

МАОУ «Лицей №121 имени Героя Советского Союза С.А. Ахтямова»  
МБУДО «Центр детского творчества «Танкодром» Советского района г. Казани

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МОНАСТЫРСКОЙ ПРОТОКИ**

Исследовательская работа

Выполнил  
Мингалеев Артур  
11 класс

Научный руководитель  
к.б.н. Д.В. Иванов

Республика Татарстан – 2022

## Содержание

Введение .....	3
1. Обзор литературы.....	4
1.1. Общие сведения о водном объекте.....	4
1.2. Донные отложения озера Средний Кабан .....	5
2. Объекты и методы исследования.....	7
3. Результаты исследования .....	9
3.1. Типология и показатели накопления донных отложений .....	9
3.2. Питательная ценность донных отложений.....	12
3.3. Рекомендации по изъятию и утилизации донных отложений.....	13
Выводы .....	16
Список литературы.....	17

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность

Монастырская протока, расположенная в Приволжском районе г. Казани, представляет собой один из элементов природного каркаса г. Казани, сохранение которого призвано обеспечить формирование благоприятной среды обитания для населения города и поддержание экологического равновесия в условиях урбанизации. Важная роль протоки в системе инженерной защиты г. Казани и ее непосредственная гидрологическая связь с системой городских озер Кабан обуславливает необходимость особого внимания к функционированию данного природно-техногенного объекта.

Перед проведением в г. Казани Универсиады-2013 обсуждались вопросы, связанные с экологической реабилитацией оз. Средний Кабан, включая необходимость изъятия из озера донных отложений (Мингазова и др., 2010, 2012). Для Монастырской протоки, непосредственно связанной с озером, также первоочередное значение имеет определение запасов донных отложений, их типологии, физических характеристик, а также показателей, характеризующих уровень загрязнения. Высокая антропогенная нагрузка на озеро и непосредственно на протоку предопределяет накопление в составе донных отложений различных загрязняющих веществ и, тем самым, **экологический риск** нарушения структуры и функций водных экосистем. В случае обнаружения высоких уровней загрязнения донных отложений в протоке будет рассматриваться вопрос об их изъятии с последующей утилизацией.

Исходя из вышесказанного, была сформулирована **цель работы**: определение типологии, запасов и состава донных отложений участка Монастырской протоки в районе ее истока из оз. Средний Кабан.

Для этого было необходимо решить ряд **задач**:

- 1) выполнить грунтовую съемку, определить мощность и запасы донных отложений;
- 2) установить типологические характеристики отложений по гранулометрическому составу и содержанию органического вещества;
- 3) оценить питательную ценность илов и предложить возможные направления их утилизации.

В качестве **гипотезы** рассматривали предположение, что за период функционирования Монастырской протоки в качестве природной дрены в ее ложе были накоплены значительные запасы донных отложений.

# 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1. Общие сведения о водном объекте

Монастырская протока (магистральная канава №1) является элементом системы инженерной защиты г. Казани и служит для понижения уровня вод озер Нижний и Средний Кабан путем перекачки в Куйбышевское водохранилище (рис. 1). В 370 м ниже истока из оз. Средний Кабан расположена плотина с шандорами, посредством которых регулируются расходы воды (рис. 2). Уровень воды в протоке и в озере поддерживается на отметке 51.8–52.0 м БС.



Рис. 1. Монастырская протока – верхний участок течения (Google Earth)



Рис. 2. Гидротехнические сооружения на Монастырской протоке

В зимнее время протока не замерзает, что связано не только с режимом ее постоянной проточности, но и со сбросами подогретых канализационных и иных стоков с водосборной территории.

Исток Монастырской протоки из оз. Средний Кабан находится в заливе «Чертов угол» (рис. 1). Залив отделен от основной части озера перешейком, за ним расположена котловина, в районе которой расположен выпуск ливневых вод с ул. Оренбургский тракт. Ливневой сток приносит в озеро большое количество твердых частиц, что способствует его заилению и уменьшению глубин. Вполне вероятно, что часть этих взвесей уносится течением в Монастырскую протоку.

