

# РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

---

УДК 504.06

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-1-70-77

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ ВОДООТВОДНЫХ КАНАВ г. ДУБНА)**

**Лазарева Г.А., Панина Е.В.**

*Государственный университет «Дубна»*

*141980, г. Дубна, Московская область, ул. Университетская, 19, Российская Федерация*

**Аннотация.** Ливневые воды урбанизированных территорий и сточные воды очистных сооружений зачастую не отвечают нормативным требованиям по сбросу их в открытые водоемы. В этом случае они являются источниками загрязнения поверхностных водных объектов и важную задачу составляет контроль качества вод, отводимых в водные объекты питьевого и рыбохозяйственного назначения. Использование естественных и искусственных биоценозов высших водных растений – доступный, перспективный и экологически чистый способ доочистки поверхностных вод от загрязнений.

**Ключевые слова:** экологическое состояние водотока, сточные воды, самоочищение, высокая водная растительность.

## **ECOLOGICAL STATE OF ARTIFICIAL WATER OBJECTS (FOR EXAMPLE, NORTH AND SOUTH WATER DRAINAGE DITCHES OF DUBNA)**

**G. Lazareva, E. Panina**

*Dubna State University*

*ul. Universitetskaya 19, 141980 Dubna, Russia*

**Abstract.** Rainstorm waters of urbanized territories and sewage waters from treatment plants often do not meet the standard requirements for their dumping in open reservoirs and in this case they cause water pollution. Quality control of the waters taken away in drinking and fishery water objects is an important task. The use of natural and artificial biocenoses of water plants is an available, promising and environmentally friendly way of surface water post-treatment from contamination.

**Key words:** ecological states of water streams, sewage water, self-cleaning, water plants.

Изучение экологического состояния водотоков, которые являются основными приемниками загрязненных сточных и ливневых вод и в свою очередь ста-

© Лазарева Г.А., Панина Е.В., 2016.

новятся источниками загрязнения более крупных водных объектов, является одной из приоритетных задач охраны окружающей среды. К актуальным направлениям подобных исследований относится также изучение способности водотока к самоочистке. Целью нашего исследования является изучение экологического состояния искусственных водотоков (Северная и Южная водоотводные каналы на территории г. Дубна) Московской области. Северная и Южная водоотводные каналы собирают фильтрационные воды Иваньковского водохранилища и отводят их в р. Волга. Водоотводные каналы также являются приемниками недостаточно очищенных сточных вод городских очистных сооружений и ливневых вод, поступающих с промплощадок предприятий города, терри-

торий жилой застройки, сельскохозяйственных угодий, и транспортируют содержащиеся в них загрязняющие вещества в р. Волга, имеющую известное рыбохозяйственное, хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое значение.

Мониторинг качества вод и донных отложений водотоков проводился в период с 2005 г. по 2013 г. на кафедре экологии и наук о Земле государственного университета «Дубна» [1, с. 199-203; 2, с. 505-506; 3, с. 147-148; 4, с. 126-129]. В работе также были использованы гидрохимические данные по составу сточных вод и вод Северной водоотводящей каналы, предоставленные производственно-техническим объединением городского хозяйства (ПТОГХ) г. Дубна. Всего было задействовано 11 пунктов наблюдений (см. рис. 1) на Северной и Южной водоотводных каналах.

