

Оригинальная статья / Original article
УДК 627.157: 624.139
DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-111-120

Исследование донных отложений Чирюртского водохранилища с целью их использования при рекультивации земель после техногенного вмешательства

Ариф О. Омаров, Гасан М. Абакаров , Нажмудин С. Магомедэминов
Дагестанский государственный технический университет, Махачкала, Россия

Контактное лицо

Гасан М. Абакаров, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет»; 367010 Россия, г. Махачкала, пр. Шамиля, 70. Тел. +79289865260
Email himiya-dgtu@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9084-8512>

Формат цитирования: Омаров А.О., Абакаров Г.М., Магомедэминов Н.С. Исследование донных отложений Чирюртского водохранилища с целью их использования при рекультивации земель после техногенного вмешательства // Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14, N 4. С. 111-120. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-111-120

Получена 29 апреля 2019 г.
Прошла рецензирование 24 июня 2019 г.
Принята 15 июля 2019 г.

Резюме

Цель. Исследование физико-механических и физико-химических свойств донных отложений Чирюртского водохранилища с целью возможного использования их в качестве строительного материала для производств некоторых марок бетона и дорожных асфальто-бетонов, а также для приготовления почвенного субстрата и добавки к калийным и фосфатным минеральным удобрениям.

Материал и методы. Изучались донные отложения Чирюртского водохранилища, взятые с разных глубин и разных мест водохранилища, спектрофотометрическим и гранулометрическим методами

Результаты. В ходе исследования определены: гранулометрический состав образцов донных отложений; содержание гумуса; элементы плодородия: калий, азот, фосфор; содержание тяжелых металлов.

Выводы: 1. Анализ проведенных образцов донных отложений свидетельствует: элементов плодородия калия, азота, фосфора недостаточно, чтобы использовать их в качестве самостоятельного удобрения. Возможно использование в качестве вспомогательного средства к основному удобрению. Токсичность тяжелых металлов также очень мала, намного ниже ПДК. 2. Грунты можно использовать для рекультивации земель после техногенного вмешательства (после разработки грунта в карьере для производства кирпича, после земляных работ при строительстве автомобильных дорог), для вертикальной планировки территорий населенных пунктов, для ландшафтного дизайна и т.д. 3. По гранулометрическому анализу вещественного состава образцов грунты на 85-90% состоят из глинистых частиц. В связи с этим, необходимость в выполнении мероприятий по сортировке материала с целью получения песчаных частиц отпадает. 4. Так как в донных отложениях водохранилища присутствуют залежи торфа, то имеет смысл отдельно определить их объемы для самостоятельной разработки с целью использования в качестве удобрения при рекультивации пойменных земель.

Ключевые слова

донные отложения, тяжелые металлы, элементы плодородия, гумус, гранулометрический анализ, спектрофотометрический анализ.

Study of Bottom Sediments of the Chiryurt Reservoir, Dagestan, Russia with a View to their Utilisation in Land Reclamation following Anthropogenic Interference

Arif O. Omarov, Gasan M. Abakarov  and Nazhmudin S. Magomedeminov

Dagestan State Technical University, Makhachkala, Russia

Principal contact

Gasan M. Abakarov, Professor & Head,
Department of Chemistry, Dagestan
State Technical University; 70 Shamilya
Ave, Makhachkala, 367010 Russia.
Tel. +79289865260
Email himiya-dgtu@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9084-8512>

How to cite this article: Omarov A.O.,
Abakarov G.M., Magomedeminov N.S.
Study of Bottom Sediments of the
Chiryurt Reservoir, Dagestan, Russia with
a View to their Utilisation in Land Recla-
mation following Anthropogenic Inter-
ference. *South of Russia: ecology, devel-
opment*. 2019, vol. 14, no. 4, pp. 111-
120. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-
1098-2019-4-111-120

Received 29 April 2019
Revised 24 June 2019
Accepted 15 July 2019

Abstract

Aim. To study the physicochemical and physicochemical properties of bottom sediments of the Chiryurt Reservoir, Kizilyurtovskiy District, Republic of Dagestan, Russia with a view to their possible utilisation as building materials for the production of certain grades of concrete and road asphalt-concrete, as well as for the preparation of soil substrate and as additives to potassium and phosphate mineral fertilizers.

Material and Methods. The bottom sediments of the Chiryurt Reservoir, taken from different depths and different reservoir locations, were studied by spectrophotometric and granulometric methods.

Results. The study identified: particle size distribution of samples of bottom sediments; humus content; soil fertility elements: potassium, nitrogen, phosphorus as well as heavy metal content.