Протока имеет близкое к прямолинейному, хорошо врезанное русло, ориентированное в северо-восточном – юго-западном направлении. Ее берега сложены плотными глинистыми породами и насыпными грунтами. На участке от истока до бетонного пешеходного моста перед началом Универсиады-2013 была выполнена планировка берега, частично затронувшая и дно водоема.

С точки зрения процессов самоочищения от загрязняющих веществ очень важно наличие в протоке мелководных (до 0.5 м) зон, покрытых зарослями высшей водной растительности (рогоз узколистный и широколистный, тростник южный, вейник Лангсдорфа).

## **1.2. Донные отложения озера Средний Кабан**

Из трех озер системы Кабан – Нижнего, Среднего и Верхнего – наибольший интерес представляет Средний Кабан, т.к. исследуемый нами водный объект – Монастырская протока является его непосредственным продолжением.

Озеро Средний Кабан достаточно хорошо изучено в экологическом отношении (Деревенская и др., 2011; Мингазова, 1984; Мингазова, Котов, 1989; Токинова, 2012; и др.). Это глубоководный карстово-старичный водоем, одно из крупнейших озер Республики Татарстан (Горшкова и др., 2012). С 2013 г. озеро используется как гребной канал для спортивных состязаний.

Донные отложения оз. Средний Кабан описаны в целом ряде работ (Полянин, 1931; Сементовский, 1940; Миртова, Макаров, 1944; Мингазова, Котов, 1989; Иванов, 2012, 2015). Современные исследования озерных осадков в основном были направлены на оценку уровня их загрязненности (Валиев и др., 1991; Мингазова и др., 2010, 2012; Деревенская и др., 2011 и др.).

Подробное изучение донных отложений оз. Средний Кабан выполнено Д.В. Ивановым (Иванов, 2012, 2015; Иванов и др., 2011). Было установлено, что мощность донных отложений в озере варьировала от 10 до 117 см и в среднем составила 78 см. Активное илонакопление происходит в глубоководных участках озера, у берегов мощность илов снижалась. Озерные отложения в основном представлены органическими илами. На отдельных участках акватории присутствовали карбонатные осадки, глинистые илы и илистые пески. В акватории «Чертова угла» мощность илов варьировала от 26 до 87 см. Н.М. Мингазова и Ю.С. Котов полагают (1989), что оз. Средний Кабан заилилось на 1/2 от своего исходного объема.

Скорость осадконакопления в оз. Средний Кабан оценивается величиной 10 мм/год (Иванов, 2012, 2015). Значительная часть аккумулярованных на дне взвесей поступила в озеро со сточными водами промышленных предприятий, а также городской ливневой канализации, не оборудованной очистными сооружениями.

Наличие в составе отложений озера большого количества тонкодисперсных частиц обуславливает их высокую сорбционную способность по отношению к загрязняющим веществам, присутствующим в воде.

Донные отложения оз. Средний Кабан содержат 2.3-74.3% органического вещества (в среднем 11.8%), 0.02-2.2 % (0.30%) азота и 0.004-0.43% (0.17%) фосфора (Иванов, 2012). Высокая концентрация азота и фосфора в илах формирует внутреннюю биогенную нагрузку на озеро.

## 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нами был исследован участок русла Монастырской протоки от оз. Средний Кабан до путепровода (рис. 3) длиной ~ 1 км. Ширина русла здесь в среднем равна 20 м, а средняя глубина – 1.5 м.