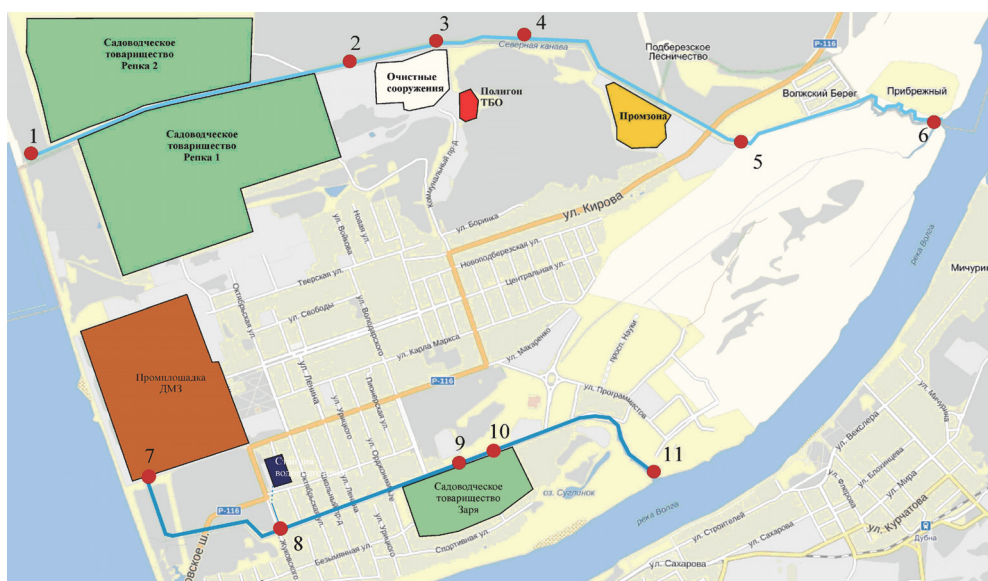


Рис. 1. Схема точек отбора проб: 1 – исток Северной водоотводной каналы у дамбы Иваньковского водохранилища, 2 – 500 м выше сброса сточных вод ОС, 3 – сброс сточных вод ОС, 4 – 500 м ниже сброса сточных вод ОС, 5 – у поста ГАИ, 6 – устье Северной водоотводной каналы, 7 – исток Южной водоотводной каналы в районе ДМЗ, 8 – мост на улице Жуковского, 10 – мост у садоводческого товарищества «Заря», 11 – устье Южной водоотводной каналы.

## Материалы и методы исследования

Отбор проб воды и донных отложений и их химический анализ осуществлялись согласно существующей нормативно-методической базе. Идентификацию видов высшей водной растительности проводили по определителям водной растительности.

## Результаты исследований и их обсуждение

Для анализа загрязнителей применялись методы инструментального анализа: фотоколориметрический, полярографический, титриметрический, спектрометрический.

При исследовании качества воды *Северной водоотводной канавы* в 2005 г. было установлено, что выпуск сточных вод с городских очистных сооружений увеличивает загрязнение *Северной канавы* по следующим химическим ингредиентам: органические вещества (2,5 ПДК), аммонийный азот (10 ПДК), нитритный азот (10 ПДК), фосфаты (20 ПДК). Было выявлено присутствие ионов свинца (4 ПДК) и цинка (3 ПДК) в устье *Северной канавы* при ее впадении в р. Волга (точка б). Обнаружено влияние поверхностного стока с территорий садоводческих товариществ, захоронения ТБО на водоток *Северной канавы* по таким загрязнителям, как железо (5 ПДК), аммонийный азот (6 ПДК), нитритный азот (8 ПДК), фосфаты (50 ПДК).

Анализ среднегодовых данных по качеству сточных вод, сбрасываемых в *Северную водоотводящую канаву* за период 2011-2014 гг. показывает, что значение ряда химических показателей (взвешенные вещества, водородный показатель, сухой остаток, ионы ам-

мония, меди, алюминия, хрома<sup>+3</sup>, цинка, хлориды, сульфаты) не превышали нормативных требований. По БПК<sub>5</sub>, нитрит-ионов, фосфатам, ионам железа нормативные требования были превышены в течение всего исследуемого периода наблюдений за качеством сточных вод.

