

ISSN 2411-7374 (print)
ISSN 2782-6643 (online)



РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ

4/2024



И.И. Зиганишин, Д.В. Иванов, Р.Р. Хасанов, Р.Р. Шагидуллин
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, water-rf@mail.ru

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ МОНАСТЫРСКОЙ ПРОТОКИ ИЗ ОЗЕРА СРЕДНИЙ КАБАН ГОРОДА КАЗАНИ: СОСТАВ, СВОЙСТВА, НАПРАВЛЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ

Монастырская протока из озера Средний Кабан - ключевой элемент функционирования системы инженерной защиты г. Казани от затопления и подтопления. Выполнено исследование показателей осадконакопления и свойств донных отложений протоки, оценен их вещественный состав и объемы накопления. Показано, что в верхней части протоки за время ее функционирования как искусственной дрены накопилось более 2000 м³ донных отложений, в составе которых содержатся загрязняющие вещества в концентрациях, превышающих геохимический фон для соответствующих типов отложений. Обоснована необходимость производства дноуглубительных работ на участке русла протяженностью 500 м с последующей утилизацией изымаемых осадков в качестве почвогрунтов.

Ключевые слова: донные отложения; осадконакопление; загрязнение; озера Кабан.

DOI: <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2024.4.41.49>

Введение

Монастырская протока, или магистральная канава №1, является одним из элементов системы инженерной защиты г. Казани и служит для понижения уровня воды в системе озер Нижний и Средний Кабан путем перекачки в Куйбышевское водохранилище (р. Волга). Протока представляет собой ложбину, через которую ранее в периоды половодья оз. Средний Кабан соединялось в р. Волгой. После заполнения в 1957 г. Куйбышевского водохранилища уровень воды в озерах Кабан стал регулироваться искусственным путем во избежание затопления городских территорий, расположенных на низких гипсометрических отметках рельефа.

Общая длина Монастырской протоки составляет 5.9 км. Ее русло пересекает зоны селитебной, в том числе малоэтажной, и промышленной городской застройки и подвержена весьма существенно сосредоточенному и диффузному загрязнению. Исследования показали, что качество воды в протоке не соответствует нормативным требованиям по целому ряду веществ, включая тяжелые металлы и нефтепродукты.

Процессы накопления донных отложений в значительной мере регулируются здесь стоковыми течениями, которые носят периодический характер и зависят от поступления в озера Кабан подземного и грунтового стока. Большая часть содержащихся в воде озер растворенных и взвешенных веществ проходит через протоку транзитом. Одна-

ко на ряде участков, где характер течений и строение дна способствуют аккумуляции взвешенного материала, происходит образование донных отложений различной мощности. Наиболее активное осадконакопление отмечается в русле протоки от истока из оз. Средний Кабан до пересечения с ул. Варганова протяженностью около 500 м (рис. 1). Седиментации взвесей способствует наличие на этом участке глиняной, укрепленной бетонными плитами плотины с шандорами, посредством которых также регулируются расходы воды из озера. Прибрежные территории в верхнем течении протоки настоящее время активно застраиваются, что определяет актуальность оценки современного экологического состояния водного объекта по комплексу показателей качества, включая донные отложения.

Цель исследования: определить вещественный состав и объемы накопления донных отложений в пределах верхнего отрезка течения Монастырской протоки и целесообразность проведения дноуглубительных работ на данном участке русла.

Материалы и методы исследований

Исследования русла Монастырской протоки в верхнем ее течении проводились в летний период 2021 г. Батиметрическая съемка выполнена при помощи ручного лота. Координатная привязка осуществлялась GPS навигатором «Garmin» в проекции долгота/широта на эллипсоиде WGS-84. Полученные данные импортировались в среду

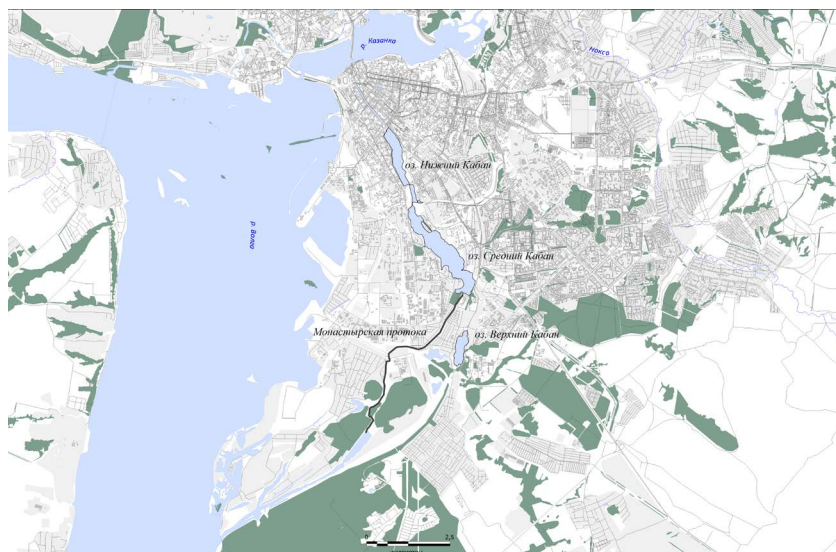


Рис. 1. Монастырская протока (сверху) и ее верхнее течение (снизу)
Fig. 1. Monastyrskaya channel (above) and its upper flow (below)

программного пакета Marinfo, на их основе строилась батиметрическая карта.

