

Д.В. Иванов, И.И. Зиганин, В.С. Валиев, А.А. Марасов, Р.Р. Хасанов
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, water-rt@mail.ru

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ МЕТЕОРИТНОГО ОЗЕРА РАБИГА-КУЛЬ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

В статье дана характеристика состава и основных свойств поверхностных и стратифицированных донных отложений метеоритного озера Рабига-Куль, расположенного в охранной зоне объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО - Болгарского историко-археологического комплекса. Антропогенная нагрузка на водосбор озера привела к значительному накоплению в его донных отложениях загрязняющих веществ. В результате роста продуктивности и заиления в течение последних 50 лет произошло сокращение средней глубины водоема на 1 м. Современная скорость осадконакопления в озере составляет 16 мм в год, что в 3 раза выше средних значений по региону. При сохранении существующих темпов заиления прогнозируется сокращение объема водоема на 9 % в течение 20 лет.

Ключевые слова: метеоритное озеро Рабига-Куль; Болгарский историко-археологический комплекс; донные отложения; осадконакопление; загрязнение.

Введение

Донные отложения, формирующиеся за счет седиментации терригенных взвесей, поступающих с речным и склоновым стоком, осаднения растворенных в воде веществ естественного и техногенного происхождения, отмирания растительного планктона, высшей водной растительности и бентоса являются объективным и надежным экологическим индикатором, отражающим современное и историческое состояние поверхностных вод и их водосборов. Аккумулируя значительную часть органических и неорганических, в том числе загрязняющих веществ, донные отложения могут в существенной степени определять современное экологическое состояние поверхностных вод, в т.ч. выступая источником вторичного загрязнения водных объектов. Высокие сорбционные свойства донных отложений позволяют рассматривать их в качестве интегрального индикатора антропогенной нагрузки на водные объекты. Вышесказанное определяет необходимость изучения состава и свойств донных отложений в программах регионального экологического мониторинга. Исследования озерных отложений приоритетны для водоемов, имеющих исключительную природоохранную, культурную и рекреационную значимость. В их число входит уникальное по происхождению озерной котловины, высокой сакральной и рекреационной значимости для населения, удивительное по красоте окружающих пейзажей озеро Рабига-Куль (Рабиги, Мочилище), расположенное в г. Болгар, вдоль линии старинных оборонительных валов древнего Болгарского городища (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Озеро Рабига-Куль: а - космический снимок (google.ru/maps); б - панорама озера.

Включение в 2014 г. Болгарского историко-археологического комплекса в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО резко увеличило туристский поток в этот небольшой по численности населения город, являющийся районным центром Спасского муниципального района Республики Татарстан (РТ). Согласно данным Государственного комитета РТ по туризму количество посетителей Болгарского государственного историко-архитектурного музея-заповедника в 2016 г. достигло 472 тыс. человек. Столь большой поток посетителей неизбежно сказывается на состоянии природных объектов, расположенных на территории музея-заповедника и его охранной зоны, в т.ч. 14 малых озер, включая оз. Рабига-Куль. Поэтому важной задачей становится проведение комплексных экологических исследований по изучению их состояния в связи с возрастающим воздействием антропогенных факторов.

Среди более 8000 озер республики, оз. Рабига-Куль является в своем роде уникальным по своему метеоритному генезису (Сунгатуллина и др., 2016). Наряду с Карлинским и Алексеевским метеоритными кратерами, расположенными также на территории РТ, оз. Рабига-Куль включено в полный каталог импактных структур Земли, составленный А.В. Михеевой.

Донные отложения озера ранее не становились предметом изучения, хотя представляют особый интерес в связи с метеоритным происхождением озерной котловины, обуславливающим специфический геохимический состав пород питающего водосбора и самих отложений.