Среднегодовые значения показателя БПК<sub>5</sub> выше нормативных требований в 2011 г. в 1,7 раза, в 2012 г. – в 1,4 раза, в 2013 г. – в 1,3 раза и в 2014 г. – в 1,5 раза. Максимальная среднегодовая концентрация нитрит-ионов наблюдалась в 2011 г. (1,5 ПДК), при этом максимальные концентрации наблюдались по годам наблюдений: в первом квартале 2011 г. (2,6 ПДК), в первом квартале 2012 г. (1,3 ПДК), в третьем квартале 2012 г. (1,6 ПДК) и во втором квартале 2014 г. (1,8 ПДК). По нитрат-ионам обнаружено незначительное превышение требований в 2011 и 2012 гг. Максимальные концентрации фосфатов обнаружены в первом квартале 2011 г. (4,4 ПДК). Содержание СПАВ в очищенной сточной воде превышало требования ПДК до 1,9 раза. Концентрации ионов железа в сточных водах были выше нормативных величин (в 2011 г. – 1,3 раза, в 2012 г. – 1,8 раза, в 2013 г. – 2,5 раза, в 2014 г. – 2 раза). Превышение концентраций наблюдалось также по ионам хрома<sup>+6</sup> в 5 раз в 2014 г.

Содержание ионов железа в *Северной канаве* в выпуске сточных вод (точка 3) гораздо меньше, чем в верхушке канавы (точка 2) и ниже по течению (точка 4), соответственно, 10 ПДК в 2014 г. и 5 ПДК в 2013 г.

Концентрации нитритного азота в выпуске сточных вод превышает нормативные требования и фоновую кон-

центрацию в верховье канавы (точка 2). Ниже по течению (точка 4) содержание нитритного азота в воде возрастает в несколько раз, за исключением 2012 г., что также может быть обусловлено антропогенным загрязнением. В первом квартале 2013 г. концентрация нитритного азота в контрольном створе (точка 4) превысила нормативные требования в 16 раз.

Концентрация нитратного азота в выпуске сточных вод превышает нормативные требования в 4,4 раза в 2013 г., а также фоновую концентрацию (точка 2). Ниже по течению сточная вода разбавляется водой водотока и содержание нитратного азота уменьшается в 2 раза в контрольном створе (точка 4). В данном случае влияние антропогенного загрязнения в районе нижнего створа не обнаружено.

Содержание фосфатов в сточной воде превышает нормативные требования до 1,7 раза и фоновую концентрацию (точка 2) до 3,5 раза. В 2011 и 2012 гг. в контрольном створе (точка 4) наблюдалось снижение концентрации данного загрязнителя до 1,2 раза.

Содержание СПАВ в воде Северной канавы за исследуемый период имеет такую же тенденцию, как и у фосфатов. В контрольном створе сброса сточных вод их концентрация выше нормативных требований и фоновой концентрации. Выявленное повышение концентрации СПАВ ниже по течению (точка 4) до 2-х раз может быть связано с различными антропогенными воздействиями.

Содержание сульфатов и хлоридов в контрольных точках Северной канавы в течение исследуемого периода не превышало нормативных требований.

В результате исследования водо-

тока *Южной водоотводной канавы* в 2005 г. было обнаружено ее загрязнение сульфатами (6 ПДК) и алюминием (4 ПДК) за счет сбросов станции водоподготовки левобережной части города Дубна; аммонийным азотом (2-3 ПДК) в зоне воздействия ДМЗ, автотранспортных магистралей и урбанизированной территории. Содержание ионов железа превышало ПДК во всех точках контроля водотока от 2-х до 12-ти раз. Наибольшие концентрации ионов тяжелых металлов отмечены в истоке Южной канавы точка 7 (в районе ДМЗ), что обусловлено воздействием ливневых вод с промплощадки (превышение ПДК по меди – в 227, кадмию – в 1,4 раза, цинку – в 9,1 раза). Концентрация ионов свинца во всех точках наблюдения ниже уровня ПДК. В устье канавы, в месте впадения в р. Волга (точка 11) обнаружены повышенные концентрации железа (в 3,4 раза выше ПДК), алюминия (в 2,3 раза выше ПДК) и меди (в 19,4 раза выше ПДК).