Грунтовая съемка осуществлялась гравитационной трубкой ГОИН-1 и торфяным буром. В общей сложности отобрано 85 кернов донных осадков, выполнено их морфологическое описание и определение мощности.

Физико-химические исследования донных отложений включали определение следующих показателей: гранулометрический состав (ГОСТ 12536-2014), содержание органического вещества по величине потерь при прокаливании по (ПНДФ 16.2.2:2.3:3.32-02), влажность (ГОСТ 5180-2015), плотность (ГОСТ 5182-78), азот общий и фосфор валовый (ГОСТ 26261-84), кислоторастворимые и подвижные формы тяжелых металлов (ПНДФ 16.2.2:2.3.71-2011), нефтепродукты (ПНДФ

16.1:2.2.22-98). Всего проанализировано 23 пробы донных отложений с девяти станций (рис. 2).

Оценка уровня загрязненности донных отложений нефтепродуктами и тяжелыми металлами выполнена в соответствии с Приказом Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 27.03.2019 г. № 316-п «Об утверждении региональных нормативов «Фоновое содержание тяжелых металлов в донных отложениях поверхностных водных объектов Республики Татарстан».

Результаты и их обсуждение

Морфометрическая и батиметрическая характеристики протоки

Русло Монастырской протоки в пределах исследуемого отрезка течения условно было разделено на два участка: участок I – от истока из оз. Средний Кабан до плотины, участок II – от плотины до путепровода (рис. 2, табл. 1). Существенной особенностью участка II являются периодические отмечаемое понижение уровня воды. Это связано с работой насосной станции, откачивающей излишки воды из оз. Средний Кабан в протоку Подувалье. На участке I уровень воды поддерживается на отметке

около 52.0 м БС, на участке II отметки уровня могут опускаться до 51.3 м БС, то есть примерно на 0.5 м ниже, чем в самом озере и в протоке выше регулирующей плотины.

Протока имеет здесь близкое к прямолинейному, устойчивое и хорошо врезанное русло, ориентированное в северо-восточном – юго-западном направлении. Его берега сложены плотными глинистыми породами и насыпными грунтами и закреплены корнями древесно-кустарниковой растительности. Монастырская протока в зимнее время обычно на замерзает, поэтому береговые грунты слабо подвержены сезонным процессам термической деформации.

Батиметрическая карта протоки представлена на рисунке 3.

В целом протока характеризуется незначительными глубинами. По руслу они варьируют от

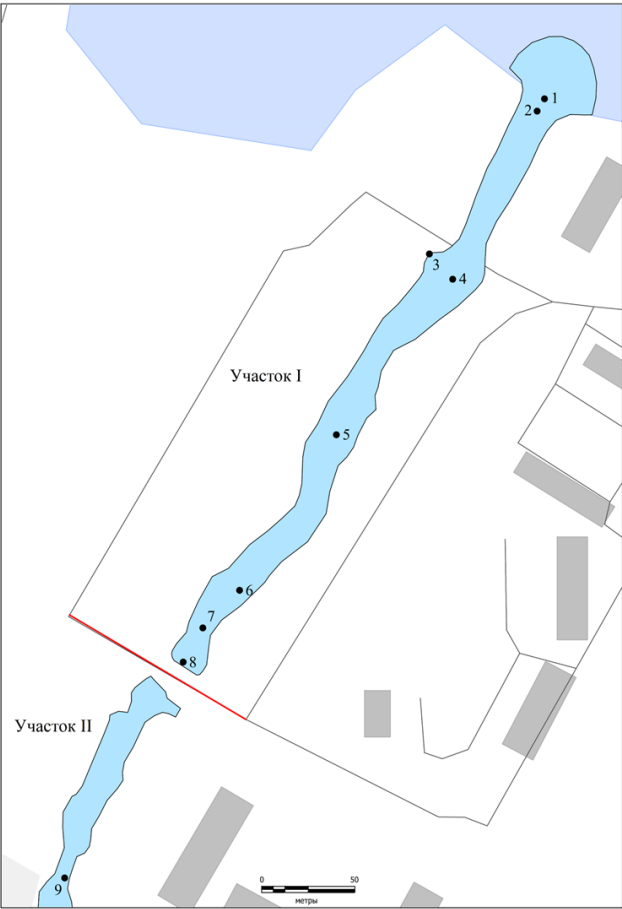


Рис. 2. Карта-схема отбора проб донных отложений
Fig. 2. Map of sediment sampling

1.0 до 1.5 м, постепенно уменьшаясь к берегам до 0.25–0.50 м. Это связано с особенностями происхождения и режимом эксплуатации искусственной дрены, а также с постепенным ее заиливанием. Средняя глубина протоки в настоящее время изменяется от 0.8 м (участок II) до 1.3 м (участок I).