Сопоставление разновременных картографических данных показало, что для оз. Рабига-Куль, как и для других озер республики (Иванов, Зиганшин, 2016; Зиганшин, Иванов, Хасанов, 2017), отмечается общая тенденция к уменьшению площади водного зеркала. По данным «Кадастра озер ТАССР» (1969), в 1960-е годы озеро имело площадь водного зеркала 1.38 га и отличалось достаточно широким диапазоном глубин. За прошедшие почти 50 лет в связи с заилием и потерей источников грунтового питания произошли значимые изменения морфометрических показателей озера, которые выразились в падении уровня воды, сокращении площади акватории, а также средней и максимальной глубин (табл. 1).

В 2012-2016 гг. нами были выполнены комплексные исследования, направленные на оценку экологического состояния оз. Рабига-Куль и разработку мероприятий по его экологической

Таблица 1. Динамика морфометрических показателей оз. Рабига-Куль

Показатели	1960-е годы (Кадастр озер ТАССР, 1969)	2016 год (данные авторов)
Площадь водного зеркала, га	1.38	1.23
Объем, тыс. м ³	38.64	25.7
Глубина максимальная, м	5.2	4.0
Глубина средняя, м	2.8	2.1
Ширина максимальная, м	130	120
Длина максимальная, м	150	138

реабилитации (Токинова и др., 2015). В настоящей статье приводятся результаты исследования современных и стратифицированных донных отложений озера, включающие оценку уровня их загрязнения.

Методы исследования

С учетом морфометрических характеристик дна было установлено 5 станций отбора проб донных отложений в ложе озера, охватывающих различные интервалы глубин (рис. 2). Поверхностные пробы отбирали дночерпателем Петерсена. С целью определения мощности озерных отложений, оценки скорости осадконакопления и изменения свойств седиментов во времени на каждой станции были отобраны стратиграфические колонки гравитационной трубкой ГОИН-1.

В пробах донных отложений по общепринятым методам определены следующие показатели: гранулометрический состав, объемный вес, влажность, реакция среды, содержание органического вещества по величине потерь при прокаливании (ППП), содержание валового азота и валового фосфора. Для оценки уровня загрязненности донных отложений выполнено определение в них общих форм металлов (РД 52.18.191-89) и нефтепродуктов (ПНД Ф 16.1:2.2.22-98). Так как нормативы качества донных отложений по содержанию загрязняющих веществ в Российской Федерации

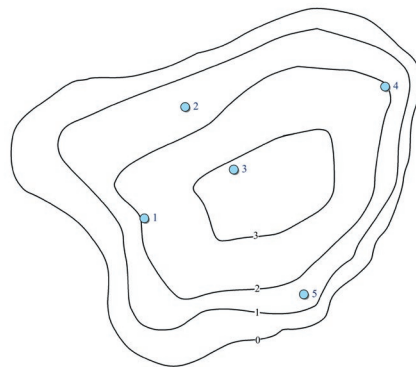


Рис. 2. Карта-схема станций отбора проб донных отложений

не разработаны, оценка их качества осуществлялась относительно региональных фоновых концентраций в озерах РТ (Иванов, Зиганшин, Осмелкин, 2010).

Результаты и их обсуждение

Типология и свойства современных донных отложений

Анализ поверхностных слоев отложений (табл. 2) показал, что северная и южная мелководные части оз. Рабига-Куль, ограниченные изобатой 2 м, сложены песками (ст. 2 и 5), а более глубокие – глинистыми илами (ст. 1, 3, 4). Такая картина распределения грунтов отражает общую закономерность седиментации и сортировки частиц и распределения отдельных типов отложений в водоемах: литоральная зона представлена более грубыми песчаными и илисто-песчаными осадками, в сублиторали и профундали доминируют песчаные и глинистые илы с содержанием пелитовой фракции (<0.01 мм) 10-30% и более 30%, соответственно. Наиболее тонкодисперсные и хорошо сортированные осадки покрывают центральную часть озерной котловины.

Поверхностные отложения центральной части озера имеют темно-серую и черную окраску, полужидкую маслянистую консистенцию, а также характерный запах сероводорода, обусловленный процессами разложения отмершей органики в условиях дефицита кислорода.