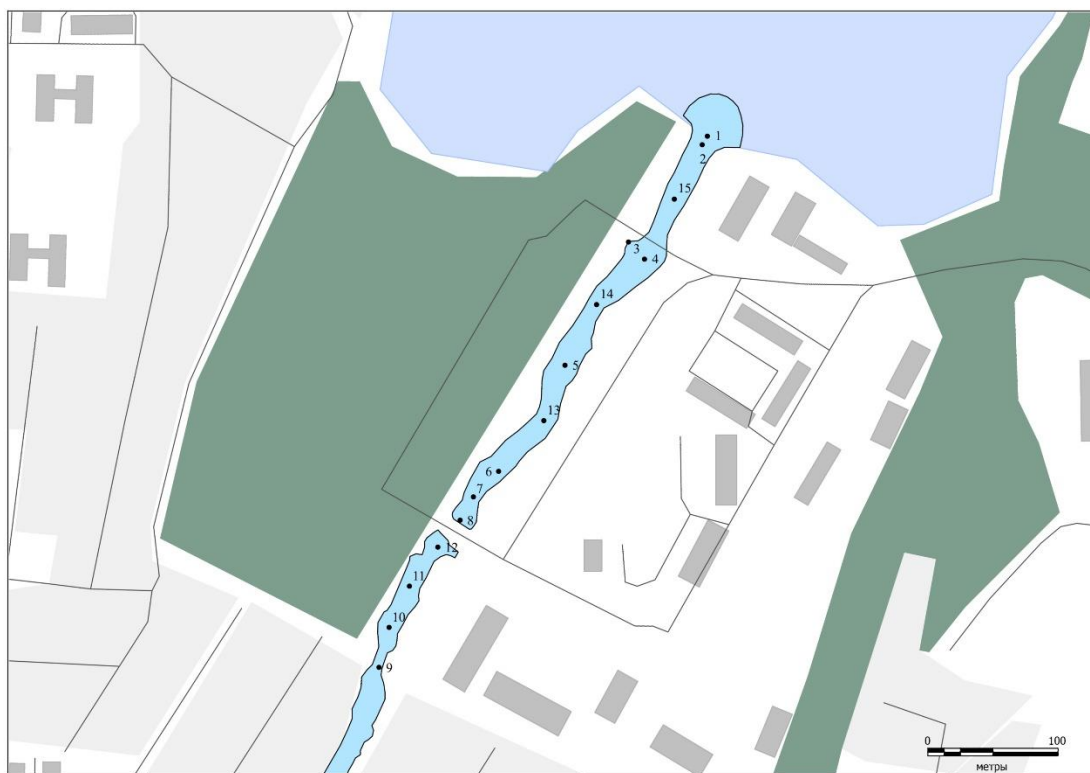


Рис. 3. Карта-схема отбора проб донных отложений

Грунтовая съемка протоки выполнена в августе и в октябре 2021 г. Она включала отбор кернов, определение мощности накопленных донных отложений по длине участка на 15 станциях, отбор проб для анализа. Отбор кернов выполнялся при помощи торфяного бура, поверхностных проб – дночерпателем ДАК-100 (рис. 4). Карта-схема грунтовых станций представлена на рисунке 3.

Для физико-химического анализа пробы отбирались на 9 станциях, расположенных равномерно по длине протоки (ст. 1-9, рис. 3). Всего отобрано 2 керна мощностью 45 и 90 см (ст. 1 и 7) (рис. 4) и 7 поверхностных проб.

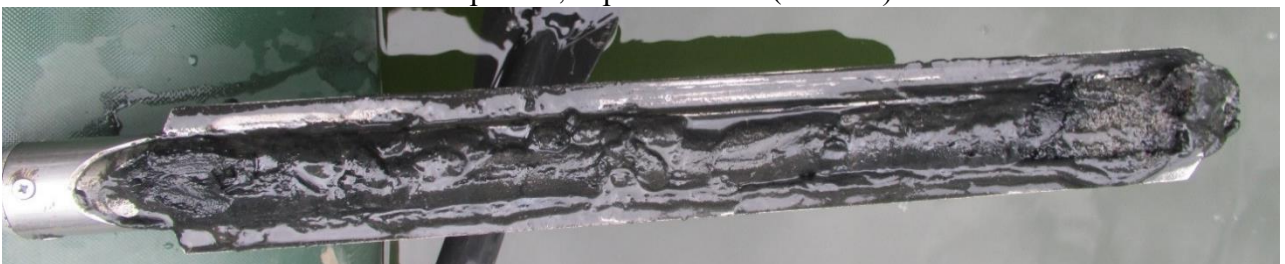
Физико-химические исследования донных отложений проводились на базе Института проблем экологии и недропользования АН РТ и включали определение следующих показателей: гранулометрический состав (ГОСТ 12536-2014), содержание органического вещества по величине потерь при прокаливании по (ПНДФ 16.2.2:2.3:3.32-02), влажность (ГОСТ 5180-2015), плотность ГОСТ (ГОСТ 5180-2015), азот общий (ГОСТ 26107-84), фосфор валовый (ГОСТ 26261-84). Всего проанализировано 23 пробы донных отложений.



