

УДК 551.312.48

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ИЛОНАКОПЛЕНИЯ В СОБАКИНСКОЙ СИСТЕМЕ ОЗЕР

Д. В. Иванов¹, И. И. Зиганшин¹, Е. В. Осмелкин², Р. Р. Хасанов¹

¹ Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан

² Государственный природный заповедник «Присурский»

Приводятся результаты исследований современного и исторического накопления донных отложений в охраняемых карстовых озерах, расположенных в Зеленодольском районе Республики Татарстан. Установлено, что основные количественные параметры осадкообразования в Собакинских озерах остаются идентичными на протяжении последних 300 лет. Показатели ежегодного накопления взвешенного материала в озерах пропорциональны площади их водного зеркала. Современная скорость илонакопления в озерной системе составляет 1,4 мм/год. Тренд увеличения биогенной нагрузки на озера проявляется в заметном росте содержания органического вещества и соединений азота и фосфора в современных иловых отложениях.

Ключевые слова: донные отложения; илонакопление; биогенные элементы; карстовые озера; Республика Татарстан.

D. V. Ivanov, I. I. Ziganshin, E. V. Osmelkin, R. R. Khasanov. THE CHARACTERISTICS OF SEDIMENTATION PROCESSES IN SOBAKINO LAKES SYSTEM

The results of studies of the superficial and stratified sediments in the protected karst lakes located in the Zelenodolsk District of the Republic of Tatarstan are reported. The studies showed that the key quantitative parameters of sedimentation in the lakes have remained identical in the last 300 years. The indices of annual accumulation of suspended material in the lakes are proportional to their water table area. The current rate of sedimentation in the lake system is 1.4 mm/year. The trend for an increase in the nutrient load on the lakes is manifest in a notable increase in the content of organic matter, nitrogen and phosphorus compounds in superficial sediments.

Keywords: bottom sediments; sedimentation; nutrients; karst lakes; Republic of Tatarstan.

Введение

Одним из факторов деградации озерных экосистем является заиление. В Республике Татарстан (РТ) интенсивное развитие эрозионных процессов в течение последних десятилетий

привело к накоплению в водоемах природных и урбанизированных территорий донных отложений, существенно превышающему фоновые значения, и, как следствие, к выносу ила на подводный рельеф озер и водохранилищ с образованием обширных мелководий

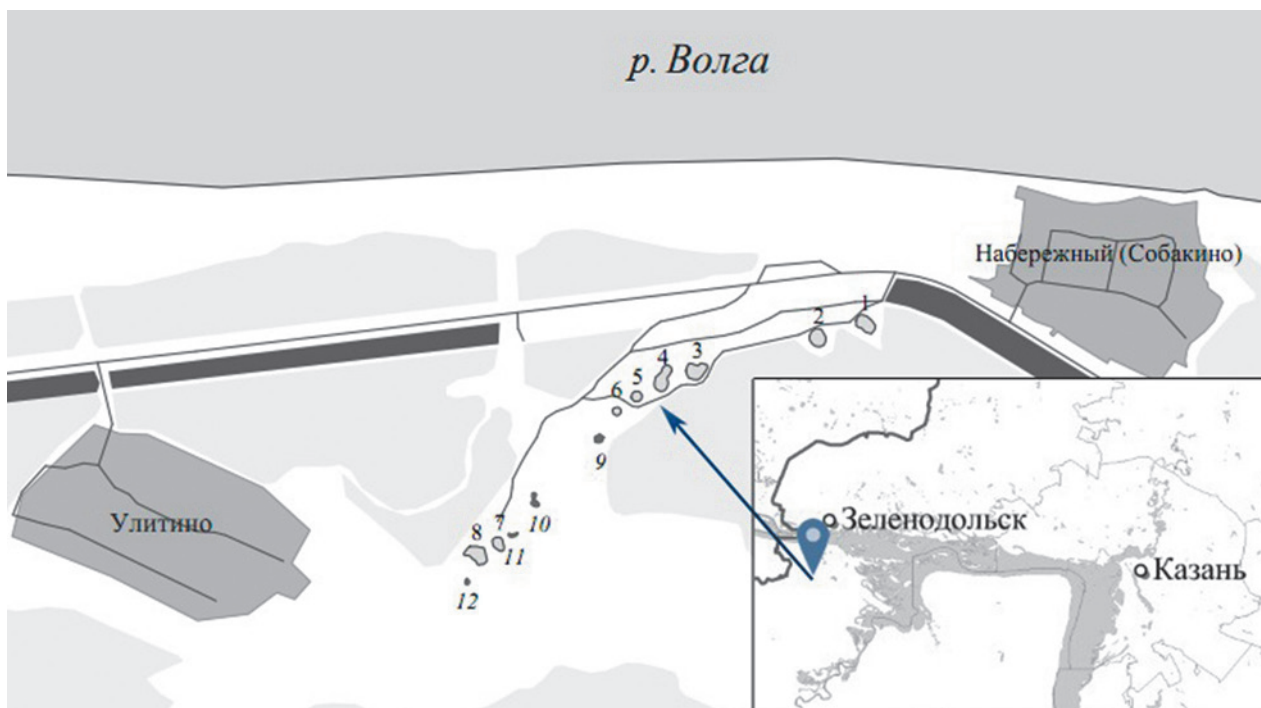


Рис. 1. Система озер Собакино:

1–8 – существующие озера (1 – Собакино, 2 – Провальное), 9–12 – пересохшие озера

и постепенному их зарастанию, а в ряде случаев к полной потере водной поверхности [Озера..., 1976; Можжерин, Курбанова, 2004; Тайсин, 2006 и др.]. По землеустроительным планам 1957–1959 гг. на тот период в республике насчитывалось 10 833 озера. В «Кадастре озер РТ», составленном в 1969 г., в Татарстане было зафиксировано уже 9 762 озера площадью более 0,1 га. К концу XX в. в республике было учтено 8 111 озер [Мошкова, 1997]. Таким образом, за 40-летний период на территории РТ исчезло 2 722 озера. Вклад заиления как причины исчезновения озер до настоящего времени количественно не оценен, что обуславливает актуальность проведения исследований процессов озерного осадконакопления с учетом большого разнообразия физико-географических условий республики.

В начале XXI в. гидрология озер существенным образом изменилась в результате засухи 2010 г. Ее последствия проявились в снижении уровня озер во многих районах РТ, особенно в тех водоемах, где отсутствует грунтовое питание, а приходную статью водного баланса составляют исключительно атмосферные осадки. На этом фоне весьма значимым фактором деградации озерных экосистем природных и урбанизированных территорий республики явилось прогрессирующее эвтрофирование водных масс под влиянием сельскохозяйственных, коммунальных и промышленных стоков,

ведущее к активному зарастанию образующихся мелководий.

Все эти негативные тенденции затронули и водоемы, уникальные по своему генезису и природным особенностям, включенные в Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в РТ [2007]: озера Чистое и Сапуголи Лаишевского района (Предкамье), Чистое, Атаманское и Безымянное Спасского района (Закамье), а также и Собакинскую систему редких для территории РТ провальных карстовых озер, расположенную в Зеленодольском районе республики (Предволжье). В этой связи была поставлена цель данного исследования: оценить современные показатели осадконакопления в озерах системы Собакино, а также выявить основные тренды изменения физико-химических свойств их донных отложений с течением времени.

Характеристика объектов исследования

Система небольших по площади глубоко-водных карстовых озер правильной округлой формы – «Собакинских ям» – вытянулась дугой с юго-запада на северо-восток вдоль правого берега р. Волги между д. Улитино и пос. Набережный (бывший н. п. Собакино) (рис. 1). Два водоема системы – Собакино (1) и Провальное (2) – являются памятниками природы регио-

Таблица 1. Морфометрические показатели озер

Озеро	Площадь, га	Объем, м ³	Глубина, м	
			средняя	максимальная
Собакино	0,21	4000	2,0	3,9
Провальное	0,29	6000	5,0	11,0

нального значения и были выбраны в качестве объектов исследования.

Абсолютные отметки поверхности изменяются здесь в пределах от 53,0 (уровень Куйбышевского водохранилища) до 187,7 м. Урез воды в озерах находится на отметке 79,0 м [Горшкова и др., 2006]. Равнинное плато обрывается к руслу р. Волги крутым уступом, изрезанным оврагами и балками. Густота овражно-балочной сети варьирует в пределах от 0,17 до 2,1 км/км². Значения среднего уклона поверхности колеблются в пределах 0,6°–2,5°, общее направление уклона – с запада на восток. В геологическом строении территории принимают участие пермские (казанский и уржумский ярусы), неогеновые и четвертичные отложения. Карстовые проявления имеют широкое распространение на исследуемой территории в виде сухих воронок и сформированных на них озер. Почвенный покров водоразделов представлен светло-серыми и серыми лесными тяжелосуглинистыми почвами с низким содержанием гумуса (3 %) и слабой устойчивостью к эрозии.

В таблице 1 приведена сводная информация об основных показателях поверхности и ложа озер, основанная на официальных источниках [Государственный реестр..., 2007], фондовых материалах и собственных натурных измерениях. По результатам морфометрической съемки

были составлены батиметрические планы озер (рис. 2). В оз. Собакино выделяются две карстовые воронки: большая из них достигает глубины 3,9 м, меньшая – 2,5 м. Котловина оз. Провальное имеет конусовидную форму и несколько вытянута в северном направлении. Изобата 10 м расположена в центре воронки и имеет около 15 м в длину и 4 м в ширину.

По химическому составу вод исследуемые озера относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу с минерализацией 180–390 мг/л. Степень зарастания прибрежной мелководной зоны оз. Собакино не превышает 5 %. В оз. Провальное из-за резкого падения глубины пояс высшей водной растительности практически отсутствует и представлен отдельными куртинами рогоза узколистного.

