

Сходные результаты были получены нами и для караганы древовидной. Так, например, сходно изменялись показатели объема семян, собранных в местообитаниях «за Наратом» и «оз. Глубокое» (расстояние между ними составляет 584 м). Величина коэффициента экспоненциального уравнения составляет 0,5153 и 0,47. Данные значения близки и на основе полученных результатов позволяют констатировать, что характер изменения объема семян на ранних стадиях прорастания между этими популяциями близок.

На основе полученных результатов была выявлена значимая связь между изменением объема семян в популяциях горошка мышиного (*Vicia cracca*) и караганы древовидной (*Caragana aborescens*) в зависимости от расстояния между анализируемыми местообитаниями. Нами установлено, что модуль коэффициента корреляции по объему семян между близлежащими популяциями (менее 600 м по прямой) составляет величину 0,7.

Также нами была выявлена значимая связь между изменением массы семян в популяциях горошка мышиного (*Vicia cracca*) и караганы древовидной (*Caragana aborescens*) в зависимости от расстояния между анализируемыми местообитаниями. Было установлено, что модуль коэффициента корреляции по массе семян между близлежащими популяциями (менее 600 м по прямой) составляет величину 0,833.

Таким образом, полученные нами данные позволяют предположить, что при проведении аналогичных исследований для экспресс-анализа возможно допущение уменьшения числа анализируемых выборок без существенной потери достоверности результатов.

#### Список литературы

1. Андреева, О.А. Индикация состояния городской среды по качеству семенного материала бобовых растений / О.А. Андреева, Р.И. Замалетдинов // XXIX Чтения имени эколога и зоолога, профессора Виктора Алексеевича Попова: Материалы российской научно-практической конференции. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2018. С. 5-7.
2. Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий. Автореф. дис. д.б.н. Екатеринбург, 1997. 47 с.
3. Замалетдинов, Р.И. Перспективное направление в оценке экологического состояния городской среды / Р.И. Замалетдинов, С.М. Окулова, О.А. Андреева, Е.А. Гаврилова, Ю.А. Макарова, Мустафина М.М., Хамеева Г.И., Файзуллин Д.А. // Экономика в меняющемся мире: III Всероссийский экономический форум с международным участием. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. С. 388-391.

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В ПРОЕКТЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ОЗЕР ЛЕБЯЖЬЕ Г. КАЗАНИ

Нуруллина А.Р., Мингазова Н.М., Шигапов И.С.  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*Аннотация.* В работе рассмотрены три этапа восстановления озер Лебяжье г. Казани, которые включают в себя воссоздание ряда компонентов («вода», «донные отложения», «планктоценозы», «донные гидробиоценозы», «водно-болотная растительность», «рыба»). Для экономического обоснования проекта был произведен предварительный расчет для трех озер Лебяжье, включающий стоимость изделий и товаров, стоимость приведенных работ и непредвиденных затрат.

*Ключевые слова:* компонент, биотехнические мероприятия, экореконструкция, озеро Лебяжье, экономическая оценка.

Озеро Лебяжье – система озёр, расположенная в лесопарковой зоне «Лебяжье» Кировского р-на г. Это место отдыха жителей города и проведения национальных

праздников. До 1990-х гг. разделялись на четыре самостоятельных водоёма – Большое, Малое, Светлое и Сухое Лебяжье, соединяющиеся узкими протоками. Они относятся к озерам междунного типа по происхождению, расположены выше уровня подземных вод и не имеют подпитки от них.

В 1980-1990-х гг. для озера Лебяжье стал заметен процесс резкого понижения уровня воды. Обсуждались различные версии снижения уровня: в результате фильтрации воды озера в подземные горизонты в сторону Юдинского карьера; в связи с уменьшением территории водосбора в результате строительства авто- и железной дороги (основная версия); в связи с прекращением сброса сточных вод ТЭЦ-3 и в результате усиленного водопотребления перестойным лесом лесопарковой зоны [4, с.174].