Рис. 3. Отбор проб поверхностных донных отложений



Керн №1, верхняя часть (0-50 см)



Керн №7 (45 см), в нижней части керна – русловой песок

Рис. 4. Керны донных отложений

Карты отбора проб и распределения запасов донных отложений построены в программе Mapinfo. Обработка данных выполнена в программе Excel.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1. Типология и показатели накопления донных отложений

Донные отложения являются депонирующим компонентом водных экосистем и содержат в своем составе и свойствах информацию о качественных и количественных показателях загрязнения водного объекта и его водосборной территории.

Наши исследования показали, что современные (поверхностные) отложения Монастырской протоки весьма разнообразны и представлены минеральными типами осадков (по классификации В.В. Законнова (2007)): песками, илистыми песками, песчанистыми и глинистыми илами, в которых содержание пелитовых частиц (<0.01 мм) изменяется от 7 до 41% (табл. 1), а доля органического вещества варьирует от 0.3 до 11.8% (в среднем 5.6%). Таким образом, по гранулометрическому составу донные отложения протоки более приближены к речным, чем к озерным осадкам, что отличает их от глинистых илов оз. Средний Кабан (Иванов, 2012). Эта особенность грунтов обусловлена проточным режимом Монастырской дрены, когда частицы с наименьшей гидравлической крупностью (глины и алевриты) выносятся искусственно создаваемым здесь течением.

Анализ гранулометрического состава по вертикальному профилю донных отложений в кернах 1 и 7 показывает (табл. 1), что крупность частиц от более глубоких слоев отложений к поверхностным (т.е. от более старых к современным) уменьшается: в них растет доля песчаных фракций и снижается доля пелитовых. Это может быть связано с увеличением скорости потока воды в протоке, что, в свою очередь, обусловлено ростом объемов поступления воды в озера Нижний и Средний Кабан. По мнению А.Т. Горшковой (Горшкова и др., 2012), за последние 50 лет показатели объемов разгрузки подземных вод в Куйбышевское водохранилище, р. Казанка и в озера Кабан существенно возросли.

Таблица 1. Физические и химические свойства донных отложений

№ станции	Глубина, см	ППП, %	N, %	P, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Влажность, %		Гранулометрический состав, %						
					во влажном состоянии	в сухом состоянии	весовая	объемная	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	1.46	35.0	25.9	13.0	74.3	5.8	1.8	4.5	0.6	6.9
	5–10	1.1	0.02	0.03	1.67	1.10	51.9	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	0.93	69.2	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	0.80	91.2	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	0.90	78.1	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	0.58	135.4	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	0.44	85.9	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	0.47	183.4	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	0.54	158.4	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	0.63	150.5	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	1.07	55.5	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	1.29	38.9	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	0.72	125.3	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	0.82	88.6	47.0	9.8	56.7	21.7	2.7	6.7	2.4	11.8

Примечание: прочерк означает, что показатель не определялся;  
ППП – потери при прокаливании.

Таким образом, в гранулометрическом составе отложений Монастырской протоки мы видим изменения гидрологического режима озер Кабан после образования Куйбышевского водохранилища (1955 г.), когда была нарушена их проточность, создана система инженерной защиты Казани от затопления водами водохранилища, предусматривающая откачку излишков озерной воды через магистральный канал №1. Кроме того, известно, что с 2005 г. в оз. Нижний Кабан сбрасываются воды Казанского метрополитена. Таким образом, только за последние 15 лет объемы поступающей и изымаемой из озер воды увеличились в сравнении с природным их поступлением из подземных вод.

В колонке №1 распределение органического вещества следует за изменением доли пелитовых частиц в составе отложений, а в колонке №7 эта взаимосвязь носит обратный характер (табл. 1). Как нам удалось установить по информации от местных жителей, в районе плотины периодически происходят неконтролируемые канализационные сбросы, содержащие органические соединения фекальной природы.

Влажность и плотность осадков следовали за распределением органического вещества и размеров частиц, слагающих отложения протоки (табл. 1). Их плотность в естественном сложении варьировала от 0.81 до 2.14 г/см<sup>3</sup> (в среднем 1.60 г/см<sup>3</sup>), влажность – в пределах 19–65% (44%).