Conclusions: 1. Analysis of the bottom sediment samples indicates that the soil fertility elements potassium, nitrogen, phosphorus are not sufficient for them to be used as an independent fertilizer, although they might perhaps be used as an auxiliary additive to a principal fertilizer. The levels of toxicity of heavy metals were found to be very low - much lower than the Maximum Allowable Concentrations. 2. The sediments could be used as soils for the reclamation of land after anthropogenic interference (e.g. after a quarry has been excavated for brick production, after excavations during road construction of roads), for the modification of vertical terrain in settled areas, for landscaping, etc. 3. According to the granulometric analysis of the material composition of the samples, the bottom sediments are 85-90% composed of clay particles (thus there is no need to undertake procedures to separate out the sand fraction). 4. Since peat deposits are present in the bottom sediments of the reservoir, it makes sense to separately assess their volumes for independent development for use as fertilizer for the re-cultivation of floodplain lands.

Key Words

Bottom sediments, heavy metals, fertility elements, humus, particle size analysis, spectrophotometric analysis.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность борьбы с заилением ГЭС обусловлена потерей полезного объема водохранилища и возможностью возникновения аварийных ситуаций. Горные реки имеют большие уклоны и скорости течения воды, при этом взвешенные наносы начинают оседать и откладываться на дне водохранилища. Более крупные наносы откладываются в верхней части водохранилища, более мелкие сносятся вниз, а взвешенные частицы разносятся по всему объему водохранилища. При сработке водохранилища наносы в верхней части постепенно смываются вниз и распределяются равномерно по всей чаше. Смыв наносов прекращается ниже уровня мертвого объема, поэтому чаша постепенно и непрерывно заполняется наносами. По данным Б.А. Корнилова взвешенные частицы частично удаляются в работе ГЭС от 4-10% от всех поступающих наносов, а 90-96% остаются в ложе водохранилища, что приводит к заилению [1]. При заполнении мертвого объема донные отложения наносов приводят к уменьшению полезного объема водохранилища, что нарушает работу ГЭС. Исследования показывают, что ежегодные потери объема в результате заиления составляет от 0,02% до 14% [2-4]. Если предположить, что 1 м³ реки Сулак содержит 25-30 кг взвешенных частиц, то за один паводковый период при площади зеркала водохранилища 7,3 км² осядет донных отложений примерно 5 метров.

В связи с этим представляет интерес извлечение наносов из водохранилищ и использование их как сырья для строительных смесей и приготовления почвенных субстратов. С этой целью был проведен анализ донных отложений Чирюртского водохранилища. Данная работа, посвященная

проблемам заиления ГЭС горных рек и возможностью их использования, является актуальной.

Цели исследования: исследование физико-механических и физико-химических свойств донных отложений Чирюртского водохранилища с целью возможного использования их в качестве строительного материала для производства некоторых марок бетона и дорожных асфальтобетонов, а также для приготовления почвенного субстрата и добавки к калийным и фосфатным минеральным удобрениям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пробы донных отложений отобраны по всему исследуемому участку. При этом есть участки с песчаными донными отложениями и с разнозернистыми грунтами (песок, гравий, глина).

В местах с разнозернистыми грунтами на поперечнике взяты 4 пробы, а между основными поперечниками взяты еще 3 дополнительные пробы с расстоянием между ними 150 м.

В основном пробы донных отложений отобраны из двух гидростворов, назначенных в верхней и нижней плесовых лощинах и на гребне переката. Пробы на каждом из указанных гидростворов были отобраны на одной вертикали.

С целью определения вещественного состава из всех взятых проб выбирали навески, высушивали их, взвешивали на технических весах и подвергали ситовому анализу. При этом анализе наносы разделяли на фракции просеиванием проб через несколько сит, поставленных в колонку. Затем взвешивали каждую фракцию и фракционный состав определяли в процентах по массе. В результате механического анализа составлены ведомости фракционного состава (табл. 1-4).

Таблица 1. Ведомости фракционного состава донных отложений № г/с 1, № верт 1, № пр 1**Table 1.** Fractional composition of bottom sediments No. g/s 1, No. vert 1, No. pr 1

d, мм (в % по массе) / d, mm (in % by mass)							
<0,16	0,16-0,315	0,315-0,63	0,63-1,25	1,25-2,5	2,5-5,0	5,0-10	>10
55,7	23,7	13,0	2,2	4,4	3,4		
62,7	21,4	11,4	2,6	1,9	-	-	
59,4	20,7	13,3	4,2	2,0	0,4		
67,7	16,4	11,7	2,9	1,3	-	-	
53,9	21,2	13,2	6,1	4,7	0,9	-	
57,4	22,6	12,8	4,9	2,3	-	-	
Средние значения / Average value							
59,5	21,0	12,5	3,7	2,5	0,8		