С точки зрения обеспечения процессов самоочищения водоема от загрязняющих веществ важно отметить наличие в протоке мелководных зон глубиной до 0.5 м, занятых высшей водной растительностью. На участке I доминантами растительных сообществ являются рогоз узколистный и

рдест гребенчатый, на участке II – рогоз узколистный и тростник южный. Мелководья в основном приурочены к правому берегу, а ниже плотины они характерны для обоих берегов протоки. В условиях постоянной проточности заросли тростника и рогоза выступают в роли «биофильтра», способствующего очистке воды от биогенных элементов и соединений металлов.

Донные отложения являются депонирующим компонентом водных экосистем и содержат в себе информацию о качественных и количественных показателях их загрязнения. Показатели накопления донных отложений и их свойства на исследуемом участке Монастырской дрены обусловлены режимом постоянной ее проточности, с одной стороны, и наличием регулирующей плотины, с другой. Оба фактора разнонаправлены, в связи с чем современные донные отложения образованы широким спектром минеральных осадков: песками, илистыми песками, песчанистыми и глинистыми илами с содержанием пелитовых частиц от 7 до 41% (табл. 2). По гранулометрическому составу они более приближены к речным, чем к озерным осадкам, что отличает их от глинистых илов, покрывающих большую часть дна оз. Средний Кабан (Иванов, 2012).

Ложе протоки представлено плотными глинистыми грунтами, слагающими литологическую основу территории. По отношению к коренным четвертичным отложениям донные отложения протоки являются вторичными, что позволяет определить фактическую их мощность и объемы в естественном сложении.

Максимальная мощность накопленных отложений характерна для участка I (рис. 4, табл. 3). Почти на всем его протяжении активное накопление тонкодисперсных осадков происходит по стрежню протоки, где толщина ила варьирует от 25 до 150 см. По периферии, у берегов, мощность отложений составляет 10–20 см и менее, локально возрастая в зарослях макрофитов до 25–35 см.

Количественные оценки объемов накопления вторичных отложений показывают, что на ряде

Таблица 1. Морфометрические характеристики участков протоки
Table 1. Morphometric characteristics of channel sections

Участок Plot	Длина, м Length, m	Ширина, м Width, m		Глубина, м Depth, m		Площадь, м² Square, m²	Объем, м³ Volume, m³
		Сред. Average	Макс. Max	Сред. Average	Макс. Max		
I	365.6	22.0	30.9	1.3	2.1	8052	10282
II	114.6	15.5	25.7	0.8	1.0	1777	1432