Ложе протоки сформировано плотными глинистыми грунтами, слагающими литологическую основу территории. По отношению к исходным грунтам донные отложения протоки являются вторичными, что позволяет определить фактическую их мощность и рассчитать их запасы.

Результаты полевых исследований показали, что мощность донных отложений Монастырской протоки варьирует от 0 до 100 см (табл. 2). Средняя мощность отложений на всем исследованном участке равна 20.5 см. Если за точку отсчета принять время создания Куйбышевского водохранилища (1955 г.), то расчеты показывают, что в среднем за год на дне протоки откладывается 3.1 мм ила. Это значение в 1.5 раза меньше скорости осадконакопления в озерах Татарстана (Иванов, 2015), что связано с проточностью исследуемого водного объекта.

Таблица 2. Мощность донных отложений Монастырской протоки

№№ станций	Глубина в точке отбора, м	Мощность донных отложений, см
1	1.9	0
2	1.0	0
3	1.5	35
4	1.6	0
5	0.2	0
6	1.5	0
7	1.1	25
8	0.1	0

№№ станций	Глубина в точке отбора, м	Мощность донных отложений, см
9	2.5	75
10	2.2	60
11	2.2	30
12	1.5	0
13	2.0	50
14	1.3	0
15	2.2	100

Установлены различия в показателях осадконакопления на двух участках русла, расположенных выше и ниже плотины (табл. 3): выше плотины мощность ила в 3.5 раза выше илов благодаря создаваемому ей подпорному эффекту и осаждению взвешенных в воде частиц на фоне падения скорости течения.

Таблица 3. Показатели накопления донных отложений

Участок акватории	Средняя мощность, см	Площадь участка, м <sup>2</sup>	Объем отложений, м <sup>3</sup>
От озера до плотины	23.5	8051.6	1893.3
От плотины до путепровода	6.6	1777.4	117.7
ИТОГО	20.5	9829.0	2011.0

Общий объем накопленных на исследуемом участке протоки донных отложений составляет порядка 2000 м<sup>3</sup> и для этой акватории (около 10000 м<sup>2</sup>) оценивается как незначительный (табл. 3). Основные запасы илов сосредоточены на отрезке русла выше плотины.

Для решения вопроса об утилизации донных отложений важно определить их питательную ценность и потенциал использования в качестве природных мелиорантов (удобрений).

### 3.2. Питательная ценность донных отложений

Главными элементами питания растений являются азот и фосфор. Потребности в них сельскохозяйственных культур обычно регулируют путем внесения органических (навоз, торф) и минеральных удобрений. Часто используют нетрадиционные удобрения, к которым можно отнести озерные (сапропель) и речные отложения. Они бывают особенно эффективны на бедных дерново-подзолистых почвах, а также при формировании искусственных городских почв.

Результаты наших исследований показали, что донные отложения Монастырской протоки обладают достаточно высокой питательной ценностью. Валовое содержание в них азота и фосфора находится на уровне с содержанием элементов питания растений в органических удобрениях (табл.

1): азота 0.02–0.37 % (в среднем 0.13%), фосфора 0.03–0.24 % (0.12%).

Если оценивать динамику накопления азота и фосфора в донных отложениях протоки по колонке №7 (табл.1), то можно заметить рост их концентраций к современным осадкам, что может свидетельствовать о тенденции к усилению эвтрофикации озер Кабан и о росте внешней биогенной нагрузки.

Учитывая легкий гранулометрический состав отложений, после обезвоживания их целесообразно вносить в тяжелые почвы в виде смеси с торфом, либо в чистом виде, в том числе при формировании газонов и иных субстратов в целях благоустройства территории.

### **3.3. Рекомендации по изъятию и утилизации донных отложений**

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.

По результатам грунтовой съемки с учетом выполненных нами батиметрических измерений была составлена карта мощности донных отложений (рис. 5), на основании которой мы рекомендуем выполнить удаление илового осадка на общей площади 3243.4 м<sup>2</sup>.