Несмотря на статус ООПТ, акватория и прибрежная территория озер используется местным населением в различных хозяйственно-бытовых целях. Но основным негативным антропогенным фактором, влияющим на экосистемы Собакинских озер, является распашка их прибрежной зоны практически под самый урез воды, что существенным образом сказывается на процессах заиления и эвтрофирования. К началу 1960-х годов в системе Собакинских озер насчитывалось 12 водоемов. На сегодняшний день здесь сохранилось восемь озер, остальные водоемы либо заилились, либо утратили

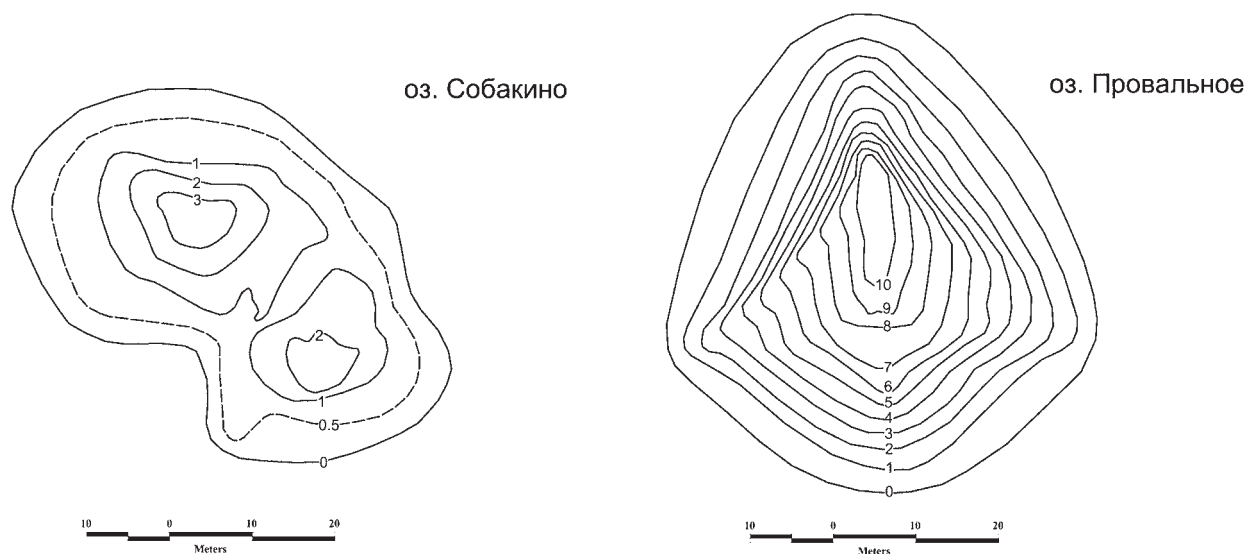


Рис. 2. Батиметрические планы озер

Таблица 2. Показатели илонакопления в озерах по данным седиментационных ловушек и физико-химические свойства наилка

Дата установки	Дата снятия	Масса осадка, г	Илонакопление, в год		рН	ППП, %	N, %	P, %
			г/м ²	мм				
Собакино								
31.07.2008	29.07.2009	57,5	650	2,6	6,9	23,58	1,12	0,79
Провальное								
22.03.2007	31.07.2008	16,5	140	0,6	-	44,82	1,28	2,33
31.07.2008	29.07.2009	85,9	970	3,9	6,4	15,19	0,65	0,48
29.07.2009	21.08.2010	17,9	190	0,7	-	43,96	1,66	0,96
21.08.2010	13.07.2011	5,9	73	0,3	-	53,6	2,00	1,56

Примечание. Прочерк означает, что измерения не проводились.

водную поверхность по другим причинам. На их месте остались сухие, не заполненные водой воронки, заросшие растительностью.

Материалы и методы

Исследования процессов осадкообразования в озерах Собакино и Провальное сочетали в себе два взаимодополняющих метода: метод стратификационных исследований колонок донных отложений ненарушенной структуры (историческое осадконакопление) и метод седиментационных ловушек (современное осадконакопление). Для отбора стратиграфических колонок донных отложений использовали трубку ГОИН. Отбор кернов производился в наиболее глубокой части водоемов, где отложения достигают максимальной мощности. С учетом строения озерных котловин можно утверждать, что преобладающая часть поступающего в водоемы взвешенного материала аккумулируется в центральной части формирующих их карстовых воронок. После морфологического описания колонки разделяли на отдельные слои с интервалом 5 см для последующего анализа.

Исследования процессов современного осадконакопления в озерах выполнены в 2007–2011 гг. с использованием седиментационных ловушек, устанавливаемых в профундали озер. За основу конструкции взята разработка литовских исследователей [Тамошайтис, 1975]. Ловушки представляют собой ящик с грузом, внутри которого закреплены стаканы-емкости. Общая площадь поверхности определялась как сумма поверхностей отдельных стаканов.