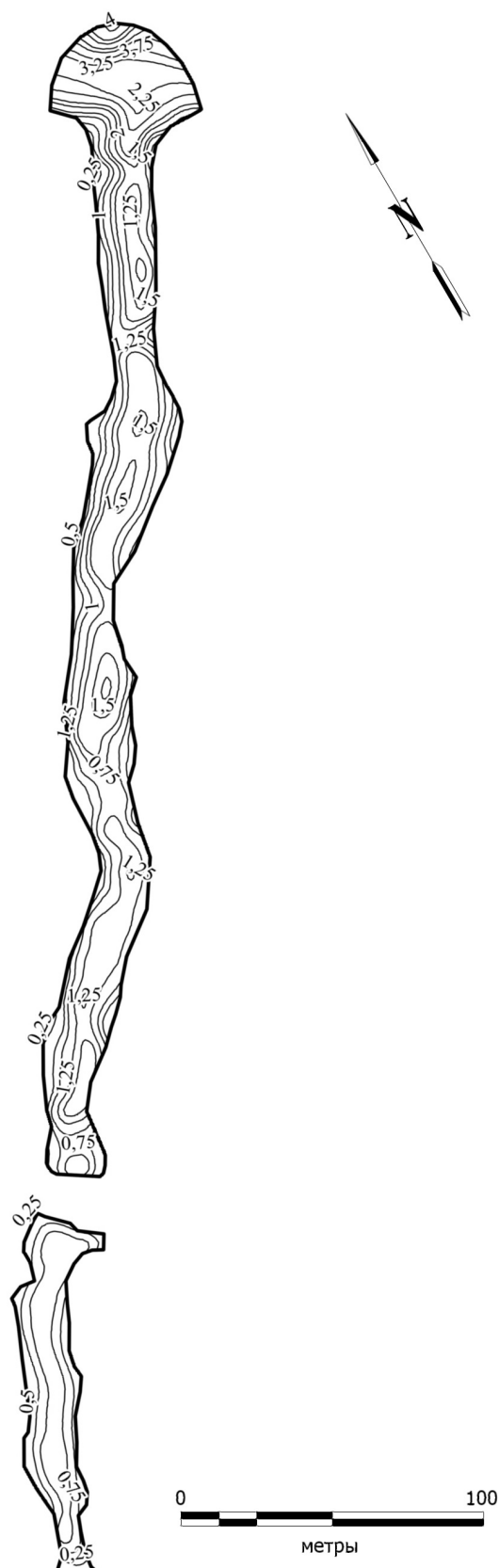


Рис. 3. Батиметрическая карта Монастырской протоки (верхнее течение)
Fig. 3. Bathymetric map of the Monastyrskaya channel (upper flow)

поперечных профилей они занимают до 50% всего объема русла. Удаление донных отложений будет способствовать улучшению экологического состояния водного объекта, повышению качества воды вследствие снижения вторичного загрязнения. Согласно расчетам (табл. 3), на участке I удаление донных отложений может быть выполнено на площади 2796.3 м². Объем изымаемых отложений естественной влажности, которая варьирует от 25 до 65%, составит здесь 1893.3 м³. На участке II рекомендуемая площадь дноуглубительных работ составит 447.1 м², а объем донных отложений 117.7 м³. Таким образом, общий объем донных отложений при величине их естественной плотности от 0.8 до 2.0 г/см³, рекомендуемый к удалению, достигает 2000 м³. При этом на большей части ложа (~67% акватории), где толщина слоя отложений не превышает 25 см, выполнение работ по дноуглублению нецелесообразно.

Не менее существенен вопрос о направлении утилизации изымаемых со дна водоема донных отложений, что связано с особенностями их состава, питательной ценностью, присутствием в них загрязняющих веществ в количествах, ограничивающих их применение в качестве почвогрунта.

Как показали результаты химического анализа, содержание органического вещества в донных отложениях протоки при вариациях от 1.1 до 11.8% в среднем оценивается как невысокое – 5.5% (табл. 2). Тем не менее, донные отложения протоки обладают питательной ценностью: валовое содержание в них азота и фосфора находится на одном уровне с содержанием этих элементов питания растений в органических удобрениях. Есть основания предполагать, что накопление в донных отложениях биогенных элементов в значительной мере связано с их антропогенным поступлением в водоемы системы Кабан и непосредственно в протоку со сточными водами. Озера Нижний и Средний Кабан являются приемниками промышленных и коммунальных сточных вод, поверхностного стока с территории города. Донные отложения озер в значительной мере загрязнены металлами и нефтепродуктами (Иванов, 2012), глубоководные участки озер практически безжизненны (Токинова, 2012).

Как показали результаты определения содержания тяжелых металлов и нефтяных углеводородов, аккумулированных в поверхностных (современных) и более древних донных отложениях Монастырской протоки, ее загрязнение носит хронический характер. Большая часть проб характеризуется «значительной» и «высокой» степенью загрязнения металлами и нефтепродуктами относительно их фоновых значений для соответству-

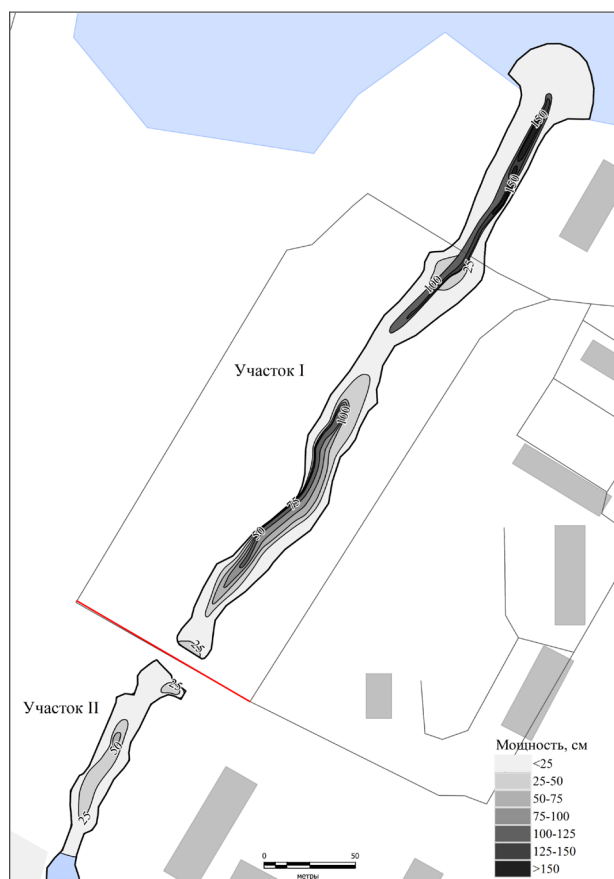


Рис. 4. Карта-схема распределения мощности донных отложений в Монастырской протоке
Fig. 4. Distribution of the sediment thickness in Monastyrskaya channel

