

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ОЗЕРАХ КАЗАНИ И ПРИКАЗАНЬЯ

Представлены результаты стратиграфических исследований донных отложений некоторых озер г. Казани и Приказанского региона. Установлены скорости озерного осадконакопления и их изменения под влиянием природных и антропогенных факторов. Дан прогноз заиления озер в зависимости от темпов современного осадконакопления.

Ключевые слова: Республика Татарстан, озера, донные отложения, скорость осадконакопления.

Ввиду большого рекреационного и природоохранного значения озер, расположенных в пределах городской черты и пригородной зоны г.Казани, оценка и прогноз происходящих в них процессов, подверженных антропогенной нагрузке, приобретают особое значение. Их результаты широко используются при разработке мероприятий по сохранению и восстановлению водных объектов. Одним из широко используемых индикаторов состояния водных экосистем являются донные отложения, которые отражают в своем составе и свойствах всю историю природно-антропогенных изменений, происходящих в водоемах и их водосборных бассейнах. В период с 1999 по 2009 гг. нами проведены масштабные исследования донных отложений ряда водоемов Казани и Приказанского региона, в ходе которых значительное внимание уделялось определению скорости озерного осадконакопления как фактора деградации водных экосистем.

В настоящей работе рассмотрены результаты стратиграфических исследований донных отложений трех водоемов, отличающихся по генезису, гидрологическому режиму и степени антропогенного воздействия: 1) озеро Большое Глубокое, Кировский район г. Казани; 2) озеро Раифское, Зеленодольский район; 3) пруд в Государственном природном ландшафтном заказнике «Чулпан», Высокогорский район.

В связи с тем, что максимальное илонакопление обыч-

но отмечается в профундали озер, точки отбора проб располагали в глубоководных участках акватории, определяемых на основе имеющихся батиметрических карт, а также по данным натурного измерения глубин. Для отбора колонок донных отложений использовали трубку ГОИН-1, для измерения глубин – лот с храпцом ДАК-100.

Выделение годичных слоев отложений базировалось на морфологических свойствах отложений и, в частности, на соотношении минеральной и органической составляющей осадков (органика служит естественной прослойкой и своеобразным «разделителем» годовых слоев).

Озеро Большое Глубокое

Озеро входит в число довольно хорошо изученных водоемов республики в гидрологическом, гидрохимическом и гидробиологическом отношениях (Очерки по географии Татарии, 1957; Озера Среднего Поволжья, 1976; Тайсин, 2006). Расположенное в одном из живописных уголков территории современной Казани озеро и прилегающая к нему территория являются популярным местом отдыха горожан. В этой связи рекреация – значимый фактор антропогенного воздействия на водоем. Основной причиной деградации озера стала овражная система, конус выноса которого сформировал перешеек шириной ~ 0.8 км и к середине 50-х гг. XX в. вызвал разделение озера на две части – Большое и Малое Глубокое (Сонин, Тайсин, 1996).

С 1956 по 1992 гг. озеро Б. Глубокое сократилось в размере по максимальным глубинам на 25.8% (с 18.2 до 13.5 м), по размеру водного зеркала – на 18.7 % (на 14.8 га), по объему воды – на 31 % (с 1386.8 до 958.4 тыс. м³) (Сонин, Тайсин, 1996). Максимальная глубина, обнаруженная в ходе батиметрической съемки в 2007 г., не превышала 12 м.

Колонка озерных отложений имела мощность 90 см и заполняла практически всю трубку ГОИН (Рис. 1). Цвет ее буровато-коричневый с неясными потеками органического вещества. По гранулометрическому составу донные отложения относятся к илистым пескам, сменяющимся в нижней части песками. Как современные, так и более древние слои отложений обеднены органикой. После высушивания колонки стали отчетливо выделяться отдельные слои, соответствующие годовым циклам развития озера. Дискретный характер отложения взвешенного материала, а также соотношение минеральной и органи-

