роль консументов. Кроме того, присутствие большого числа загрязнителей, видимо снижает остроту токсичности вод, поскольку вместо ожидаемой здесь острой токсичности пробы воды обнаруживали хроническую токсичность. Хроническая токсичность регистрировалась на протяжении всего среднего течения реки Сестры до впадения в нее реки Яхромы. Сообщества гидробионтов находились в угнетенном состоянии. Все еще продолжала оставаться высокой доля сапрофитных микроорганизмов, немногочисленный зоопланктон составляли коловратки, где доминировали виды-индикаторы загрязнения. Фитоперифитон находился в состоянии метаболического регресса, когда уменьшение таксономического разнообразия происходило на фоне снижения биомассы. В нижнем течении реки Сестры, в 50 км от сброса сточных вод, после впадения реки Яхромы, обнаруживался рост видового разнообразия как организмов зоопланктона (6-7-18 видов) так и фитоперифитона (9-16-22 вида). В пробах обрастаний единично встречались представители моллюсков, личинок хирономид, пиявок. Можно предположить, что после разбавления чистыми водами реки Яхромы стали заметны результаты процессов самоочищения, вызвавшие экологическое усложнение структуры биоценоза реки Сестры.

*Качество вод рек Сестра, Дубна, Яхрома, Лутосня летом 2001г.*

№ станции	Индекс сапробности	ИЗВ	Класс качества вод	Текстовое описание
1. оз. Сенег	1.32-1.46	0.40-1.30	2	чистая
р. Сестра				
2. д. Сергеевка	0.79-1.51	2.20-15.4	4	загрязненная
3. д. Давыдково	1.56-2.20	0.30-3.10	3	ум. загрязненная
4. д. Борозда	1.14-1.85	0.30-3.20	3	ум. загрязненная
5. после г. Клин	1.25-1.65	0.40-4.40	3	ум. загрязненная
8. после очистных	2.64-3.25	4.50-29.7	7	чрезвычайно грязная
14. после р. Лутосни	1.92-1.52	0.50-19.0	7	чрезвычайно грязная
16. до р. Яхромы	1.97-2.05	0.10-25.0	6	очень грязная
19. после р. Яхромы	1.86-1.64	0.10-18.5	5	грязная
21. устье	1.31-2.05	0.20-5.20	4	загрязненная
13 р. Лутосня	1.45-1.95	0.20-2.00	2	чистая
22 р. Дубна	1.52-1.61	0.30-4.20	3	ум. загрязненная
24. после р. Сестры	1.88-1.58	0.80-4.70	3	ум. загрязненная
17. р. Яхрома	1.41-1.50	0.20-2.00	2	чистая
18. устье	1.45-1.72	0.20-3.50	2	чистая

**Выводы:** Химический анализ проб воды и донных отложений, отобранных на 16 створах вдоль по течению р. Сестры показал, что по многим показателям (ХПК, БПК<sub>5</sub>, фенолы, АПАВ, цинк, сульфаты, медь, свинец, кадмий) загрязнение речной воды и донных отложений распространяется от места сброса сточных вод на расстояние до 50 км. Значительные превышения концентраций тяжелых металлов значений ПДК обнаружены в донных отложениях, что может привести к вторичному загрязнению водотока. В большей части пунктов наблюдения, включая створы и до г. Клин, вода в реке Сестра обнаруживает хроническую токсичность для гидробионтов, в том числе и исток реки — оз. Сенег; испытывающее сероводородное заражение. Отмечено увеличение количества сапрофитных и патогенных микроорганизмов на протяжении

около 50 км после сброса сточных вод г. Клин, снижается численность и биомасса гидробионтов, сокращается видовое разнообразие пресноводных беспозвоночных и микроводорослей. Река Сестра оказывает негативное воздействие на качество воды р. Дубны. Это воздействие наиболее значительно проявляется в период летней межени. Река Дубна находится в состоянии экологического напряжения в пределах своих адаптационных возможностей

#### Литература.

1. Алтунин В.С., Белавцева Т.М. Контроль качества воды. М.:Колос, 1993. 367 с.
2. Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. М.:Наука, 1967.
3. География Калининской области. М.:Московский рабочий, 1972. 144 с.
4. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Водохранилища Верхней Волги. Л.:Гидрометеоиздат, 1975. 291 с.
5. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь.
6. Красинцева В.В., Кузьмина Н.П., Сенявин М.М. Формирование минерального состава речных вод. М.:Наука, 1977.176 с.
7. Моржухина С.В. Геохимическая оценка загрязнения малых рек (на примере реки Сестра Московской области). Автореферат к. х. н М., 2000. 22 с.
8. Абакумов В.А., Сиренко Л.А. К методу контроля экологических модификаций фитоценозов. Научные основы биомониторинга пресноводных экосистем // Труды советско-французского симпозиума. Л. Гидрометеоиздат.1988. 165с.