Таблица 2. Ведомости фракционного состава донных отложений № г/с 1, № верт 2, № пр 2**Table 2.** Fractional composition of bottom sediments No. g/s 1, No. vert 2, No. pr 2

d, мм (в % по массе) / d, mm (in % by mass)							
<0,16	0,16-0,315	0,315-0,63	0,63-1,25	1,25-2,5	2,5-5,0	5,0-10	>10
42,6	18,7	13,0	7,2	3,4	-	6,2	8,9
36,7	18,4	15,4	9,6	6,9	3,5	-	9,5
39,8	21,7	12,3	8,2	5,1	2,9		10,0
36,7	18,1	13,1	6,2	4,6	5,3	4,4	11,6
32,0	17,9	16,2	11,1	6,1	2,7	2,5	11,5
34,3	18,6	14,4	5,9	9,5	4,3	3,2	7,8
Средние значения / Average value							
36,8	18,3	13,0	7,4	5,9	3,1	2,7	12,8

Таблица 3. Ведомости фракционного состава донных отложений № г/с 2, № верт 1, № пр 3**Table 3.** Fractional composition of bottom sediments No. g/s 2, No. vert 1, No. pr 3

d, мм (в % по массе) / d, mm (in % by mass)							
<0,16	0,16-0,315	0,315-0,63	0,63-1,25	1,25-2,5	2,5-5,0	5,0-10	>10
53,7	25,7	13,0	5,4	2,2	-	-	-
48,6	29,4	12,4	8,2	1,4	-	-	-
51,5	22,7	11,3	7,2	5,1	2,2	-	-
51,3	20,6	10,7	7,9	4,2	2,3	-	-
49,2	21,9	16,2	7,1	3,1	2,5-	-	-
56,2	17,6	12,8	8,9	3,3	1,2	-	-
Средние значения / Average value							
51,4	23,3	13,1	7,5	3,3	1,4		

Таблица 4. Ведомости фракционного состава донных отложений № г/с 2, № верт 2, № пр 4**Table 4.** Fractional composition of bottom sediments No. g/s 2, No. vert 2, No. pr 4

d, мм (в % по массе) / d, mm (in % by mass)							
<0,16	0,16-0,315	0,315-0,63	0,63-1,25	1,25-2,5	2,5-5,0	5,0-10	>10
28,7	50,7	13,0	4,2	3,4	-	-	-
30,3	49,4	12,4	5,6	2,3	-	-	-
32,7	44,7	15,3	5,2	2,1	-	-	-
36,9	41,2	13,7	4,9	3,3	-	-	-
29,7	45,9	16,2	6,1	2,1	-	-	-
42,5	29,6	18,8	3,9	5,2	-	-	-
Средние значения / Average value							
34,8	42,4	14,9	5,0	2,9			

Неоднородность состава донных отложений характеризуется интегральной функцией распределения вероятностей диаметров частиц. Ее графическим выражением служит кривая гранулометрического состава (рис. 1-4), которую строим на основании ведомости фракционного состава. По оси абсцисс отложим диаметры частиц, по оси ординат вероятность неперевышения в процентах.

По графикам найдем следующие характерные диаметры (индекс указывает вероятность в процентах): d_{10} , d_{50} , d_{60} и d_{90} .

Вычислим степень неоднородности гранулометрического состава по формуле:

$$Cu = d_{60}/d_{10}, \quad (1)$$

коэффициент неоднородности грунта по формуле:
 $j = d_{50}/d_{90}$ (2)

и средний диаметр частиц по формуле:

$$d_{cp} = (\sum d_i p_i) / 1, \quad (3)$$

где d_i – средний диаметр i -й фракции, p_i – ее процентное содержание.

По ГОСТ 25100-2011 «Грунты» определим тип грунта. Результаты вычислений сведены в табл. 5.

Таблица 5. Данные гранулометрического состава донных отложений**Table 5.** Granulometric composition of bottom sediments

№ г.с. g/s	№ пробы No. sample	d_{10} , мм / mm	d_{50} , мм / mm	d_{60} , мм / mm	d_{90} , мм / mm	d_{cp} , мм / mm	Cu	j	Тип грунта
									Soil type
1	1	0.036	0.225	0.256	0.72	0.27	4,6	0.31	Глинистый грунт, Неоднородный Clayey soil, non-homogeneous
1	2	0.034	0,26	0.39	13	0.72	11,4	0.02	Глинистый грунт, Неоднородный Clayey soil, non-homogeneous
2	3	0.031	0.155	0.217	0,81	0.34	7.0	0.19	Глинистый грунт, Неоднородный Clayey soil, non-homogeneous
2	4	0.054	0.20	0.315	0,63	0.30	5,8	0.32	Глинистый грунт, Неоднородный Clayey soil, non-homogeneous