ющего типа отложений (Региональные ..., 2019, 2020) (табл. 4, 5). Наибольший вклад в величину загрязненности вносят такие металлы как кадмий, свинец, медь и цинк, которые могут попадать в водоем с промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками. Их концентрации превышают фоновые в 3–34 раза по кислоторастворимым и в 3–127 раз по подвижным формам. Поступление в озера Кабан поверхностного стока с городских территорий предопределило накопление в донных отложениях нефтепродуктов в количествах, 2–27 раз превышающих фоновые показатели, что оценивается как «умеренный» – «высокий» уровни загрязнения (табл. 5). В интегральном виде степень загрязнения донных отложений Монастырской протоки также оценивается как «высокая».

При этом результаты биотестирования на инфузориях *Paramecium caudatum* и ветвистоусых рачках *Ceriodaphnia affinis* не выявили токсического водной вытяжки из донных отложений, несмотря на высокие концентрации в них загрязняющих веществ.

Системный характер поступления в водоем загрязненных сточных вод и выявленное бакте-

риальное загрязнение водных масс протоки подтверждается результатами определения бактерий группы кишечной палочки (ОКБ) в составе донных отложений. Заметный рост ОКБ, в 10 и более раз превышающий фоновые показатели, отмечен на станции 4 – 1250 КОЕ/г без учета влажности.

Учитывая, что фактический объем отложений с повышенным уровнем микробного загрязнения существенно ниже, чем общий объем накопленных в протоке незагрязненных осадков, при организации здесь дноуглубительных работ не требуется применения дифференцированного подхода к их изъятию и утилизации. Кроме того, после извлечения со дна водоема отложения будут подвергаться воздействию солнечного ультрафиолетового излучения, которое стимулирует элиминацию патогенной микрофлоры. После непродолжительной выдержки изъятых со дна протоки грунтов можно ожидать, что по содержанию бактериальной микрофлоры они будут полностью соответствовать гигиеническим требованиям, предъявляемым к почвогрунтам, применяемым в зеленом строительстве.

Согласно ФЗ «О внесении изменений в Водный кодекс и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 14.12.2019 г., донный грунт не является отходом и может быть использован для обеспечения муниципальных нужд или в интересах физического лица, юридического лица, осуществляющих проведение дноуглубительных и других работ, связанных с изменением дна и берегов водных объектов. Использование (утилизация) донного грунта (донных отложений) может осуществляться в различных целях с учетом состава и свойств, уровня загрязнения.

Учитывая преимущественно легкий гранулометрический состав отложений протоки, после обезвоживания их можно вносить в тяжелые почвы либо в виде смеси с торфом, либо в чистом виде, в том числе при формировании газонов и иных субстратов в целях благоустройства территории. Характер грунтов протоки благоприятен для процесса их обезвоживания при геотубировании: после удаления излишков воды из геотубов образующийся такой осадок не слипается и не цементируется, что открывает возможности для его размельчения и смешивания с различными субстратами.

Заключение

Монастырская протока из озера Средний Кабан выполняет важную функцию в системе инженерной защиты г. Казани от затопления и подтопления. Как и другие поверхностные водные объекты, находящиеся в городской черте, протока является

Таблица 2. Состав и свойства донных отложений Монастырской протоки
Table 2. Sediment composition and properties of Monastyrskaya channel