Основными поставщиками органического вещества и азота в донные отложения озера являются фитопланктон и макрофиты. Вклад почвенного гумуса в баланс органического вещества не поддается точной оценке, однако бедность водораздельных почв органическим веществом (до 3%) указывает на его несущественную роль. Содержание органического вещества и гранулометрический состав озерных отложений обнаруживают тесную связь: глинистые илы содержат его от 15 до 20%, в отличие от песчаных осадков, где ве-

личина ППП не превышает 2%. Закономерно, что максимальная величина органической составляющей выявлена в осадках глубоководных станций. В них же отмечено повышенное содержание азота и фосфора (табл. 2).

Для фосфора, основного агента эвтрофикации водоемов, характерен значительный разброс значений: в составе донных отложений озера его содержание варьирует от 0.03% в песках до 0.39% в глинистых илах. Фиксируемые значения можно оценивать как типичные для мезотрофных озер (Мартынова, 2010) и свидетельствующие об умеренном эвтрофировании водоема.

Реакция среды поверхностных донных отложений колеблется в слабокислом интервале - 5.7-6.5. Относительно низкие величины pH обусловлены, с одной стороны, отсутствием накопления в составе озерных осадков минералов группы кальция, а с другой – аккумуляцией на дне водоема кислых продуктов разложения биомассы продуцентов.

Стратиграфия донных отложений

В ходе грунтовой съемки было отобрано 6 стратиграфических колонок донных отложений. Ниже приводится их морфологическое описание.

Ст. 1. Глубина 1.2 м. Мощность керна 32 см. 0-5 см - темно-серый жидкий ил; 6-16 см серый ил с неразложившимися растительными остатками; 12-17 см - оливковый жидкий ил; 17-22 см - плотный серый ил.

Ст. 2. Глубина 0.8 м. Мощность керна 18 см. 0-4 см - неразложившиеся органические остатки; 4-11 см - темный плотный илистый песок; 11-18 см - светлый песок.

Ст. 4. Глубина 2.8 м. Мощность керна 44 см. 0-15 см - темно-серый, жидкий желеобразный ил; 15-35 см - серый, более плотного сложения ил; 35-44 см - плотный серый ил.

Ст. 5. Глубина 1.5 м. Мощность керна 24 см. Представлен однородным, плотным илисто-песчаным илом с включением неразложившихся растительных остатков.

Ст. 3. С глубины 3.2 м были отобраны две наиболее представительные стратиграфические колонки (рис. 3а,б). Мощность обоих кернов составила ~70 см. Верхняя их часть (0-3 см) представляла собой черный полужидкий ил. Влажность этого слоя достигала 1450% (рис. 4а). На глубине 10 см от поверхности содержание влаги резко снижается и к слою 65-70 см уже находится на

Таблица 2. Физико-химические свойства поверхностных донных отложений

№№ станций	Тип отложений	<0.01 мм, %	ППП, %*	Азот, %	Фосфор, %	pH
1	Глинистый ил	47.0	15.5	0.56	0.20	5.7
2	Песок	2.5	1.5	0.02	0.04	5.7
3	Глинистый ил	48.4	19.8	1.21	0.39	5.9
4	Глинистый ил	65.3	14.7	0.45	0.31	6.0
5	Песок	2.0	0.8	0.02	0.03	6.5



Рис. 3. Керны донных отложений оз. Рабига-Куль в естественном (а) и высушенном (б) состоянии

уровне 30% по массе. В средней части керна отложения сменяются более плотным коричневым илом с нечеткой слоистостью; здесь выделялись отдельные годовые слои мощностью от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Нижняя часть керна с глубины 53 см состоит из более плотных светлых буровато-коричневых глинисто-илистых осадков.

Определение объемного веса отложений показало его рост с глубиной (рис. 4а). Наименьшая плотность характерна для самого верхнего, насыщенного свежим органическим веществом и влагой ила – 0.06 г/см³, максимальная для слоя 65-70 см – 1.1 г/см³. Вариации плотности по высоте керна связаны как с изменением гранулометрического состава откладывающегося осадка, так и с содержанием в нем органического вещества.