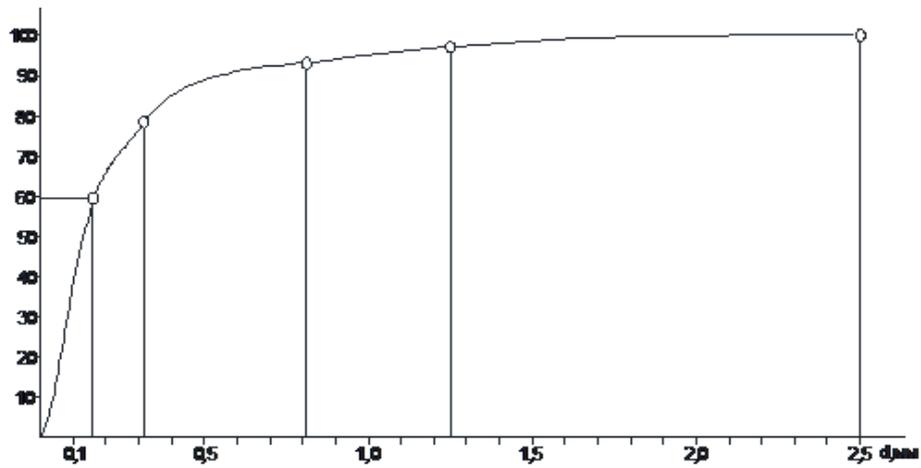


Рисунок 1. Кривые гранулометрического состава донных отложений № г/с 1, № верт 1, № пр 1
Figure 1. Granulometric curves of composition of bottom sediments No. g/s 1, No. vert 1, No. pr 1

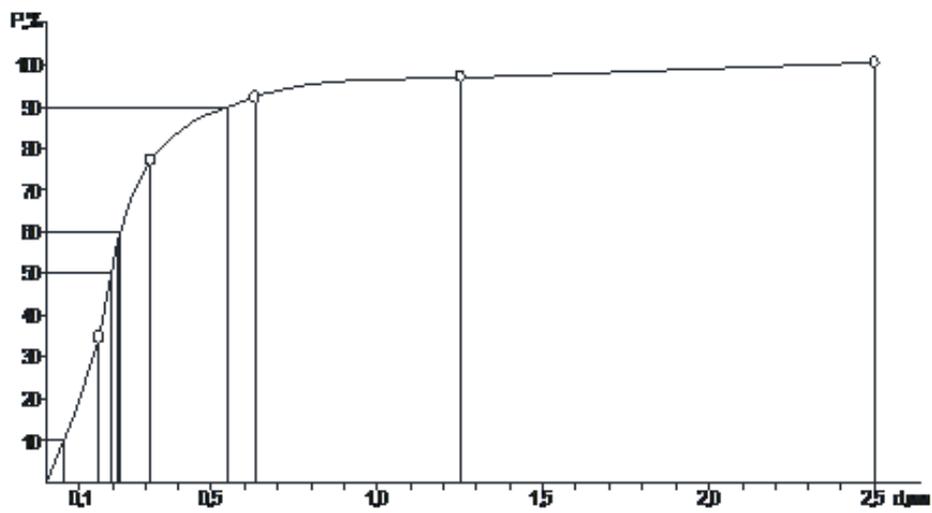


Рисунок 2. Кривые гранулометрического состава донных отложений № г/с 1, № верт 2, № пр 2
Figure 2. Granulometric curves of composition of bottom sediments No. g/s 1, No. vert 2, No. pr 2