Станции Stations	Н, см H, cm	ППП, % LOI, %	N, %	Р, %	Плотность, г/см³ Density, g/cm³	Влажность, % Humidity, %	Гранулометрический состав, % Particle size, %						
							1-0.25 мм	0.25-0.05 мм	0.05-0.01 мм	0.01-0.005 мм	0.005-0.001 мм	<0.001 мм	<0.01 мм
1	0–5	1.1	0.03	0.18	1.97	25.9	13.0	74.3	5.8	1.8	4.5	0.6	6.9
	5–10	1.1	0.02	0.00	1.67	34.2	12.9	73.9	6.1	2.1	4.6	0.5	7.1
	10–15	2.7	0.06	0.06	–	–	13.5	59.0	18.8	2.2	5.1	1.4	8.7
	15–20	3.8	0.07	0.12	–	–	2.1	42.2	42.3	1.2	6.8	5.3	13.4
	20–25	4.1	0.04	0.11	–	–	0.2	71.6	14.4	4.2	5.6	3.9	13.7
	25–30	6.2	0.12	0.18	1.57	40.9	0.4	36.7	42.8	5.6	10.8	3.7	20.1
	30–35	6.6	0.08	0.10	–	–	–	22.4	50.4	9.0	10.0	8.2	27.2
	35–40	5.5	0.06	0.12	1.53	47.7	–	17.1	55.1	5.2	12.0	10.5	27.7
	40–45	7.0	0.13	0.11	–	–	–	6.0	49.2	9.7	18.7	16.4	44.7
2	0–10	3.3	0.14	0.10	1.61	43.9	3.2	66.6	19.1	0.9	6.7	3.6	11.1
3	0–10	11.8	0.33	0.17	1.37	57.5	0.5	4.9	53.6	9.9	17.9	13.2	41.0
4	0–10	10.7	0.25	0.14	0.81	46.2	1.5	50.0	10.7	22.1	3.5	12.2	37.8
5	0–10	8.3	0.37	0.13	1.32	64.7	0.1	51.7	25.8	5.8	7.1	9.5	22.4
6	0–10	9.5	0.34	0.24	1.38	61.3	0.1	25.7	52.2	1.7	12.5	7.8	22.1
7	0–40	10.4	0.16	0.16	1.58	60.1	0.1	67.8	14.3	2.4	5.6	9.8	17.8
	40–70	5.1	0.06	0.10	1.66	35.7	0.1	37.4	28.9	3.9	15.0	14.8	33.7
	70–90	3.9	0.05	0.11	1.79	28.0	0.1	33.4	20.9	9.1	13.8	22.7	45.6
8	0–10	7.2	0.10	0.05	1.63	55.6	1.2	76.3	10.2	3.1	6.5	2.7	12.3
9	0–10	3.6	0.14	0.14	1.54	47.0	9.8	56.7	21.7	2.7	6.7	2.4	11.8

Примечание: прочерк означает, что показатель не определялся.
Note: a dash means that the indicator was not determined. LOI – loss on ignition.

Таблица 3. Показатели накопления донных отложений в Монастырской протоке
Table 3. Sediment accumulation indicators in Monastyrskaya channel

Участок Plot	Мощность, см Thickness, cm	Площадь, м² Square, m²	Объем, м³ Volume, m³
I	0	5255.3	–
	25	973.5	243.4
	50	403.3	201.6
	75	340.9	255.7
	100	504.8	504.8
	100	233.5	233.5
	125	224.4	280.5
	150	115.9	173.9
	Всего	8051.6	1893.3
II	0	1330.3	–
	25	423.4	105.8
	50	23.7	11.9
	Всего	1777.4	117.7
Итого		9829.0	2011.0

Таблица 4. Содержание металлов и нефтепродуктов (НП) в донных отложениях Монастырской протоки, мг/кг
Table 4. Heavy metals and petroleum hydrocarbons (PH) content in sediment of Monastyrskaya channel, mg/kg