Сроки установки седиментографов варьировали от 11 до 16 месяцев. После выемки ящиков седиментационный материал из всех емкостей сливался в один сосуд. Суспензию упаривали, сушили, взвешивали, растирали для количественного анализа. Полученные результаты использовали для дальнейших

расчетов поступления вещества (г/м²) и скорости илонакопления (г/(м²·год), мм/год).

В пробах современных и стратифицированных донных отложений определяли объемный вес, гранулометрический состав, величину потерь при прокаливании (ППП) при 500 °С, валовых форм азота и фосфора, реакцию среды [Аринушкина, 1961].

Результаты и их обсуждение

Параметры илонакопления

В таблице 2 в сводном виде отражены результаты определения параметров илонакопления и физико-химических свойств осадков, аккумулированных в профундали озер.

За исследуемый период величина илонакопления в озерах Собакино и Провальное варьировала в довольно широких пределах: от 73 до 970 г/м². Весьма значительный разброс показателей в первую очередь может быть обусловлен изменчивостью количества атмосферных осадков, выпавших на водосбор озер за указанный период и определяющих интенсивность поверхностного стока взвешенных веществ. Такая зависимость действительно существует, однако она не в полной мере объясняет полученные нами данные (рис. 3). В частности, из указанной закономерности «выбивается» период 2008–2009 гг., когда при относительно небольшом суммарном количестве осадков 530 мм (при среднемноголетнем значении 477 мм) илонакопление в обоих озерах достигало максимума за период наблюдений. Вместе с тем с сентября по ноябрь 2008 г. на водосборе озер выпало 150–180 % среднегодовой нормы осадков, что, вероятно, и сыграло решающую роль в показателях эрозионного смыва почв. Иными словами, аномальное в определенном смысле осадконакопление в озерах Собакино и Провальное с июля 2008 г. по

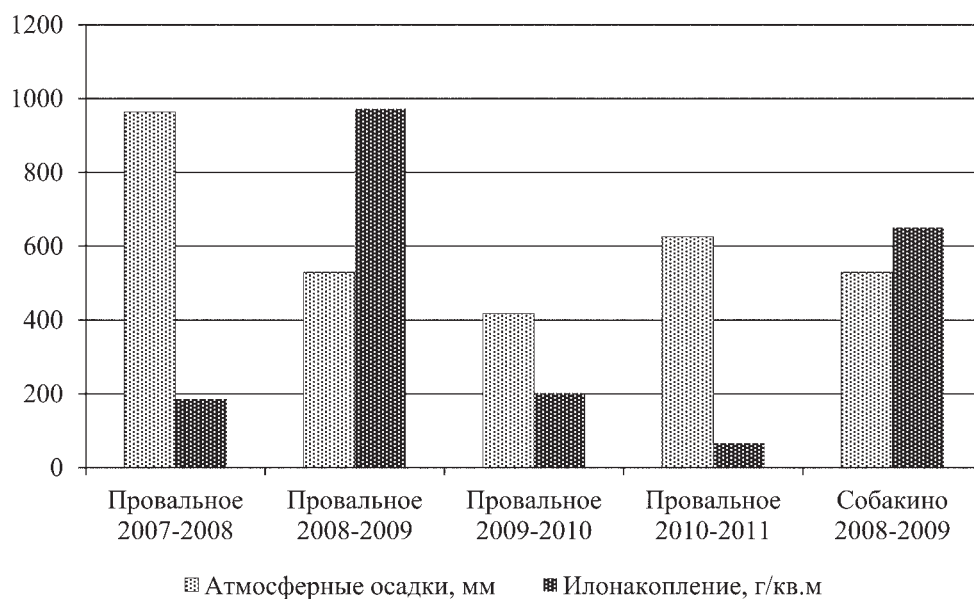


Рис. 3. Взаимосвязь количества атмосферных осадков (метеостанция Вязовые) и скорости илонакопления в озерах

июль 2009 г. в значительной мере обусловлено массой взвешенного вещества, поступившего в озера всего лишь за три осенних месяца 2008 г.

Если сравнить данные по илонакоплению в озерах Собакино и Провальное, полученные за один и тот же период (2008–2009 гг.), что представляется нам наиболее корректным, то окажется, что при равной площади отбора (0,0883 м²) вес осадков и величина поступления на единицу площади дна озер заметно отличаются (табл. 2). Эти различия объясняются морфометрическими параметрами водоемов. Форма и глубина котловины оз. Провальное способствуют сносу взвешенного материала с бортов карстовой воронки в ее центр. В оз. Собакино выражены два воронкообразных карстовых понижения, в связи с чем выпадение взвесей из столба воды и аккумуляция осадка на дне водоема происходит пропорционально площади воронок. Важно и то, что Провальное имеет большую площадь водного зеркала по сравнению с Собакино (табл. 1). Соотношение площадей озер равно 1,4; почти столько же составляет и отношение годового поступления вещества – 1,5. Таким образом, масса ежегодно откладываемого в озерах осадка пропорциональна площади их водного зеркала.