В 2017 г. для системы усыхающих озера Лебяжье г. Казани был реализован гидротехнический этап экореабилитации [5], включавший: 1) отделение бывшего оз. Сухое Лебяжье дамбой (озеро решено не восстанавливать, оставить как лес); 2) пересадка деревьев с корнями с использованием техники, частичная вырубка; 3) снятие почвенно-илового слоя для последующего использования; 4) углубление техникой котловин двух бывших озера (Большое, Светлое) и соединяющих проток до глубины 4 м, с уполаживанием бортов котловины; 5) экранирование дна по типу искусственных прудов с использованием бентонитовых матов (со склеиванием); 6) на дне слоя песка 50-70 см и укладка по береговой линии почвенно-илового слоя; 7) восстановление трубопровода и насосной станции на Юдинском карьере; 8) прокладка подземного трубопровода с выходом в котловину бывшего оз. Светлое Лебяжье; 9) пополнение водой из Юдинского карьера котловин двух новых прудов. Все это фактически привело к созданию прудов Большое Лебяжье и Сухое Лебяжье на месте бывших озера.

Однако, для успешной оптимизации состояния водоемов необходимо воссоздание всех компонентов водной экосистемы, осуществление биотехнических мероприятий, как второго этапа экореабилитации [1, с.120].

Экономическая оценка биотехнических мероприятий проведена с учетом стоимости изделий и товаров, стоимости приведенных работ и непредвиденных затрат. Калькуляция мероприятий проводилась для трех озера (Малое, Большое и Светлое Лебяжье).

Чтобы понять, что включает в себя экономическая оценка, работы по биотехническим мероприятиям следует разделить на этапы:

1. Подготовительный этап (закупочная стоимость)

1) разработка общей стратегии и технологий биотехнической рекультивации (проект с рабочей документацией) – 400 тыс. руб.;

2) закупка зоопланктонных сообществ (пакетов с эфиппиями) – 60 тыс. руб. (400 пакетов по 150 руб.);

3) закупка бентосных сообществ (моллюски) – 200 тыс. руб. (1 биоплато из моллюсков около 1000 руб.);

4) закупка растительных сообществ (ВБР) – 350 тыс. руб. (1 биоплато из растений около 3500 руб.);

5) закупка ихтиофауны (виды рыб) для зарыбления – 400 тыс. руб. (посадочные материалы разных видов рыб).

Общая сумма подготовительного этапа (минимальная): 1410000 руб. (1,41 млн. руб.)

2. Биотехнический этап (реализация, стоимость услуг)[2, с.172; 3, с. 134]

1) создание биотопа «вода»: с 1995 до 2003 г. озера уже подпитывались из оз. Изумрудное, поэтому в 2017 г. по проекту ООО «Татмелиорация» началось наполнение водой озера Лебяжье насосом из данного карьера. Но следует отметить тот факт, что подача воды из Юдинского карьера будет недостаточна для восстановления гидробиоценозов и создания кормовой базы для ихтиофауны. Для получения лучшего результата необходимо привозить цистернами воду из озера, сходных по гидрохимическому составу воды и видовому составу гидробионтов;

2) создание биотопа «донные отложения»: привнесение илов (а, именно, сапропелей) из сходных по составу илов озер. Привнесение илов может происходить с помощью цистерн или специальных ящиков. Вместе с ними можно порекомендовать и привнесение водно-болотной растительности, произрастающей на илах, и организмов зообентоса;

3) создание берегового биоплато из растений: использование высшей водной растительности в водоемах, которые подвержены или могут быть подвержены антропогенному загрязнению. Биоплато потребляют из воды питательные вещества (азот и фосфор), без которых сине-зеленые водоросли не размножаются активно. Учитывая, что необходимо воссоздавать разные пояса растительности, доставку растений следует осуществлять с комами донных отложений (водно-болотные растения) и в контейнерах (водная растительность);

4) восстановление планктонных гидробиоценозов, реализация метода эфиппий;

5) восстановление бентосных гидробиоценозов - пересадка бентосных организмов из водоемов со сходным гидробиологическим составом, создание биоплато из моллюсков;

6) зарыбление озер: для перевозки рыбы необходимо использовать большой объем контейнеров – это специальные живорыбные транспортные емкости, цистерны, металлические и брезентовые чаны (аквариумы – примерная стоимость 80 тыс. руб.) с водой удовлетворительного для объекта транспортировки гидрохимическими показателями, с достаточным количеством кислорода. С примерами зарыбления прудов рыбами (в т.ч. серебряными и золотыми карасями) можно ознакомиться в работе Ф.М. Суховерхова (1975 г.) [6, с.346];

7) восстановление ирисового луга (путем ограждения территории, организации прохода воды через трубу-тоннель (с заслонкой) и канав для подтопления, подсадки редких и охраняемых видов ирисов в районе озер Сухое и Светлое Лебяжье - 0,1 % площади).