С глубиной также наблюдается увеличение рН осадков с 5.9 (слабокислая среда) в слое 0-5 см до 7.9 (слабощелочная среда) в слое 65-70 см. Ложе озера формируют карбонатные отложения, обуславливающие слабощелочную реакцию среды. Как уже было отмечено, органическое вещество, которое накапливается в верхних слоях отложений, придает им более кислую реакцию.

Содержание органического вещества и азота увеличивается от более древних отложений к современным одновременно с ростом внешней биогенной нагрузки (рис. 4б). Содержание фосфора в исследованной колонке отложений не имеет ясно выраженного временного тренда, что может быть обусловлено дискретностью его поступления из антропогенных источников на водосборе озера. К таковым, в частности, можно отнести применение

удобрений на приусадебных участках частного сектора г. Болгар.

Оценка скорости осадконакопления

Под скоростью осадконакопления в лимнологии понимают количество вещества, накапливающегося на единицу площади дна в единицу времени (кг/м²·год) (Зиминова, Мартынова, 1986). Наиболее распространенной характеристикой является высота слоя осадков, накапливающихся в водоеме в течение года (мм/год). Интенсивность осадконакопления зависит от многих факторов и в существенной мере определяется продукционно-деструкционными процессами водных масс, особенно для тех водоемов, где доминируют автотонные источники взвешенного материала.

Скорость осадконакопления можно определять при помощи седиментационных ловушек, а также посредством исследования стратиграфических колонок донных отложений. Наличие в колонке маркерного слоя, время образования которого диагностировано, позволяет оценить временной интервал формирования всего слоя озерных отложений и рассчитать среднюю скорость осадконакопления в водоеме.

Для определения скорости осадконакопления в оз. Рабига-Куль одна из колонок, отобранных на ст. 3, была высушена при комнатной температуре. После сушки ее длина сократилась с 70 до 50 см. При этом стали хорошо заметны годовые слои, которых в общей сложности насчитывалось 42 (рис. 3б). Таким образом, возраст вскрытых озерных отложений равен 42 годам, а самый нижний осадочный слой можно датировать 1970-м годом.

Средняя мощность годовых слоев в верхней части керна достигает 10 мм, что в пересчете на естественное сложение во влажном состоянии составит 16 мм в год. Таким образом, скорость осадконакопления в оз. Рабига-Куль в три раза выше средней скорости накопления осадков в озерах Республики Татарстан – 5 мм/год (Иванов, Зиганшин, 2006; Иванов, Зиганшин, Осмелкин, 2011).

С глубины 33 см годовые слои осадка становятся более мощными (20-25 мм), в них содержится значительное количество песчаных частиц, что указывает на активизацию плоскостного смыва и поступления в водоем аллохтонных взвесей с водосборной территории в соответствующий интервал времени.

На глубине более 40 см в донных отложениях морфологически выделялся слой растительных остатков, отличающийся низким объемным весом. В нем были отчетливо заметны древесные волокна, перекрытые корнями и надземными частями травянистых растений разной степени разложения. Анализ исторических сведений по-