Результаты измерений радиоактивности поверхностных вод сравнивались с уровнями вмешательства (УВ Бк/кг) по содержанию отдельных радионуклидов в питьевой воде и ПДК. Зарегистрированные значения концентраций цезия варьировали в диапазоне от 0,1 до 2,3 Бк/л, что не превышает уровней вмешательства  $^{137}\text{Cs}$  в питьевой воде, равной 11 Бк/л. Анализ средних значений радия ( $^{226}\text{Ra}$ ) в исследуемых водах показывает, что во всех точках содержание этого элемента изменялось от 0,01 до 5,17 Бк/л (ПДК<sub>в</sub>  $^{226}\text{Ra}$  – 19,98 Бк/л). Удельная активность тория ( $^{232}\text{Th}$ ) изменялась от 0,1 до 1,9 Бк/л (ПДК<sub>в</sub>  $^{232}\text{Th}$  – 0,7 Бк/л). Превышения активности калия ( $^{40}\text{K}$ ) в

4-5 раз зарегистрированы во всех точках пробоотбора (ПДК<sub>в</sub> - 0,37 Бк/л).

Химический анализ донных отложений Северной канавы на содержание тяжелых металлов показал, что концентрации никеля варьируют от 3 до 74,7 мг/кг при ПДК<sub>п</sub> равным 3 мг/кг. Концентрации свинца изменяются от 10,9 мг/кг до 61,803 мг/кг. При этом концентрация свинца снижается от точки 1 к точке 3, что можно объяснить естественным процессом самоочищения водоема, но в 4-й точке концентрация возрастает в два раза, а в месте впадения канавы в Волгу содержание данного элемента снижается в 5 раз. Концентрация кадмия в донных отложениях превышает ПДК (3 мг/кг) более чем в 100 раз. Минимальное содержание цинка составляет 6,32 мг/кг (точка 4), максимальное — 19,21 мг/кг. Ни в одной точке концентрация цинка не превышает нормы (ПДК цинка 23 мг/кг). Минимальное содержание меди составляет 14,3 мг/кг (точка 4), максимальное — 38,126 мг/кг (ПДК меди 3 мг/кг). Таким образом, максимальное превышение содержания меди в донных отложениях Северной канавы составило 13 раз.

Анализ содержания тяжелых металлов в донных отложениях Южной канавы показал, что содержание цинка менялось в диапазоне от 12,72 до 171,02 мг/кг. В точках 7, 8, 9 и 10 отмечено превышение ПДК соответственно в 7, 2, 5 и 3 раза. Самые высокие концентрации цинка отмечены в точке 7 и составляют 171,02 мг/кг. Содержание меди менялось в диапазоне от 1,06 до 11,86 мг/кг. В точках 7, 8, 9 отмечено превышение ПДК в 4, 3 и 2 раза соответственно. Содержание свинца изменялось в диапазоне от 1,09 до 6,97 мг/кг. Содержание кадмия менялось в диапазоне от 0,07 до 3,13 мг/кг. Содержание никеля менялось в диапазоне от 1,42 до 19,90 мг/кг, в точке 7 превышение ПДК в 4 раза. Максимальное содержание тяжелых металлов в донных отложениях отмечено в точках 8 и 9.

Исследование проб донных отложений Южной канавы по горизонтам показывают, что в верхних слоях донных отложений в ряде случаев концентрация тяжелых металлов ниже, чем в более глубоких слоях (см. табл. 1). При этом в большинстве пунктов наблюдений отмечается прямая корреляция между концентрациями металлов и

Таблица 1

### Содержание тяжелых металлов по горизонтам донных отложений

точка	горизонт	Содержание углерода, %	Медь (мг/кг)	Свинец (мг/кг)	Кадмий (мг/кг)	Цинк (мг/кг)	Никель (мг/кг)
7	0 -7 см		6,96	0,87	1,96	51,28	1,67
	7-14	1,33	50,12	6,25	570,95	26,60	6,01
8	0-5 см	6,21	6,69	5,38	0,16	52,77	14,81
	5-12 см	8,98	9,24	6,19	0,33	105,10	21,60
9	0- 4 см	4,17	4,90	4,33	0,99	58,26	4,32
	4-11 см	4,87	5,03	3,23	1,49	72,91	3,03
	11-17 см	6,75	7,10	3,28	1,65	163,75	2,87
11	0-3,5см		0,50	0,85	0,20	9,46	0,52
	3,5-5см	1,09	1,22	1,70	0,03	10,30	1,71

содержанием органического вещества (органического углерода) в пробах донных отложений, что косвенно свидетельствует о роли водной растительности в извлечении из воды тяжелых металлов.