Средняя скорость илонакопления в оз. Провальное за период наблюдений составила 343 г/(м²-год), или 1,4 мм/год. Принимая во внимание установленные нами выше взаимосвязи осадконакопления и морфометрических параметров озер, современную скорость накопления донных отложений во всей системе

Собакинских озер можно ориентировочно оценить величиной 1,4 мм/год, что в 3,6 раза ниже, чем в озерах региона [Иванов и др., 2011]. По сути, это означает, что на сегодняшний день заиление не представляет собой существенной опасности как фактор деградации исследуемой озерной системы.

Чтобы выяснить изменения параметров илонакопления в озерах системы во времени, обратимся к результатам стратиграфических исследований кернов донных отложений. Керна отложений озер Провальное и Собакино имели равную мощность – 45 см. При этом морфологически они заметно отличались. Если в оз. Собакино колонка была однородного серого цвета и слабо дифференцирована по глубине, то в оз. Провальное четко выделялся верхний темноокрашенный слой мощностью около 10 см, постепенно сменявшийся серым, а затем буровато-серым илом со слабым зеленоватым оттенком. Более темная окраска, обусловленная, как правило, накоплением автохтонного органического вещества на фоне замедленных процессов минерализации в условиях дефицита кислорода, указывает на рост биологической продуктивности оз. Провальное за последние десятилетия. Наиболее вероятно, что в оз. Собакино основной вклад в формирование режима взвешенных веществ вносят аллохтонные взвеси.

Маркерные слои в обеих колонках отсутствовали, при морфологическом описании отложений слоистость илов не проявилась. В этой связи определение абсолютного возраста вскрытых донных отложений пока не представлялось

возможным. Если предположить, что скорость илонакопления (~1,4 мм/год) была стабильной на протяжении достаточно длительного времени, то эти отложения характеризуют более чем 300-летний период эволюции озер.

Физико-химические свойства отложений

При интерпретации данных гранулометрического анализа донных отложений, как и при оценке скорости илонакопления, следует принимать во внимание динамику климатических показателей анализируемого периода, в частности, среднегодовое количество осадков, определяющее интенсивность поверхностного стока и эффективный диаметр транспортируемых частиц, образующих годовой наилок. Биогенный фактор влияет на изменение доли мелких частиц в отложениях за счет автохтонной составляющей, формируемой в водоемах в результате седиментации мертвого органического вещества. По гранулометрическому составу современные осадки озер отличаются: в Собакино это песчанистые илы, в Провальном – серые глинистые илы (табл. 2). При рассмотрении послойного изменения содержания тонкодисперсных фракций в колонках отложений заметно, что доля пелитовых частиц (<0,01 мм)

в оз. Провальное постоянно находилась на 10–30 % выше, чем в оз. Собакино (рис. 4).

Так же синхронно, как и послойное изменение гранулометрии осадков, выглядит временная динамика в колонках отложений объемного веса (рис. 4). С поверхности до глубины 30 см происходит постепенное уплотнение осадка с 0,55 до 0,95 г/см³, затем наблюдается обратная тенденция. Различия в плотности структуры или скелета соответствующих слоев донных отложений двух озер, как следует из сравнения представленных графиков, обусловлены изменением отношения глинистой и песчаной фракций в многолетнем аспекте.

Реакция среды наилка, отобранного из седиментографов (табл. 2), так же как и стратифицированных отложений в колонках, была близкой к нейтральной (pH = 6,4–7,1). Карстовые провалы, на которых и возникли Собакинские озера, приурочены к отложениям казанского яруса пермской системы, содержащим в своем составе известняки, доломиты и гипс. Донные отложения озер, водная масса которых пополняется за счет подпитки подземными водами, насыщены соединениями кальция и магния, в определенной мере нейтрализующими кислые продукты разложения органического вещества, аккумулирующиеся на дне водоемов.