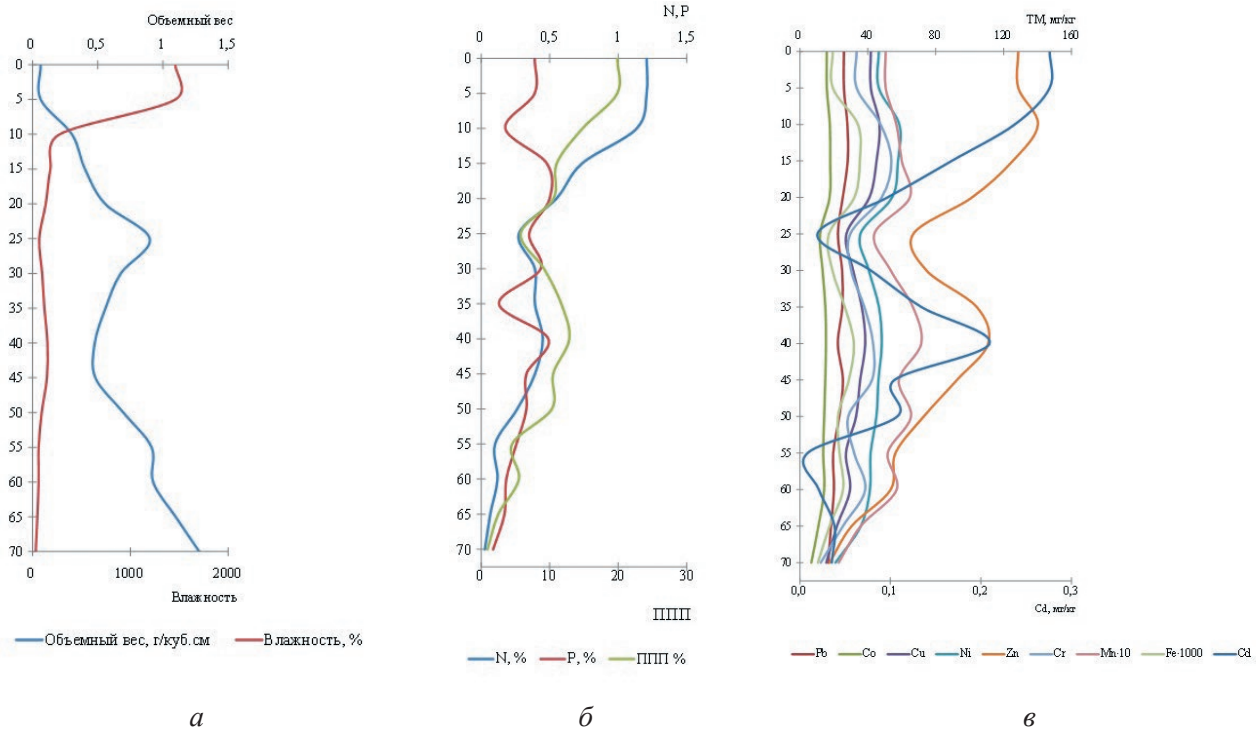


Рис. 4. Изменение объемного веса и влажности (а), содержания органического вещества (ППП) и биогенных элементов (б), тяжелых металлов (в) в профиле донных отложений (по оси ординат - глубина, см)

казал, что на протяжении многих десятилетий местные жители мочили в озере древесное лыко. Отсюда и старое название озера - Мочилище. До 1970-х годов в середине озера находилась сплавина – плавающий остров, но после нескольких трагических случаев на водоеме ее вытащили трактором на берег. Можно предположить, что обнаруженный органический слой представляет собой остатки лыка и осевшей на него впоследствии сплавины, что согласуется с определенным по годовым слоям относительным возрастом отложений.

С использованием материалов батиметрической и грунтовой съемки были рассчитаны объемы накопления донных отложений в пределах отдельных участков ложа водоема, ограниченных соответствующими изолиниями глубин (табл. 3). Суммарный объем донных отложений, аккумулярованных в озере за последние 40-50 лет, составляет не менее 3778 м³, т.е. около 17% от объема водных масс при современной отметке уровня.

Если ориентироваться на сохранение скорости осадконакопления в озере на уровне 16 мм/год, то в ближайшие 20 лет мощность иловых отложений увеличится в нем еще на ~30 см, а объем воды сократится при этом на 8.9%.

Содержание загрязняющих веществ

В пределах водосбора оз. Рабига-Куль отсутствуют техногенные источники загрязнения,

поэтому изначально было высказано предположение, что содержание загрязняющих веществ (металлов и нефтепродуктов) в его донных отложениях будет колебаться в пределах геохимического фона. Однако при оценке содержания в современных осадках тяжелых металлов, выяснилось, что на трех станциях из пяти оно превысило региональный фоновый уровень в среднем в 1.5-2 раза (табл. 4), за исключением кадмия. При этом накопление металлов в донных отложениях можно объяснить природными факторами. Тонкодисперсный характер взвешенного материала, а также повышенная биопродуктивность озера на современном этапе эволюции способствовали биогенному концентрированию элементов гидробионтами, а также сорбции металлов из водной среды на поверхности органических и минеральных взвесей с последующей седиментацией и накоплением в ложе озера.