Рис. 5. Карта-схема мощности донных отложений в Монастырской протоке

На участке от начала протоки до плотины рекомендуется выполнить работы по удалению донных отложений на площади 2796.3 м<sup>2</sup>. С учетом плотности объем изымаемых отложений при естественной влажности составит 1893.3 м<sup>3</sup>. На участке от плотины до путепровода площадь дноуглубительных работ составит 447.1 м<sup>2</sup>, а объем донных отложений – 117.7 м<sup>3</sup>. Общий объем донных отложений в естественном сложении, рекомендуемый к удалению и последующей утилизации, составляет 2011 м<sup>3</sup>. В пересчете на сухой вес масса изымаемых отложений равна 1930 т.

Характер грунтов протоки (невысокое содержание тонкодисперсных частиц) 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.

Удаление донных отложений будет способствовать улучшению экологического состояния водного объекта, повышению качества воды вследствие снижения вторичного, в т.ч. бактериального загрязнения.

Удаление донных отложений целесообразно осуществлять гидромеханизированным способом гидравлическими (землесосными) земснарядами малой мощности с применением технологии фильтрующих контейнеров Geotube.

Учитывая высокие величины плотности (1.3-2.0 г/см<sup>3</sup>) и низкую естественную влажность донных отложений (табл. 1), при планировании дноуглубительных работ лучше использовать земснаряды, оборудованные фрезерным или шнековым рыхлителем для обеспечения эффективного удаления осадка со дна протоки.

На большей части ложа протоки (~67% акватории), где толщина слоя отложений не превышает 25 см, выполнение работ по дноуглублению нецелесообразно. В основном это прибрежные участки, в том числе мелководья, покрытые зарослями высшей водной растительности, сохранение которых призвано обеспечить процессы естественной биологической очистки воды, охрану мест обитания водоплавающей птицы, ондатры и бобра, создание благоприятных условий для нереста рыб и обеспечение их кормовой базы. Кроме того, заросшие мелководья предохраняют берега протоки от разрушения и размыва.

Выемка донных отложений из Монастырской протоки может быть проведена в зимний период. Это обеспечит минимальное воздействие на ее растительный и животный мир. Выемка донных отложений одновременно должна включать расчистку дна и берегов от мусора (фрагменты коммуникаций, развалившиеся деревянные мостки и сооружений, обломки кирпичей и бетонных блоков, затонувшие стволы деревьев, коряги, и т.п.).

Использование изымаемых донных отложений может быть ограничено при наличии в них высокого содержания загрязняющих веществ: тяжелых металлов и нефтепродуктов, поэтому необходимо также провести геохимические и токсикологические исследования донных отложений протоки.

## ВЫВОДЫ

1) Согласно результатам грунтовой съемки, в верхнем течении Монастырской протоки из оз. Средний Кабан г. Казани в процессе ее эксплуатации как природной дрены, с момента образования Куйбышевского водохранилища в 1955 году, аккумуляровалось более 2000 м<sup>3</sup> донных отложений мощностью до 100 см. Средняя мощность осадков составляет 20.5 см.

2) В типологическом отношении донные отложения протоки представлены широким спектром минеральных осадков (от песков до глинистых илов) со средним содержанием органического вещества 5.6%. В результате изменения гидрологического режима, связанного с ростом объемов поступления и откачки воды через дрину, со временем происходит уменьшение доли тонкодисперсных частиц в составе отложений. Выявлено относительное накопление органического вещества в современных осадках, связанное со сбросами в протоку хозяйственно-бытовых сточных вод, содержащих фекальное загрязнение.

3) Донные отложения Монастырской протоки обладают питательной ценностью: среднее содержание в них азота составляет 0.13%, фосфора – 0.17%. С учетом физических характеристик и содержания в них органического вещества, отложения протоки могут быть использованы в качестве природных мелиорантов при благоустройстве городских территорий для внесения в бедные почвы и искусственные грунты на газонах.