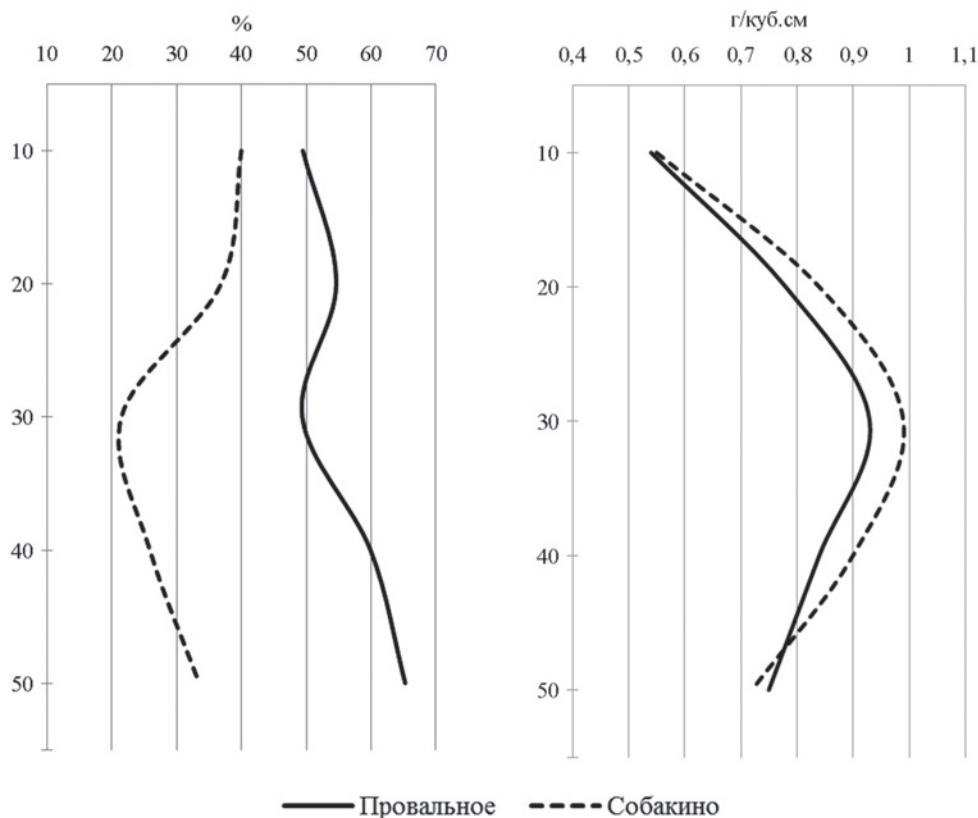


Рис. 4. Изменение содержания пелитовых частиц (слева) и объемного веса (справа) в колонках отложений озер

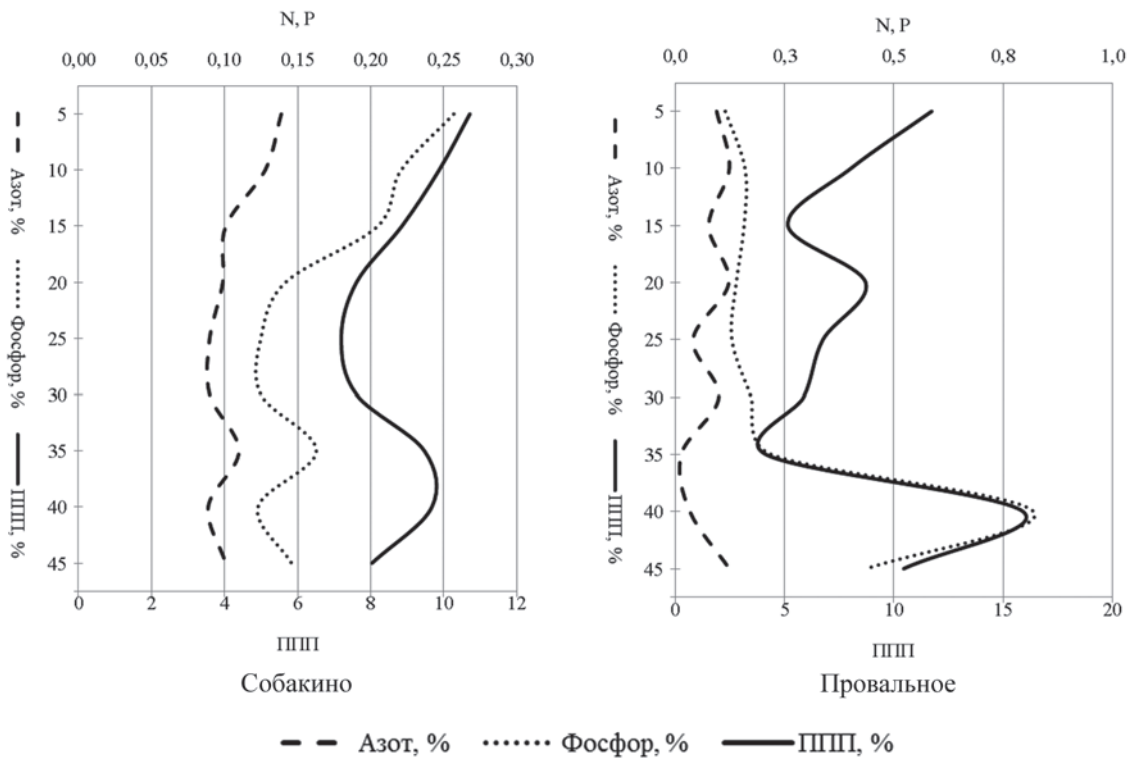


Рис. 5. Изменение содержания органического вещества (ППП), азота и фосфора в колонках донных отложений озер