Ретроспективные геохимические исследования, основанные на характере послыстного распределения поллютантов в колонке отложений, позволили установить, что в течение последних десятилетий характер поступления и накопления большинства металлов в составе отложений изменялся незначительно (рис. 4в). Как следует из графика, наиболее заметные и достаточно резкие колебания имели место для кадмия и цинка начиная с глубины 40 см, когда был отмечен резкий

Таблица 3. Объемы осадконакопления в оз. Рабига-Куль

Глубина водоема, м	Площадь, м ²	Средняя высота слоя осадка, м	Объем отложений, м ³
0-1	2682	0.2	536.4
1-2	2909	0.3	827.7
2-3	3256	0.5	1628.0
>3	1122	0.7	785.4

рост их содержания, и последующими за этим падением к глубине 25 см и пиком накопления в современных отложениях. Как уже указывалось, оба металла, имеющие общие биогеохимические свойства, являются своего рода индикаторами изменения продуктивности водоемов, так как способны к концентрированию в биомассе планктона и высшей водной растительности (Алексеев, 1992). В качестве возможного источника поступления Cd и Zn в озеро рассматриваются продукты жизнедеятельности домашних животных, выпас которых осуществляется в пределах водоохранной зоны озера.

Нельзя обойти вниманием геохимический состав донных отложений озера в связи с его предполагаемым метеоритным происхождением. В образцах грунта в окрестностях озера был обнаружен спектр самородных металлов и интерметаллидов, состоящих из Fe, Ni, Zn, Cu, Cr и характерных для космических объектов (Сунгатуллин и др., 2016). Поскольку количественные данные об их содержании в литературе отсутствуют, пока можно предполагать, что вклад метеоритной пыли в накопление указанных металлов в составе донных отложений озера имеет место, но ввиду рассеянного их присутствия в грунтах водосбора не столь значителен, что приводит к формирова-

нию ясно выраженных геохимических аномалий в водной среде.

Содержание нефтепродуктов, как и тяжелых металлов, в современных осадках на отдельных станциях превышает фоновое, однако эти превышения более значительны, достигая 4.5 раз. Это, с одной стороны, может также быть отмеченным выше следствием увеличения вклада природной органической составляющей в формирование донных отложений. Однако в равной степени вероятно, что нефтепродукты поступают в озеро из антропогенных источников. На восточном пологом берегу водоема в летний период в нарушение режима водоохранной зоны располагается стоянка и, возможно, производится мойка автотранспорта. Сказанное подтверждается характером распределения нефтепродуктов в профиле донных отложений на ст. 3. Если на глубинах 40-70 см их концентрации находилось ниже предела обнаружения (50 мг/кг), то уже в слое 20-40 см они возросли до 149 мг/кг, а в слое 0-20 см - до 203 мг/кг (2.5 фона). В целом степень загрязнения донных отложений нефтепродуктами оценивается как «слабая» и устранимая в процессе естественного самоочищения.

Токсикологические исследования поверхностных и стратифицированных отложений оз. Рабига-Куль не выявили наличия негативного действия водных вытяжек из них на тест-объекты *Paramecium caudatum* и *Ceriodaphnia affinis*. Согласно критериям отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды, донные отложения озера относятся к 5 классу опасности (практически неопасные).

Вместе с тем, очевидно, что общее ухудшение экологического состояния и накопление иловых отложений на дне водоема требуют разработки мероприятий по восстановлению и оздоровлению озера. В 2015 г. была выполнена частичная

Таблица 4. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в поверхностных донных отложениях

№№ станций	Тяжелые металлы, мг/кг									Нефтепродукты, мг/кг
	Cd	Pb	Co	Cu	Ni	Zn	Cr	Mn	Fe	
1	0.26	28.1	17.2	41.4	48.3	135.8	38.9	468.4	20177	320.0
2	0.04	7.0	3.7	10.1	8.3	10.9	6.8	86.6	5683	<50
3	0.28	25.9	15.8	41.8	46.5	128.6	33.4	505.3	19369	334.0
4	0.16	28.2	17.1	44.1	55.1	125.2	45.9	570.8	30463	386.0
5	0.02	10.7	3.5	9.6	9.4	9.7	5.3	71.7	3626	<50
Фон*	0.35	12.3	10.1	21.0	37.5	58.2	26.7	441.5	16441	80

* Иванов, Зиганшин, Осмелкин, 2010 (с уточнениями).