4) Изъятие донных отложений рекомендуется выполнять гидромеханизированным способом с использованием технологии Geotube, Общая масса изымаемого осадка в сухом состоянии составит порядка 1900 т. Таким образом, наша **гипотеза не подтвердилась**: запасы донных отложений в Монастырской протоке являются низкими из-за режима высокой проточности. Для **снижения экологических рисков** при использовании донных отложений в качестве почвогрунтов необходимо выполнить их токсикологические, санитарно-микробиологические исследования, а также определение содержания загрязняющих веществ (тяжелых металлов, нефтепродуктов).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валиев В.С., Закиров А.Г., Фролова Л.Л. Методологические аспекты создания базы данных по содержанию тяжелых металлов в водных экосистемах // Эколого-токсикологическая характеристика г. Казани и пригородной зоны. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1991. С. 92–97.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74-ФЗ (ред. от 02.07.2021).
3. Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Минуллина А.А., Семанов Д.А. Валетдинов А.Р., Ионова Ю.С. Характеристика современного состояния озер Кабан по данным батиметрических съемок // Георесурсы. 2012. №7. С. 2–6.
4. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
5. ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота.
6. ГОСТ 26261-84. Почвы. Методы определения валового фосфора и валового калия.
7. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.
8. ГОСТ 5180-2015. Грунты Методы лабораторного определения физических характеристик.
9. ГОСТ Р 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
10. Деревенская О.Ю., Мингазова Н.М., Набеева Э.Г., Палагушкина О.В., Унковская Е.Н., Ахатова В.М., Павлова Л.Р., Бариева Ф.Ф. Концепция биологической реабилитации оз. Кабан г. Казани на основе мониторинга состояния // Экологические системы и приборы. 2011. №3. С. 3–9.
11. Деревенская О.Ю., Тюленев А.С. Зоопланктон и зообентос озера Средний Кабан // Сб. трудов VI междунар. конгр. «Чистая вода. Казань». Казань: ООО «Куранты», 2015. С. 76–79.
12. Законнов В.В. Осадкообразование в водохранилищах Волжского каскада: Дисс. ... докт. геогр. наук. М., 2007. 379 с.
13. Иванов Д.В. Донные отложения озера Средний Кабан города Казани // Георесурсы. 2012. №7. С.18–23.
14. Иванов Д.В. Параметры осадконакопления в озерах системы Кабан г. Казани // Российский журнал прикладной экологии. 2015. №2. С. 20–25.
15. Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Оценка скорости осадконакопления в озерах Казани и Приказанья // Георесурсы. 2011. №2. С. 46–48.
16. Иванов Д.В., Шагидуллин Р.Р., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Взаимосвязь вещественного состава озерных отложений и

- антропогенного преобразования природных ландшафтов Республики Татарстан // Экология и промышленность России. 2011. №6. С. 35–38.
17. Мингазова Н.М. Эколого-токсикологическое изучение водоемов урбанизированных территорий (на примере озерной системы Кабан г. Казани): Дисс. ... канд. биол. наук. Казань, 1984. 298 с.
  18. Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Набева Э.Г., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Унковская Е.Н., Никитин А.В. Экологическое состояние озер Кабан г. Казани и концепция их восстановления // Матер. междунар. конгресса «Чистая вода. Казань». Казань: Изд-во ТАИ, 2012. С. 59-64.
  19. Мингазова Н.М., Котов Ю.С. Казанские озера. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989. 174 с.
  20. Мингазова Н.М., Унковская Е.Н., Павлова Л.Р., Деревенская О.Ю. Оценка качества воды и донных отложений оз. Средний Кабан // Чистая вода. Казань / Сборник материалов конгресса. Казань, 2010. С. 251–254.
  21. Миртова А.В., Макаров Н.Е. Новые данные по литологии и фильтрационным свойствам осадков озер Кабан в свете исследований последних лет // Учен. зап. Казанского ун-та. 1944. Т.104, вып. 14. С. 95–111.
  22. Никольский Н. Физико-географическое исследование озера Кабана // Тр. Об-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. 1902. Т. 36, вып. 5. 19 с.
  23. ПНДФ 16.2.2:2.3:3.32-02. Методика выполнения измерений содержания сухого и прокаленного остатка в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом.
  24. Полянин Ф.П. Гидрологический очерк озер ближнего, среднего и дальнего Кабана в г. Казани. Казань: Татполиграф, 1931. 8 с.
  25. Сементовский В.Н. Материалы для геоморфологии и гидрографии территории Большой Казани // Учен. зап. Казанского ун-та. 1940. Т. 100, кн. 3. 150 с.
  26. Токинова Р.П. Экологическая оценка состояния озер Средний и Нижний Кабан по зообентосу // Георесурсы. 2012. №7 (49). С.33–38.