Общая сумма биотехнического этапа (минимальная): 15643630 руб. (15,6 млн. руб.)

3. Ландшафтный этап (этап вживания)

1) организация мониторинга за приживаемостью компонентов экосистемы (2-3 года) – 300 тыс. руб.;

2) очистка территории от мусора, оперативные работы по ликвидации последствий рекреации (2-3 года) – 2 млн. руб.

Общая сумма ландшафтного этапа (минимальная): 2300000 руб. (2,3 млн. руб.).

Расчет и итоговая оценка приведены в таблице 1.

Таблица 1

#### Экономическая оценка проекта

		Большое	Светлое	Малое
Исходные данные				
Объем НПУ, тыс.м <sup>3</sup>		665,3	287,4	241,6
0,1 % объема НПУ, л		665,3	287,4	241,6
Площадь акватории при НПУ, га		18,66	9,3	8,7
10 % площади акватории при НПУ, м <sup>2</sup>		18660	9300	8700
0,1 % площади акватории при НПУ, м <sup>2</sup>		186,6	93	87
Виды работ				
создание биотопа «вода» (0,1 % объема)	1000 руб./л	665300	287400	241600
создание биотопа «донные отложения» (10 % площади)	100 руб./м <sup>2</sup>	1866000	930000	870000
создание берегового биоплато из растений - посадка макрофитов (10 % площади)	200 руб./м <sup>2</sup>	3732000	1860000	1740000

восстановление планктонных гидробиоценозов – привоз воды с планктоном в цистернах из водоемов со сходным гидробиологическим составом (0,1 % объема)	1500 руб./л	997950	431100	362400
восстановление бентосных гидробиоценозов – пересадка бентосных организмов из водоемов со сходным гидробиологическим составом, создание биоплато из моллюсков (0,1 % площади)	1800 руб./м <sup>2</sup>	335880	167400	156600
зарыбление озер видовым составом рыб, сходным с исходным		100000	100000	100000
восстановление ирисового луга, руб.	800000			
Итого, руб. (по озерам)	Общ. сумма: 15,6 млн.руб.	7597130	3775900	3470600
стоимость подготовительного этапа + ландшафтного этапа, млн. руб.	3,71			
Итого по всем биотехническим мероприятиям, млн. руб.	19,31 (минимальная необходимая сумма)			
15 % непредвиденные расходы + 10 % прибыль, млн. руб.	4,83			
Итоговая экономическая оценка проекта (гидротехнического – ООО «Татмелирация» и биотехнических мероприятий): 280 млн. руб. (работы выполнены) + 24,14 млн. руб. = 304,14 млн. руб.				

Таким образом, общая сумма проекта по всем биотехническим мероприятиям складывается из: этапов подготовительного (1,41 млн. руб.) + биотехнического (15,6 млн. руб.) + ландшафтного (2,3 млн. руб.) + 15 % непредвиденные расходы и 10 % прибыль (4,83 млн. руб.) = 24,14 млн. руб.

#### Список литературы

1. Мингазова Н.М. Экологическая реставрация водных объектов как направление природообустройства: ошибки и возможности. // Сб. тр. VI Междунар. конгресса «Чистая вода» 27-25.03.2015 г. Казань: Типогр. ООО «Куранты», 229, С. 107-112.
2. Мингазова Н.М., Нуруллина А.Р. Биотехнические мероприятия по экореабилитации озер Лебяжье г.Казани, необходимые после этапа гидротехнических работ. // Сб. тр. VIII Междунар. конгресса «Чистая вода» 30-01.12.2017 г. Казань: Типогр. ООО «Новое знание», 270, С. 171-174.
3. Нуруллина А.Р., Мингазова Н.М. Биотехнические мероприятия в проекте экореабилитации озер Лебяжье г. Казани // Материалы II Международной конференции «Озера Евразии: проблемы и пути их решения». 19-24 мая 2019 г. Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2019. Ч. 1. С. 132–136.
4. Нуруллина А.Р., Мингазова Н.М. Динамика площади озер Лебяжье г. Казани в результате антропогенной трансформации // Материалы II Международного экономического форума "Экономика в меняющемся мире". Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2018. С.143–146.
5. Проект экореабилитации системы озер Лебяжье /Разработчик - ООО «Татмелирация». Казань, 2016.
6. Суховерхов Ф.М. и др. Прудовое рыбоводство. М., Пищевая промышленность, 1975. С. 346.