Глубина, см	Плотность, г/см ³	Влажность, %	pH	Потери при прокаливании, %	Азот, %	Фосфор, %
0-5	0.31	237.0	6.13	11.45	0.43	0.62
5-9.5	0.79	92.0	5.80	10.55	0.35	0.46
9.5-14.5	0.50	145.1	6.15	9.87	0.22	0.44
14.5-19	0.21	321.1	6.35	9.89	0.17	0.38
19-23	0.57	114.0	5.76	10.31	0.13	0.31
23-26	0.69	96.0	6.05	10.10	0.04	0.26
26-32	0.62	110.3	6.21	8.84	0.20	0.28
32-37.5	0.68	90.2	6.32	7.76	0.06	0.23
37.5-45	0.91	64.6	6.68	9.20	0.10	0.14
45-51	0.71	84.2	6.29	8.93	0.08	0.19
51-57	0.65	88.7	5.92	6.70	0.15	0.20
57-64	0.79	75.6	6.03	7.46	0.17	0.19
64-70	0.81	73.0	6.06	5.67	0.14	0.19
70-75	1.07	51.1	6.22	7.26	0.08	0.20
75-80	0.95	60.4	6.28	6.61	0.10	0.04
80-85	1.03	52.3	6.57	5.62	0.11	0.14
85-92	1.04	55.9	6.29	6.59	0.22	0.15

Табл. Изменение физико-химических свойств в колонке донных отложений оз. Раифское.

ческой составляющей осадка дают основание предполагать, что данная колонка характеризует 57-летний период функционирования озера.

Обнаруженные на глубине 66 см песчаные отложения могут являться продуктами выноса овражно-балочной системы, ставшими причиной активного накопления осадков в ложе водоема. Начало строительства объединения «Органический синтез» в 1959 г. способствовало перекрытию вершины растущего оврага и существенным образом замедлило эрозионные процессы. Впоследствии осадконакопление стабилизировалось и, как показывают измерения мощности отдельных слоев, в последние 30 лет оставалось на уровне 5-10 мм в год. Этот диапазон соответствует природной скорости осадконакопления в озерах РТ, установленной нами ранее (Иванов, Зиганшин, 2006), или немного превышает ее. Средняя скорость современного осадконакопления в озере Б. Глубокое составляет 7.5 мм в год; прогноз сокращения глубины озера – 50-75 см за 100 лет.

Озеро Раифское

Озеро Раифское – самое крупное (32.3 га) из многочисленных озер Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. Принадлежит к типу проточных озер, а по генезису котловины относится к карстовым водоемам. Образование озера произошло в микулинское межледниковье, когда уровень вод был высоким, что способствовало активизации карстовых процессов. Площадь и глубина озера прогрессирующе сокращаются в основном под влиянием эрозионной деятельности р. Сумка и ее небольшого притока – р. Сопа. В паводок эти водотоки несут значительные массы взвешенного материала, которые частично осаждаются в ложе озера, а частично выносятся в расположенные ниже по течению озера и далее в р. Волга (Унковская и др., 2002).

Еще в начале XIX века оз. Раифское и оз. Белое, расположенное выше по течению реки Сумка, представляли собой единый водоем длиной до 6 км и площадью около 145 га (Гуслицер, 1957). Развитие эрозии в бассейне р. Сумки привело к тому, что песчано-глинистыми наносами оврагов большой водоем оказался разрезанным на два озера. В дальнейшем под влиянием продолжающегося роста оврагов и развития эрозии оба озера стали быстро сокращаться в размерах. Особенно интенсивно процесс сокращения размеров озер шел в 1920-1979 гг., при этом за 50 лет Раифское озеро сократилось в длину на 760 м, площадь его водного зеркала уменьшилась на 9 га (20 %), а объем озера уменьшился на 343 тыс. м³, или на 12,4% (Тайсин, 2006). Динамика гидрологического режима Сумки за 1996-2000 гг. характеризовалась уменьшением общего стока воды и количества взвешенных песчано-илистых частиц (Унковская и др., 2002), вследствие чего можно ожидать и снижения темпов седиментации.