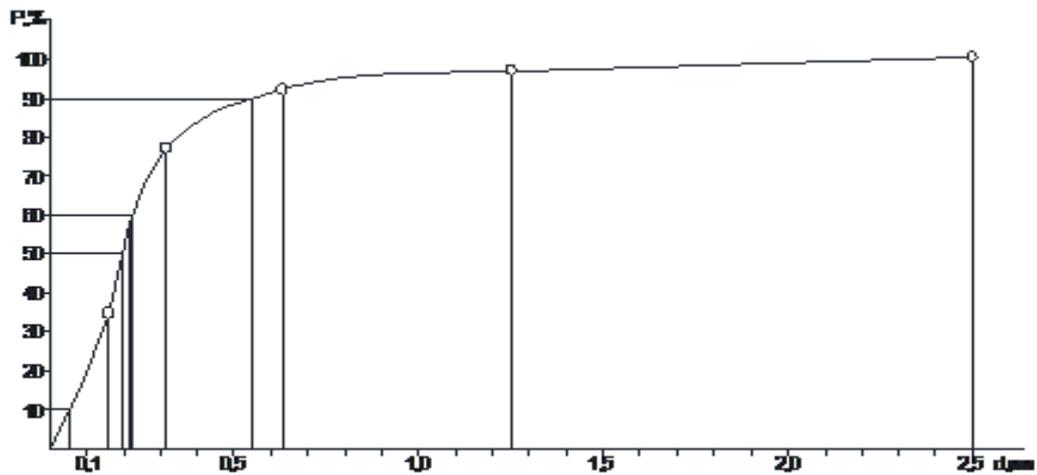


Рисунок 3. Кривые гранулометрического состава донных отложений № г/с 2, № верт 1, № пр 3
Figure 3. Granulometric curves of composition of bottom sediments No. g/s 2, No. vert 1, No. pr 3

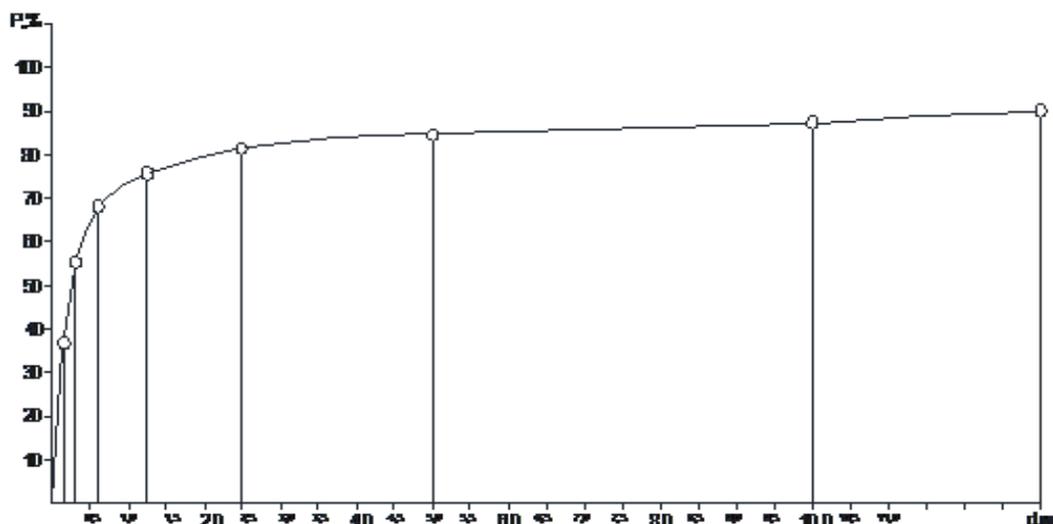


Рисунок 4. Кривые гранулометрического состава донных отложений № г/с 2, № верт 2, № пр 4
Figure 4. Granulometric curves of composition of bottom sediments No. g/s 2, No. vert 2, No. pr 4

Показатели физико-механических свойств грунтов получены по результатам исследований проб грунтов, проведенных в лаборатории «Механики грунтов» ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» (ДГТУ), согласно действующим ГОСТам.

Лабораторные исследования грунтов включают определение полного комплекса физико-механических свойств связных грунтов.

Проведена статистическая обработка по частным определениям характеристик грунтов, установлены их расчетные и нормативные значения.

Для физических величин и модуля деформации за нормативные величины приняты их средние арифметические. Расчетные значения прочностных характеристик и плотности грунта получают путем деления их нормативных значений на коэффициент надежности по грунту (γ_R). Для физических характеристик, согласно СНиП 2.02.01-83, γ_R принят равным единице. Для прочностных характеристик принимают два значения γ_R :

- при доверительной вероятности $\alpha=0,95$ для расчетов по 1-ой группе предельных состояний – γ_{R1}
- при доверительной вероятности $\alpha=0,95$ для расчетов по 2-группе предельных состояний γ_{R2} .

Таким образом, прочностные характеристики имеют два расчетных значения для расчетов по первому и второму предельным состояниям.

Краткое описание образцов грунтов, доставленных в лабораторию механики грунтов ДГТУ:

1. Г/створ №1, проба №1 – Торф темно-бурого цвета, с тонкими прослойками супесей. Структура грубая, хлопьевидная, торфянистая. Минеральные частицы составляют 25%.
2. Г/створ №1, проба №2 – Суглинки мягкопластичные, коричневые, с желтоватыми песками средней крупности и темно-синими прослойками неразложившейся растительности с болотным запахом, толщиной 1,5-2,0 см.
3. Г/створ №1, проба №3 – Суглинки мягкопластичные, коричневые, перемешанные с прослойками песков средней и мелкой фракции, и с гравелистым материалом размером 1,0-2,0 см.