Анализ данных количественного химического анализа вод и донных отложений показал, что снижение содержания загрязняющих веществ вниз по течению водотоков происходит благодаря физико-химическим процессам, протекающим в них, а также биологическим процессам, в частности жизнедеятельности водных микроорганизмов и высшей водной растительности, произрастающей в водотоках на всем их протяжении.

#### **Высшая водная растительность водотоков**

В Южной водоотводной канаве было выявлено 18 видов водных растений, принадлежащих 13 семействам, это как погруженные, плавающие, так и надводные виды водных растений. Наиболее часто встречающиеся виды: Рдест пронзеннолистный, Рдест гребенчатый, Тростник обыкновенный, Рогоз широколистный (показатели обилия видов по шкале Друде – 5). Были выявлены растения-индикаторы  $\beta$ -мезосапробной зоны: растения семейства рясковые, Стрелолист обыкновенный, Рдест плавающий, Кубышка желтая. Присутствие в водотоке Частухи подорожниковой, Стрелолиста обыкновенного указывает на наличие антропогенной нагрузки на водный объект. Водные растения практически на всем протяжении водотока образуют сплошные заросли, особенно в нижней по тече-

нию части водотока (точки с 8-й по 11, проективное покрытие водных растений составляет до 80%). Такая форма зарастания дает максимальный эффект для самоочищения водоема.

В Северной водоотводной канаве было выявлено 15 видов водных растений, принадлежащих 13 семействам. В верхней части водотока в основном представлены погруженные и плавающие виды. Здесь отмечено массовое развитие таких видов, как: Рдест пронзеннолистный, Рдест гребенчатый, Уруть колосистая, Роголистник погруженный (показатели обилия этих видов – 6). Надводные растения встречаются в нижней по течению части водотока где глубины не более 1-1,5 м. Это такие виды, как: Тростник обыкновенный, Рогоз широколистный, Тростянка овсяницева, Частуха подорожниковая (показатель обилия перечисленных видов – 3). В водотоке также присутствуют растения-индикаторы  $\beta$ -мезосапробной зоны и индикаторы антропогенной нагрузки на водный объект.

Характер зарастания водотоков и доминантные виды различны, что связано с различием морфометрических характеристик объектов исследования (в основном с глубиной).

Изучение химического состава вод и донных отложений исследуемых водотоков показали недостаточность очистки сбрасываемых сточных вод, особенно от соединений тяжелых металлов. Использование зарослей высших водных растений, активно участвующих в естественных процессах самоочищения воды, является одним из методов улучшения качества воды исследуемых водотоков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Логвинова А.А., Лазарева Г.А. Исследование радиационной обстановки на территории города Дубна Московской области // Экологические проблемы Подмосковья: сб. трудов конф. М.: РАЕН, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2013. С. 199-203.
2. Куц А.К., Лазарева Г.А. Комплексное исследование экологического состояния искусственного водотока // Бюллетень МОИП (Отдел биологический). Мат-лы симпозиума «Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды» МГУ имени М.В. Ломоносова (г. Истра, 26-28 октября 2009 г.) Ч. 1. 2009. Том 114 (вып. 3, прил. 1). С. 505-506.
3. Печникова Л.В., Кузнецова М.В. Экологический мониторинг Северной и Южной водотовающих канав г. Дубна // Инновационные проекты в области предпринимательства, менеджмента, экологии и образования: мат-лы между. студ. конф. (СПб., 20-21 апр. 2006 г.). СПб: Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена, 2006. С. 147-148.
4. Панина Е.В., Печникова Л.В., Бадунцова Т.Н. Мониторинг загрязнения Южной водотовающей канавы г. Дубна // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2007): мат-лы междунар. науч.-технич. конф. Уфа: , 2007. С. 126-129.