Глубина водоема в точке отбора проб составила 18 м, а мощность вскрытых трубкой ГОИН отложений – 93 см. В естественном состоянии в колонке отчетливо выделялись 50 «пачек» закономерно чередующихся желто-коричневых и темно-серых слоев мощностью 10-20 мм (Рис. 2). Можно предположить, что указанные отложения характе-

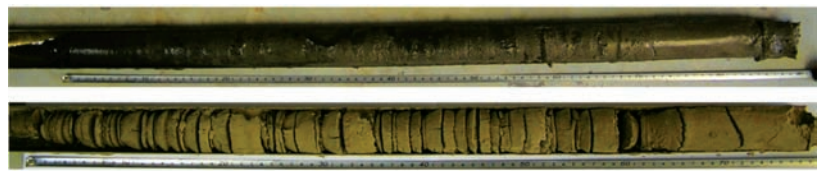


Рис. 1. Колонка донных отложений оз. Б. Глубокое (до и после сушки).

Песчаный слой
(заиление 1950-х гг.)



Рис. 2. Слоистость структуры донных отложений оз. Раифское.



Рис. 3. Колонка донных отложений пруда «Чулпан».

«Маркерный» слой

ризуют 50-летнюю историю озера и отражают особенности аллохтонного и автохтонного осадконакопления в водоеме. При этом светлые слои – это привнесенные паводковыми водами рек Сумка и Сер-Булак взвешенные вещества, осевшие на дне водоема. Они имеют облегченный гранулометрический состав с высоким содержанием песка. Темные слои – осадки, образовавшиеся непосредственно в самом озере при отмирании органического вещества планктона и высшей водной растительности. В летний период русло притоков пересыхает, и аллохтонное поступление взвесей прекращается.

С глубиной происходит обезвоживание слоев отложений, почти в 5 раз возрастает плотность их сложения (Табл.). Отмечен постепенный рост содержания органического вещества в современных донных отложениях по сравнению с более древними, а также значительное накопление в их составе биогенных элементов – азота и фосфора. Это связано как с процессами минерализации органики при «старении» слоев, так и с усилением роли автохтонной составляющей в балансе взвешенных веществ и антропогенным евтрофированием. На фоне обедненности осадков кальцием и глинистыми минералами их реакция среды меняется от средне- до слабокислой (5.8-6.6).

Средняя скорость заиления озера на современном этапе составляет 20-25 мм в год. При сохранении существующих темпов седиментации в последующие 100 лет можно ожидать уменьшения средней глубины водоема вследствие заиления не менее чем на 50 см, а на участках профундали – до 2 м.

Пруд «Чулпан»

Пруд, расположенный в Государственном природном ландшафтном заказнике «Чулпан», образован в 1977 году путем строительства плотины в задернованной балке. Выбор пруда в качестве одного из объектов исследования обусловлен в первую очередь тем фактом, что в заказнике более 15 лет применялись технологии почвозащитного земледелия, направленные на повышение эрозионной ус-

тойчивости земель. Они включали в себя посадку лесозащитных полос, мелкоконтурную вспашку с учетом особенностей рельефа, посев многолетних трав на склонах высокой экспозиции и иные агротехнические мероприятия.

Максимальной глубины 6 м водоем достигает в приплотинной зоне. Здесь была отобрана колонка отложений мощностью 50 см (Рис. 3). Верхняя ее часть (0-8 см) представлена темно-серым, насыщенным органическим веществом, илом, сменяющимся коричневыми илами. На глубине 35 см отчетливо выделялся так называемый «маркерный слой» – затопленная дерновая почва овражно-балочного комплекса с хорошо сохранившейся структурой.

Таким образом, в течение 30 лет в водоеме сформировался 35-см слой вторичных отложений, исходя из чего средняя скорость осадконакопления составляет в среднем 12 мм/год. Между тем, можно предположить, что интенсивность накопления осадков не была стабильной на протяжении всего периода существования водоема. В частности, аккумуляция в верхнем слое осадка органического вещества (9.45 %) косвенно указывает на стабилизацию эрозионных процессов на водосборе, когда аллохтонное поступление вещества сводится к минимуму и главенствующую роль в осадконакоплении начинают играть внутриводоемные процессы. Если принять во внимание, что внедрение почвозащитных технологий произошло 15 лет назад, то за этот период скорость осадконакопления составляла не более 6 мм/год. На основании полученных данных можно предположить сохранение стабильного характера заиления в водоеме на уровне 6 мм в год (60 см за 100 лет).