4. Г/створ №2, проба №4 – Суглинки тугопластичные темно-серые, с тонкими желтоватыми прослойками глин и пылеватых серых песков с остатками корней растительности.

Оценка грунтов проведена по ГОСТ 25100-2014 «Грунты. Классификация». При этом определены основные физико-механические показатели грунтов (см. табл. 6).

Выполненные анализы проб донных отложений Чирюртского водохранилища позволяют сделать следующий вывод. С учетом того, что донные отложения относятся к самому низкому классу опасности, вариантами их складирования может быть размещение извлекаемых наносов в геотубах, с дальнейшей транспортировкой обезвоженного грунта на полигон ТБО. Размещение извлекаемых наносов на картах намыва в пределах границ водохранилища, организация предприятий по коммерческой реализации торфяных грунтов. С экономической точки зрения наиболее перспективным является создание резервов извлекаемого грунта порядка 3-4 млн куб для размещения которого потребуется три правобережных участка до 100 га бывшей акватории водохранилища [5-18].

Исследование донных отложений на предмет химических особенностей. Методики анализа.

1. Содержание подвижных форм фосфора и калия определялось методом Мачигина, в модификации ЦИНАО – ОСТ 46 42-76. При этом методе для определения калия были приготовлены образцовые растворы хлористого калия для калибровки пламенного фотометра. Фосфор был определен в виде молибденовой сини на фотоэлектроколориметре, при этом окрашенные органическим веществом вытяжки были обесцвечены подкисленным раствором перманганата калия.
2. Содержание гумуса определялось методом Тюрина, с фотоколориметрическим окончанием – ОСТ 46 47-76. При определении гумуса в донных отложениях испытуемый раствор и раствор шкалы (раствор соли Мора) колориметрируют при 590 нм, используя при этом красный или оранжевый светофильтры.

3. Содержание нитратного азота определялось по методике измерений массовой доли водорастворимых анионов в почвах, грунтах тепличных, глинах, торфе, осадках сточных вод,

активном иле, донных отложениях методом капиллярного электрофореза – ПНД Ф 16.1:2.2.3:2.2.69-10.

Таблица 6. Нормативные и расчетные физико-механические характеристики грунтов
Table 6. Standard and calculated physical and mechanical characteristics of soils

Наименование характеристик Characteristics	Г/створ № 1 проба № 1 sample no.1	Г/створ № 1 проба № 2 sample no.2	Г/створ № 2 проба № 3 sample no.3	Г/створ № 2 проба № 4 sample no.4
Влажность, % / Moisture %:				
- естественная, W_0 / natural W_0	26,0	26,0	23,0	21,0
- на границе текучести, W_t / at limit of fluidity, W_t	29,0	29,7	19,0	26,0
- на границе раскатывания, W_p / at limit of plasticity, W_p	16,5	15,3	30,0	18,0
Число пластичности, I_p Plasticity number, I_p	12,5	14,4	11,0	8,0
Показатель текучести, IL Flow rate, IL	0,76	0,74	0,36	0,43
Плотность, г/см ³ / Density, g/cm ³ :				
- частиц грунта, ρ_s / soil particles, ρ_s	2,72	2,70	2,72	2,73
- грунта естественной влажности / soil of natural humidity:	1,97	1,68	1,82	1,75
- нормативная, ρ / standard, ρ				
- при $a=0,85$ / at $a=0.85$	1,95	1,62	1,79	1,70
- при $a=0,95$ / at $a=0.95$	1,93	1,58	1,76	1,66
- сухого грунта, ρ_d / of dry soil, ρ_d	1,76	1,33	1,48	1,45
Коэффициент пористости, e Porosity coefficient, e	0,549	1,03	0,838	0,855
Степень влажности, S_r Degree of moisture, S_r	0,59	0,69	0,75	0,67
Удельное сцепление C , кПа / Specific adhesion C , kPa:				
- нормативное / standard	17	21	20	19,0
- при $a=0,85$ / at $a=0.85$	16	20	18,8	18,4
- при $a=0,95$ / at $a=0.95$	35,0	19	18,0	17,2
Угол внутреннего трения ϕ , град / Angle of internal friction ϕ , deg:				
- нормативное / standard	14	17	21	18
- при $a=0,85$ / at $a=0.85$	13	15	20	17
- при $a=0,95$ / at $a=0.95$	12	14	19	16
Модуль деформации E , МПа Deformation modulus E , MPa	5,0	10,0	11,0	11,0

Содержание: Cd, Co, Mn, Si, As, Ni, Hg, Pb, Cr и Zn определялось по методике измерений тяжёлых металлов в пробах почв, грунтов и донных отложений методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией ПНД Ф 16.1:2.2.63-09 [19-20].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание фосфора и калия в анализируемых почвах находят по рабочей шкале образцовых растворов непосредственно в мг P_2O_5 и K_2O на 1 кг почвы.