Станции Stations	Глубина, см Depth, cm	Кислоторастворимые формы металлов Acid-soluble forms of metals								Подвижные формы металлов Movable forms of metals								НП PH
		Cd	Pb	Co	Cu	Ni	Zn	Cr	Mn	Cd	Pb	Co	Cu	Ni	Zn	Cr	Mn	
1	0–5	0.11	2.2	2.1	7.0	4.5	7.3	3.8	200.5	0.12	4.7	0.4	1.6	1.1	6.5	0.6	131.0	182
	5–10	0.42	2.7	2.2	5.6	6.5	5.9	3.8	96.8	0.09	3.1	0.5	1.5	0.7	6.0	0.0	84.4	179
	10–15	0.23	6.2	3.1	18.1	15.5	20.6	7.1	248.0	0.11	8.3	1.3	2.6	0.5	14.2	1.2	131.6	-
	15–20	0.71	11.1	3.7	22.9	20.6	57.8	10.8	287.2	0.50	11.3	1.3	2.4	1.4	20.7	1.1	121.5	-
	20–25	1.15	11.6	5.3	25.3	28.2	36.8	14.6	224.5	0.41	9.8	1.4	1.7	3.3	22.0	2.5	111.6	200
	25–30	0.47	24.8	6.1	35.2	29.8	203.9	32.6	340.7	0.50	17.9	1.5	3.6	6.7	66.9	4.7	142.7	-
2	30–35	0.40	23.6	7.3	28.0	27.0	111.0	16.4	522.9	0.20	17.1	0.4	1.8	2.0	26.7	2.8	141.7	-
	35–40	0.16	11.1	5.9	19.6	24.7	24.8	13.1	335.5	0.11	12.9	0.4	1.4	1.7	14.2	1.7	123.0	-
	40–45	0.18	16.2	10.8	28.9	35.2	95.3	28.3	449.5	0.14	12.1	0.3	1.4	1.9	15.1	1.7	124.2	712
	0–10	0.21	16.2	5.5	22.0	17.0	64.1	12.2	305.4	0.30	10.0	1.2	3.0	1.5	20.7	1.9	127.5	908
3	0–10	0.18	35.1	9.7	40.5	38.1	138.8	27.6	667.5	0.25	17.1	0.6	1.8	3.7	23.5	2.4	162.7	508
4	0–10	0.97	29.6	5.5	56.1	24.7	162.5	26.6	458.5	1.44	21.2	1.1	6.7	3.2	31.9	3.0	150.3	1113
5	0–10	6.51	53.4	6.4	193.8	43.1	180.4	90.9	497.6	5.74	21.4	1.8	17.6	7.6	76.3	5.7	165.2	609
6	0–10	7.45	59.7	5.7	189.2	54.6	235.3	82.4	392.2	7.62	28.9	0.8	24.7	12.5	90.9	6.8	143.6	2451
7	0–40	0.49	72.7	6.6	70.9	30.9	162.4	20.9	568.6	0.63	26.2	0.9	4.1	5.2	45.7	2.1	156.4	989
	40–70	0.26	12.1	7.1	18.6	30.8	55.9	21.5	437.6	0.11	7.8	1.1	1.7	3.6	13.3	1.3	154.7	798
8	70–90	0.24	3.3	9.7	16.9	33.7	22.6	23.4	460.1	0.02	2.9	1.4	1.7	1.5	2.4	0.9	158.6	244
	0–10	0.28	60.1	4.6	86.2	28.3	134.7	22.9	621.7	0.62	34.5	1.1	6.5	2.9	47.9	2.4	115.0	877
9	0–10	2.12	23.1	3.0	74.5	15.1	109.2	34.2	235.2	1.17	6.0	1.1	12.2	2.7	55.8	4.2	116.8	1251

Таблица 5. Показатели загрязненности донных отложений тяжелыми металлами
и нефтепродуктами
Table 5. Sediment contamination indicators with heavy metals and petroleum hydrocarbons (PH)

Станции Stations	Н, см H, cm	Степень загрязнения тяжелыми металлами Heavy metal pollution degree				Коэффициент загрязнения нефтепродуктами PH pollution coefficient	
		Кислоторастворимые формы Acid-soluble forms		Подвижные формы Movable forms			
		Сз	Характеристика	Сз	Характеристика	Кз	Характеристика
1	0–5	–	–	10.6	Значительная	–	–
	5–10	1.9	Умеренная	5.1	Значительная	–	–
	10–15	2.2	Умеренная	26.5	Высокая	–	–
	15–20	10.0	Значительная	41.1	Высокая	–	–
	20–25	9.9	Значительная	44.4	Высокая	2.2	Умеренный
	25–30	22.0	Высокая	84.1	Высокая	–	–
	30–35	15.7	Значительная	40.0	Высокая	–	–
	35–40	3.9	Значительная	25.1	Высокая	–	–
	40–45	–	–	4.9	Значительная	7.9	Высокий
2	0–10	7.7	Значительная	39.5	Высокая	10.1	Высокий
3	0–10	5.2	Умеренная	12.3	Значительная	5.6	Значительный
4	0–10	8.6	Значительная	26.2	Высокая	12.4	Высокий
5	0–10	82.3	Высокая	210.2	Высокая	6.8	Высокий
6	0–10	86.4	Высокая	271.1	Высокая	27.2	Высокий
7	0–40	33.1	Высокая	72.5	Высокая	11.0	Высокий
	40–70	–	–	7.1	Умеренная	8.9	Высокий
	70–90	–	–	2.4	Умеренная	2.7	Умеренный
8	0–10	30.1	Высокая	78.8	Высокая	9.7	Высокий
9	0–10	30.1	Высокая	91.4	Высокая	13.9	Высокий

Примечание: прочерк означает отсутствие загрязнения
Note: a dash means «no contamination».

приемником и аккумулятором различных загрязнений. Несмотря на высокую проточность, в ее русле происходит седиментация части взвешенного материала, переносимого в процессе перекачки воды из озер Кабан в Куйбышевское водохранилище. К настоящему времени на участке верхнего течения протоки накоплено около 2 тыс. т отложений, которые содержат в своем составе тяжелые металлы и нефтепродукты в концентрациях, превышающих установленные региональные фоновые значения. Донные отложения существенно снижают полезный объем протоки как элемента гидрологической системы озер Кабан и являются источником вторичного загрязнения воды. На исследованном участке русла целесообразно выполнить комплекс дноуглубительных работ с изъятием донных отложений, которые могут быть выполнены земснарядами малой мощности, с последующим геотубированием изымаемого осадка. Несмотря на превышения фоновых концентраций

ряда загрязняющих веществ, присутствующих в составе отложений (металлы, нефтепродукты), они могут быть использованы в формировании искусственных почвогрунтов на городских территориях, в том числе в составе различных почвенных смесей.

Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан» (соглашение №98/2024–ПД).

Список литературы

1. Иванов Д.В. Донные отложения озера Средний Кабан

города Казани // Георесурсы. 2012. №7. С. 18–23.

2. Региональные нормативы «Фоновое содержание нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов Республики Татарстан» (утв. Приказом Министерства экологии и природных ресурсов РТ от 20.02.2020 г.)

3. Региональные нормативы «Фоновое содержание тяжелых металлов в донных отложениях поверхностных водных объектов Республики Татарстан» (утв. Приказом Министерства экологии и природных ресурсов РТ от 27.03.2019 г.)

4. Токинова Р.П. Экологическая оценка состояния озер Средний и Нижний Кабан по зообентосу // Георесурсы. 2012. №7. С. 33–38.

References

1. Ivanov D.V. Donnyye otlozheniya ozera Sredniy Kaban goroda Kazani [Sediments of Sredny Kaban Lake in the city of Kazan] // Georesursy. 2012. No 7. P. 18–23.

2. Regional'nyye normativy «Fonovoye sodержaniye nefteproduktov v donnykh otlozheniyakh poverkhnostnykh vodnykh ob'yektov Respubliki Tatarstan» (Prikaz Ministerstva ekologii i prirodnnykh resursov RT ot 20.02.2020.) [Regional standards «Background content of petroleum products in sediment of surface water bodies of the Republic of Tatarstan» (approved by Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Tatarstan dated February 20, 2020)].

3. Regional'nyye normativy «Fonovoye sodержaniye tyazhelykh metallov v donnykh otlozheniyakh poverkhnostnykh vodnykh ob'yektov Respubliki Tatarstan» (Prikaz Ministerstva ekologii i prirodnnykh resursov RT ot 27.03.2019 g.) [Regional standards «Background content of heavy metals in sediment of surface water bodies of the Republic of Tatarstan» (approved by Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the

Republic of Tatarstan dated March 27, 2019).

4. Tokinova R.P. Ekologicheskaya otsenka sostoyaniya ozer Sredniy i Nizhniy Kaban po zoobentosu [Ecological assessment of the state of lakes Sredniy and Nizhny Kaban based on zoobenthos] // Georesursy. 2012. No 7. P. 33–38.

Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R., Shagidullin R.R. **Sediments of the Monastyrskaya channel from Sredniy Kaban Lake, city of Kazan: composition, properties, directions for disposal.**

The Monastic Channel from Sredny Kaban Lake is a key element in the functioning of the engineering protection system for the city of Kazan from flooding and flooding. A study of sedimentation indicators and properties of bottom sediments of the channel was carried out, their composition and accumulation volumes were assessed. In the upper flow of the channel, during its operation as an artificial drain, more than 2000 m³ of sediment have accumulated. Sediment contains pollutants in concentrations exceeding the regional geochemical background. The necessity of carrying out dredging work on a section of the riverbed with a length of 500 m with the subsequent disposal of withdrawn sediments as soils has been substantiated.

Keywords: sediment; sedimentation, pollution; Lake Kaban.

Раскрытие информации о конфликте интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / Disclosure of conflict of interest information: The author claims no conflict of interest

Информация о статье / Information about the article

Поступила в редакцию / Entered the editorial office: 25.10.2024

Одобрено рецензентами / Approved by reviewers: 06.11.2024

Принята к публикации / Accepted for publication: 20.11.2024

Сведения об авторах

Зиганшин Ирек Ильгизарович, кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: irek_ziganshin@mail.ru.

Иванов Дмитрий Владимирович, доктор географических наук, зам. директора по научной работе, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: water-rf@mail.ru.

Хасанов Рустам Равилевич, научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: rustamkhasanov88@gmail.com.

Шагидуллин Рифгат Роальдович, член-корреспондент АН РТ, доктор химических наук, директор, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: shagidullin_@mail.ru.

Information about the authors

Irek I. Ziganshin, Ph.D. in Geography, Senior Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: irek_ziganshin@mail.ru.

Dmitrii V. Ivanov, D.Sci. in Geography, Deputy Director, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: water-rf@mail.ru.

Rustam R. Khasanov, Researcher, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya St., Kazan, 420087, Russia, E-mail: rustamkhasanov88@gmail.com.

Rifgat R. Shagidullin, D.Sci. in Chemistry, Corresponding Member of Tatarstan Academy of Sciences, Director, Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: shagidullin_@mail.ru.