Величина потерь при прокаливании, которая косвенно характеризует содержание органического вещества в донных отложениях, варьирует от 7 до 15 % и позволяет отнести их к типу минеральных осадков. Как уже отмечалось, распределение органического вещества и биогенных элементов в колонках отложений хорошо отражают изменения биопродукционных условий в Собакинских озерах во времени. В оз. Собакино отмечается рост содержания органики, азота и фосфора в поверхностных слоях (рис. 5). Об этом же говорят и данные седиментационных ловушек, где величина потерь при прокаливании достигает 54 % (табл. 2). Подобного рода динамика указывает на изменение трофности водоема под влиянием биогенных стоков из сопряженных аграрных ландшафтов, вызывающих увеличение продуктивности фитопланктона как основного поставщика биогенных взвесей. При сопряженном анализе данных о содержании органического вещества в осадке из седиментографов и величинах его поступления хорошо выявляется соотношение основных источников поступления в исследуемые озера взвешенного материала – аллохтонного и автохтонного. Чем больше масса осадка, тем ниже в нем величина потери при прокаливании (т. е. доля органического материала) и, напротив, выше вероятность его аллохтонного поступления (табл. 2). В оз. Провальное

был заметен рост органического вещества в слое 0–10 см: в сравнении с более глубокими слоями отложений его аккумуляция усилилась почти в два раза (рис. 5). Режим поступления в донные отложения этого озера соединений фосфора, начиная с глубины 35 см, носил стабильный характер, указывая на неизменность величины внешней фосфорной нагрузки.

По данным седиментационных ловушек, содержание валового азота и валового фосфора в наилке оценивается как очень высокое (табл. 2). Оно существенно превышает содержание этих элементов в слое 0–5 см колонок отложений соответствующих озер. Здесь логично будет предположить, что по мере «старения» наилка происходит окисление и минерализация содержащегося в его составе органического вещества, а также превращение соединений азота и фосфора. Азот в основном в виде аммония и нитратов, а фосфор в виде фосфатов переходят сначала в придонные горизонты, а в результате перемешивания водных масс – в фотические слои озер, вовлекаясь в новые биологические циклы. Вследствие этого содержание их в поверхностных илах со временем будет снижаться и постепенно приблизится к уровню, ныне наблюдаемому в стратифицированных отложениях. Расчеты показали, что биогенноудерживающая способность донных отложений в озерах Собакино и Провальное

низкая и составляет по азоту около 0,1, по фосфору – 0,2. Это означает, что интенсивность перехода из донных отложений обратно в воду соединений азота в два раза выше, чем фосфора. Последний достаточно прочно аккумулируется в составе донных отложений Собакинских озер, что составляет один из известных эффективных механизмов самоочищения водных экосистем от минеральных форм фосфора.

Заключение

Результаты исследования показали, что, несмотря на морфологические (качественные) различия вертикальной структуры донных отложений, основные количественные параметры их накопления в озерах Провальное и Собакино в целом остаются идентичными на протяжении последних 300 лет. Показатели ежегодного накопления осадочного материала в исследуемой системе озер прямо пропорциональны площади их водного зеркала. Современная скорость аккумуляции тонкодисперсных отложений в профундали озер Собакино оценивается в среднем величиной 1,4 мм/год. В этой связи опасность деградации этих водных объектов, включенных в региональную систему особо охраняемых природных территорий, в результате заиления пренебрежимо мала.

Близкий характер изменений основных физических и химических свойств стратифицированных иловых отложений озер Собакино и Провальное доказывает общность условий поступления и седиментации вещества в этих генетически близких водоемах, интегрирующих все многообразие действующих на исследуемой территории внешних и внутренних факторов среды, включая ландшафтные

и гидрологические особенности водосборного бассейна. Наличие тренда увеличения биогенной нагрузки на озера наиболее заметно проявляется в современных отложениях оз. Собакино.

Литература

Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1961. 490 с.

Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. Изд. второе. Казань: Идел-Пресс, 2007. 408 с.

Горшкова А. Т., Низамова Л. З., Антипова И. В. и др. Собакинские озера – уникальные водные объекты Республики Татарстан // Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов: Сборник научных трудов. Казань: Идел-Пресс, 2006. С. 113–116.

Иванов Д. В., Зиганшин И. И., Осмелкин Е. В. Оценка скорости осадконакопления в озерах Казани и Приказанья // Георесурсы. 2011. № 2 (38). С. 46–48.

Мозжерин В. И., Курбанова С. Г. Деятельность человека и эрозионно-русловые системы Среднего Поволжья. Казань: Арт-Дизайн, 2004. 128 с.

Мошкова Л. В. Озерность Республики Татарстан по анализу картографического материала // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: материалы III респ. конф. Казань, 1997. 38 с.

Озера Среднего Поволжья. Л.: Наука, 1976. 236 с.

Тайсин А. С. Озера Приказанского района, их современные природные и антропогенные изменения. Казань: ТГГПУ, 2006. 167 с.

Тамошайтис Ю. С. Влияние физико-географических условий водосборных бассейнов на осадконакопление в малых озерах // Накопление веществ в малых озерах юго-восточной Литвы. Вильнюс, 1975. С. 381–405.