Допустимые расхождения результатов при повторных определениях подвижных форм P_2O_5 , K_2O , азота в виде катиона аммония, азота в виде нитратов, гумуса в почвах приведены в таблице 7.

Метод определения азота в виде аммония основан на фотоколориметрическом определении

аммония в виде окрашенного индофенольного соединения, образующегося при взаимодействии с гипохлоритом натрия и салицилата натрия.

Метод определения азота в виде нитратов основан на восстановлении нитратов до нитритов гидразин-гидратом в присутствии соединения меди в качестве катализатора с последующим фотоколориметрическим определением в виде окрашенного диазосоединения.

Содержание гумуса в анализируемых образцах почв находят по калибровочному графику, построенному по показаниям оптической плотности образцовых растворов рабочей шкалы и рассчитанному содержанию гумуса в почве, соответствующему образцовым растворам.

Как следует из данных таблицы 8, содержание металлов в донных отложениях ниже ПДК.

Таблица 7. Результаты химического анализа образцов почв на содержание P_2O_5 , K_2O , азота в виде катиона аммония, азота в виде нитратов, гумуса

Table 7. Results of chemical analysis of soil samples for P_2O_5 , K_2O and nitrogen content in the form of ammonium cations, nitrogen in the form of nitrates and humus

№ образца No. sample	Содержание фосфора, мг P_2O_5 на 1 кг почвы P_2O_5 content, mg P_2O_5 per 1 kg soil	Содержание калия, мг K_2O на 1 кг почвы K_2O content, mg K_2O per 1 kg of soil	Содержание азота, мг	Содержание азота, мг	Содержание гумуса, мг гумуса на 1 кг почвы Humus content, mg humus per 1 kg of soil
			$N - NH_4^+$ на 1 кг почвы $N - NH_4^+$ content, mg per 1 kg of soil	$N - NO_3^-$ на 1 кг почвы $N - NO_3^-$ content, mg per 1 kg of soil	
1	3,0	30	1,5	1,7	1,5
2	3,0	30	1,7	1,8	3,0
3	4,4	32	1,8	2,0	4,2
4	3,5	35	2,2	1,9	4,5
5	3,5	40	2,0	2,0	4,8

Таблица 8. Содержание подвижных (кислоторастворимых) форм тяжелых металлов в донных отложениях (мг/кг)

Table 8. Content of mobile (acid-soluble) forms of heavy metals in bottom sediments (mg/kg)

№	Cu^{2+}	Cd^{2+}	Ni^{2+}	Zn^{2+}	Pb^{2+}	Hg^{2+}	Mn^{2+}	Co^{2+}	Cr^{2+}	As^{3+}
1 песок / sand	4,1	0,039	7,5	17	5,4	0,049	314	0,22	0,15	0,01
2 глина / clay	8,1	0,078	8,0	15	6,8	0,052	343	0,20	0,11	0,03
ПДК MPC	60	2	35	60	60	2	600	12	15	15

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Анализ проведенных образцов донных отложений свидетельствует:

1.1. Элементов плодородия калия, азота, фосфора недостаточно, чтобы использовать их в качестве самостоятельного удобрения. Возможно их использовать в качестве дополнительной добавки к основному удобрению.

1.2. Токсичность тяжелых металлов также очень мала, намного ниже ПДК:

Свинец – 60 мг/кг;

Цинк, медь – 60 мг/кг;

Никель – 35 мг/кг;

Кадмий, ртуть – 2 мг/кг.

2. Грунты можно использовать для рекультивации земель после техногенного вмешательства (после изъятия грунта в карьере при производстве кирпича, после земляных работ при строительстве автомобильной дороги), для вертикальной планировки территорий населенных пунктов, для ландшафтного дизайна и т.д.

3. По гранулометрическому анализу вещественного состава образцов грунта на 85-90% состоят из глинистых частиц, в связи с чем необходимость в выполнении мероприятий по сортировке материала с целью получения песчаных частиц отпадает.