Заключение

Формирование донных отложений в озерах Казани и Приказанского региона модулируется природными и накладывающимися на них антропогенными факторами. Среди последних ведущую роль играет эрозионная деятельность. Она определяет интенсивность поступления и накопления в ложе водоемов грунтообразующего материала с поверхностным стоком, а также аккумуляцию взвешенных веществ с русловым стоком в проточных озерах. За последние 50 лет скорость заиления изученных озер Приказанского региона варьировала от 6 до 25 мм в год. При этом максимальная глубина оз. Большое Глубокое сократилась на 6 м, оз. Раифское – на 1 м. Уменьшение скорости заиления до природного уровня, обусловленного естественной денудацией поверхности земли, может быть достигнуто применением почвозащитных технологий, снижением доли пашни в общей структуре землепользования и облесением наиболее эрозионно-опасных участков. В пруду заказника «Чулпан» в результате почвозащитных мероприятий скорость заиления снизилась в 3 раза по сравнению с начальной.

Положительное влияние антропогенного фактора на седиментационные процессы выявлено на оз. Большое Глубокое, где в результате перекрытия вершины оврага при строительстве промышленного объекта ежегодное накопление донных отложений в ложе водоема вышло на природный уровень.

Исчезновение ряда озер РТ при современных темпах воздействия на их экосистемы может произойти в ближайшие десятилетия. Для сохранения озер необходимо срочное устранение источников загрязнения, строгое соблю-

дение режима водоохранных зон, установка аншлагов и проведение разъяснительной работы с населением, проведение оздоровительных и восстановительных мероприятий на водоемах и их водосборных бассейнах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект №10-06-29615а/В2010).

Литература

- Гуслиев В.И. Озера Раифы. Сб. студенческих научных работ Казанского пед. ин-та. Казань, 1957. 98-110.
- Зиганшин И.И. Донные отложения озер Республики Татарстан. Автореф. дис. к.геогр.н. Ярославль. 2005. 24.
- Иванов Д.В., Зиганшин И.И. Характеристика осадконакопления в озерах Республики Татарстан. Двадцать первое пленарное межвуз. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Чебоксары. 2006. 115-116.
- Озера Среднего Поволжья. Л.: Наука. 1976. 236.
- Очерки по географии Татарии. Казань: Татгосиздат. 1957. 355.
- Сонин Г.В., Тайсин А.С. Катастрофическая эрозия и эволюция озерных котловин в Приказанском районе (на примере озера Глубокое). Тез. докл. Всерос. научной конф.: «Современная география и окружающая среда». Казань: Изд-во КГУ. 1996. 96-98.
- Тайсин А.С. Вопросы борьбы с эрозией в бассейне р. Сумка. Ученые записки КГПИ. Вопросы географии и геологии. Сб.5. Вып.81. 1970. 22-27.
- Тайсин А.С. Озера Приказанского района, их современные природные и антропогенные изменения. Казань: Изд-во ТГГПУ. 2006. 167.
- Унковская Е.Н., Мингазова Н.М., Павлова Л.Р. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоемов Раифы. Тр. Волжско-Камского гос. природ. заповедника. Вып.5. 2002. 9-36.

D.V. Ivanov, I.I. Ziganshin, E.V. Osmelkin. Sedimentation rates evaluation of some lakes in Kazan and Prikazansky region.

Results of sediments stratigraphic researches of some lakes in Kazan and Prikazansky region are presented. Rates of sedimentation and their changes under the influence of natural and anthropogenic factors are established. The forecast of lakes siltation depending on modern sediment accumulation rates is given.

Keywords: Republic of Tatarstan, lakes, sediments, sedimentation rate.

Дмитрий Владимирович Иванов

к.биол.н., заместитель директора по научной работе. Научные интересы: донные отложения озер и водохранилищ, геохимия аквальных ландшафтов, биогеохимия металлов в наземных и водных экосистемах, экология почв, загрязнение почв.

Ирек Ильгизарович Зиганшин

к.г.н., старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии. Научные интересы: донные отложения, экологический туризм.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ 420087, Казань, Даурская, д.28. Тел.: (843) 275-95-73.

Евгений Витальевич Осмелкин

Старший преподаватель кафедры природопользования и геоэкологии Чувашского государственного университета. Научные интересы: донные отложения, рациональное природопользование.

428015, Чебоксары, Московский пр., д. 15. Тел.: (8352) 45-26-53.