очистка озера от накопившихся донных отложений, а в 2016 г. – мероприятия по благоустройству береговой зоны озера. Несомненно, оба из них будут способствовать позитивной динамике гидрохимического и гидробиологического режимов водоема и отразятся на качестве его донных отложений как депонирующей среды. Дальнейшая оптимизация рекреационного использования озера и обеспечение охраны водного объекта от загрязнения и истощения должны ориентироваться на соблюдение установленного режима водоохраных зон и недопущение его нарушений.

Список литературы

1. Алексеев В.А. Цинк и кадмий в окружающей среде. М.: Наука, 1992. 197 с.
2. Государственный комитет Республики Татарстан по туризму: [сайт]. URL: <http://tourism.tatarstan.ru> (дата обращения: 29.07.2017).
3. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р. Динамика морфометрических показателей особо охраняемых озер Лаишевского муниципального района Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2017. №1. С. 38-43.
4. Зиминова Н.А., Мартынова М.В. Об уточнении некоторых терминов и понятий, используемых при изучении донных отложений // Биология внутренних вод. 1986. №71. С.49-52.
5. 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. С.115-116.
6. Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Региональные фоновые концентрации металлов в донных отложениях озер Республики Татарстан // Учен. зап. Казан. гос. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2010. Т.152, кн.1. С.185-191
7. Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Оценка скорости осадконакопления в озерах Казани и Приказанья // Георесурсы. 2011. №2(38). С.46-48.
8. Иванов Д.В., Зиганшин И.И. Анализ причин обмеления озер в селе Три Озера (Республика Татарстан) // Российский журнал прикладной экологии. 2016. №2. С. 8-12.
9. Кадастр водных объектов. Кадастр озер ТАССР. Т.1 Водораздельные озера. Отчет СевНИИГиМ. 1969. Ед.хр. № 437. Архив ИПЭН АН РТ.
10. Михеева А.В. Полный каталог импактных структур Земли [сайт]. URL: [http:// labmpg.sccc.ru/impact](http://labmpg.sccc.ru/impact) (дата обращения: 30.07.2017).
11. Сунгатуллин Р.Х., Цельмович В.А., Вафин Р.А., Сунгатуллина Г.М. Геоморфологические и геолого-минералогические признаки импактного происхождения озерной котловины Рабига Куль, Республика Татарстан // Геоморфология. 2016. №1. С. 64-72.
12. Токинова Р.П., Горшкова А.Т., Иванов Д.В. Зообентос озера Рабига Куль (г. Болгары, Среднее Поволжье) // Российский журнал прикладной экологии. 2015. №2. С. 9-14.
13. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органических, органико-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии.
14. РД 52.18.191-89. Методика выполнения массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.

D.V. Ivanov, I.I. Ziganshin, V.S. Valiev, A.A. Marasov, R.R. Khasanov. **Sediments of the meteorite lake Rabiga-Kul (Republic of Tatarstan).**

The article describes the composition and main properties of surface and stratified bottom sediments of the meteorite lake Rabiga-Kul located in the protected zone of the UNESCO World Heritage site - the Bulgarian historical and archaeological complex. Anthropogenic load on the lake catchment led to a significant accumulation of pollutants in bottom sediments. As a result of siltation and growth of the lake productivity over the last 50 years its average depth decreased by 1 m. The current rate of lake sedimentation is 16 mm per year, which is 3 times higher of the average for the region. While maintaining the current silting rate, the volume of the reservoir is projected to decrease by 9% within 20 years.

Keywords: the meteorite lake Rabiga-Kul; the Bulgarian historical and archaeological complex; sediments; sedimentation; pollution.