Поступила в редакцию 11.03.2016

References

Arinushkina E. V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv [Guide to the chemical analysis of the soils]. Moscow: MGU, 1961. 490 p.

Gosudarstvennyj reestr osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij v Respublike Tatarstan [State register of specially protected natural areas in the Republic of Tatarstan]. Izd. vtoroje. Kazan: Idel-Press, 2007. 408 p.

Gorshkova A. T., Nizamova L. Z., Antipova I. V., Ivanov D. V., Meshhanova N. L., Ziganshin I. I. Sobakinskije ozera unikal'nye vodnye ob'ekty Respubliki Tatarstan [Sobakinsky lakes unique water objects of the Republic of Tatarstan]. Jekologo-gidrologicheskie problemy izuchenija i ispol'zovanija vodnyh resursov [Ecological-hydrological problems of studying and use of water resources]. Kazan: Idel-Press, 2006. P. 113–116.

Ivanov D. V., Ziganshin I. I., Osmelkin E. V. Ocenka skorosti osadkonakoplenija v ozerah Kazani i Prikazan'ja [Sedimentation rates evaluation of some lakes in Kazan and Prikazansky region]. *Georesursy* [Georesources]. 2011. No. 2 (38). P. 46–48.

Mozzherin V. I., Kurbanova S. G. Dejatel'nost' čeloveka i jerozionno-ruslovyje sistemy Srednego Povolz'h'ja [Human activity and erosion of river bed systems of the Middle Volga]. Kazan: Art-Dizajn, 2004. 128 p.

Moshkova L. V. Ozernost' Respubliki Tatarstan po analizu kartograficheskogo materiala [Lake percentage of the Republic of Tatarstan according to the analysis of cartographic materials]. Aktual'nye jekologicheskie problemy Respubliki Tatarstan [Actual environmental

problems of the Republic of Tatarstan]: Abstract III rep. conf. (Kazan, 1997). Kazan, 1997. 38 p.

Ozera Srednego Povolzh'ja [Lakes of the Middle Volga]. Leningrad: Science, 1976. 236 p.

Tajsin A. S. Ozera Prikazanskogo rajona, ih sovremennye prirodnye i antropogennye izmeneniya [Lakes of the Prikazansky area, their modern natural and anthropogenic changes]. Kazan: Publishing house of TGGPU, 2006. 167 p.

Tamoshajtis Ju. S. Vlijanie fiziko-geograficheskikh uslovij vodosbornyh bassejnov na osadkonakoplenie v malyh ozerah [The effect of physico-geographical conditions of catchment basins on sedimentation in small lakes]. *Nakoplenie veshhestv v malyh ozerah jugovostochnoj Litvy* [Accumulation of substances in small lakes of Southeast Lithuania]. Vilnius, 1975. P. 381–405.

Received March 11, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Иванов Дмитрий Владимирович

заместитель директора по научной работе, к. б. н.
Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан
ул. Даурская, 28, Казань, Республика Татарстан,
Россия, 420087
эл. почта: water-rf@mail.ru
тел.: (843) 2759573

Зиганшин Ирек Ильгизарович

старший научный сотрудник, к. г. н., доцент
Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан
ул. Даурская, 28, Казань, Республика Татарстан,
Россия, 420087
эл. почта: Irek.Ziganshin@tatar.ru
тел.: (843) 2759573

Осмелкин Евгений Витальевич

директор
Государственный природный заповедник «Присурский»
пос. Лесной, 9, Чебоксары,
Чувашская Республика, Россия, 428034
эл. почта: pisurskij@mail.ru
тел.: (8352) 414849

Хасанов Рустам Равилевич

младший научный сотрудник
Институт проблем экологии и недропользования
Академии наук Республики Татарстан
ул. Даурская, 28, Казань, Республика Татарстан,
Россия, 420087
эл. почта: rustamkhasanov88@gmail.com
тел.: (843) 2759573

CONTRIBUTORS:

Ivanov, Dmitry

Institute for Environmental Problems and Subsoil Use,
Tatarstan Academy of Sciences
28 Daur'skaya St., 420087 Kazan, Republic of Tatarstan,
Russia
e-mail: water-rf@mail.ru
tel.: (843) 2759573

Ziganshin, Irek

Institute for Environmental Problems and Subsoil Use,
Tatarstan Academy of Sciences
28 Daur'skaya St., 420087 Kazan, Republic of Tatarstan,
Russia
e-mail: Irek.Ziganshin@tatar.ru
tel.: (843) 2759573

Osmelkin, Evgeny

State nature reserve «Prisursky»
9 Forest settlement, 428034 Cheboksary,
Chuvash Republic, Russia
e-mail: pisurskij@mail.ru
tel.: (8352) 414849

Khasanov, Rustam

Institute for Environmental Problems and Subsoil Use,
Tatarstan Academy of Sciences
28 Daur'skaya St., 420087 Kazan, Republic of Tatarstan,
Russia
e-mail: rustamkhasanov88@gmail.com
tel.: (843) 2759573