## REFERENCES

1. Logvinova A.A., Lazareva G.A. Issledovanie radiatsionnoi obstanovki na territorii goroda Dubna Moskovskoi oblasti [Study of the radiation situation on the territory of the town of Dubna in the Moscow region] *Ekologicheskie problemy Podmoskov'ya: sb. trudov konf [Ecological problems of Moscow: coll. works]*. M., RAEN, Mezhdunarodnyi universitet prirody, obshchestva i cheloveka «Dubna», 2013. pp. 199-203
2. Kuts A.K., Lazareva G.A. Kompleksnoe issledovanie ekologicheskogo sostoyaniya iskusstvennogo vodotoka [A comprehensive study of the ecological state of an artificial watercourse] // *Byullyuten' MOIP (Otdel biologicheskii). Mat-ly simpoziuma «Ekologiya. Prirodnye resursy. Ratsional'noe prirodopol'zovanie. Okhrana okruzhayushchei sredy» MGU imeni M.V. Lomonosova (g. Istra, 26-28 oktyabrya 2009 g.) Ch. 1. 2009. T. 114 (vyp. 3, pril. 1) [Bulletin MOIP (Biological Department). Proceedings of the Symposium "Ecology. Natural resources. Environmental management. Protection of the environment" at the M.V. Lomonosov Moscow state University (Istra, Russia, 26-28 October 2009) p. 1. 2009. Vol. 114 (iss. 3, add. 1)]. 2009. pp. 505-506.*
3. Pechnikova L.V., Kuznetsova M.V. *Ekologicheskii monitoring Severnoi i Yuzhnoi vodootvodyashchikh kanav g. Dubna [Environmental monitoring of the Northern and Southern drainage ditches in Dubna] // Innovatsionnye proekty v oblasti predprinimatel'stva, menedzhmenta, ekologii i obrazovaniya: mat-ly mezhd. stud. konf. (SPb., 20-21 apr. 2006 g.) [Innovative projects in entrepreneurship, management, ecology, and education: proc. int. stud. conf. (St. Petersburg, April 20-21, 2006)]. SPb.: Ros. gos. ped. un-t im. A.I. Gertsena, 2006. pp. 147-148.*
4. Panina E.V., Pechnikova L.V., Badunova T.N. *Monitoring zagryazneniya Yuzhnoi vodootvodyashchei kanavy g. Dubna [Monitoring of pollution of the South drainage ditches of Dubna] // Nauka, obrazovanie, proizvodstvo v reshenii ekologicheskikh problem (Ekologiya-2007): mat-ly mezhdunar. nauch.-tekhnich. konf. [Science, education, production in solving environmental problems (Ecology 2007): proc. int. scient.-techn. conf.]. Ufa, 2007. pp. 126-129.*

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

*Лазарева Галина Александровна* – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле Государственного университета «Дубна»;  
e-mail: lazarevg@mail.ru

*Панина Елена Викторовна* – кандидат химических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле Государственного университета «Дубна»;  
e-mail: elvik48@mail.ru

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*Lazareva Galina A.* – candidate of biological sciences, assistant professor of the Chair of Ecology and Earth Sciences at the Dubna State University;  
e-mail: lazarevg@mail.ru

*Panina Elena V.* – candidate of chemical sciences, assistant professor of the Chair of Ecology and Earth Sciences at the Dubna State University;  
e-mail: elvik48@mail.ru

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА**

*Лазарева Г.А., Панина Е.В.* Экологическое состояние искусственных водных объектов (на примере Северной и Южной водоотводных канав г. Дубна) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 1. С. 70-77.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-1-70-77

**BIBLIOGRAPHIC REFERENCE**

*G. Lazareva, E. Panina.* Ecological state of artificial water objects (for example, North and South water drainage ditches of Dubna) // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 1. pp. 70-77.

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-1-70-77