4. Так как в донных отложениях водохранилища присутствуют залежи торфа, то имеет смысл отдельно определить их объемы для самостоятельной разработки с целью использования в качестве удобрения при рекультивации земель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. Москва: Мысль, 1987. 326 с.
- Авакян А.Б., Лебедева И.П. Водохранилища XX века как глобальное географическое явление // Известия РАН. Сер. Георг. 2002. N 3. С. 13-20.
- Кокоев М.Н. ГЭС – фабрики строительных материалов // Сборник трудов научных статей. Ежемесячный научно-популярный журнал Президиума Российской академии наук. Энергия: Экономика – Техника Экология. 2007. N 12. С. 30-32.
- Кокоев М.Н. Совершенствование организации строительства и производства строительных материалов // Сборник трудов и научных статей. Книга 4. Нальчик, 2013. 264 с.
- ГОСТ 30416-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. Москва: Стандартинформ, 1997. 18 с.
- ГОСТ 5180-84. Государственная система обеспечения единства измерений. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Москва: Стандартинформ, 1985. 19 с.
- ГОСТ 25100-95. Государственная система обеспечения единства измерений. Грунты. Классификация. Москва: Стандартинформ, 1997. 19 с.
- ГОСТ 30672-99. Государственная система обеспечения единства измерений. Грунты. Полевые испытания. Общие положения. Москва: Стандартинформ, 2000. 10 с.
- ГОСТ 20522-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.

- Москва: Стандартиформ, 1997. 24 с.
10. ГОСТ 12071-84 (1994). Государственная система обеспечения единства измерений. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. Москва: Стандартиформ, 1984. 22 с.
 11. ГОСТ 12248-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Москва: Стандартиформ, 1997. 58 с.
 12. Гришанин К.В., Сорокин Ю.И. Гидрология и водные изыскания. Москва: Транспорт, 1982. 212 с.
 13. Прыткова М.Я. Осадконакопление в малых водохранилищах. Ленинград: Наука, 1981. 152 с.
 14. Прыткова М.Я. Географические закономерности осадконакопления в малых водохранилищах. Ленинград: Наука, 1986. 86 с.
 15. Руководство по изысканиям и анализу руслового процесса на затруднительных участках свободных рек. Москва: Транспорт, 1981. 36 с.
 16. Техническая инструкция по производству русловых изысканий на внутренних водных путях. Москва: Транспорт, 1990. 160 с.
 17. Широков В.М., Лопух П.С. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций. Москва, Энергоатомиздат, 1986. 144 с.
 18. Яковлева Л.В. Механический состав и плотность донных отложений малых водоемов центрально-черноземных областей // Труды лаборатории озераведения АН СССР. 1960. Т. X. С. 167-192.
 19. Комплексный химический анализ почвы. Методика измерения массовой доли ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома и цинка в пробах почв грунтов и донных отложений атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием абсорбционного спектрометра электро-термической атомизации МГА-915. ПНД Ф 16.1: 2:2.2.63-09. Москва, 2009, 41 с.
 20. Отраслевой стандарт. Методы агрохимического анализа почв. ОСТ 46-40-76 – ОСТ 46-52-76, Москва, 1977. 110 с.
- REFERENCES**
1. Avakyan A.B., Saltankin V.P., Sharapov V.A. *Vodokhranilishcha* [Reservoirs]. Moscow, Mysl' Publ., 1987, 326 p. (In Russian)
 2. Avakyan A.B., Lebedeva I.P. Reservoirs of the twentieth century as a global geographical phenomenon. *Izvestiya rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series]. 2002, no. 3, pp. 13-20. (In Russian)
 3. Kokoev M.N. [Hydroelectric power stations - factories of building materials]. In: *Energiya: Ekonomika – Tekhnika Ekologiya* [Energy: Economics - Engineering – Ecology]. 2007, no. 12, pp. 30-32. (In Russian)
 4. Kokoev M.N. Improving the organization of construction and production of building materials. *Sbornik trudov i nauchnykh statey* [Collection of works and scientific articles]. Nalchik, 2013, book 4, 264 p. (In Russian)
 5. GOST 30416-96. Method of measurement. Soils. Laboratory tests. General Provisions. Moscow, Standartinform Publ., 1997. 18 p. (In Russian)
 6. GOST 5180-84. Method of measurement. Soils. Laboratory methods for determining physical characteristics. Moscow, Standartinform Publ., 1985. 19 p. (In Russian)
 7. GOST 25100-95. Method of measurement. Soils. Classification. Moscow, Standartinform Publ., 1997. 19 p. (In Russian)
 8. GOST 30672-99. Method of measurement. Soils. Field trials. General Provisions. Moscow, Standartinform Publ., 2000. 10 p. (In Russian)
 9. GOST 20522-96. Method of measurement. Soils. Methods of statistical processing of test results. Moscow, Standartinform Publ., 1997. 24 p. (In Russian)
 10. GOST 12071-84 (1994). Method of measurement. Soils. Sampling, packaging, transportation and storage of samples. Moscow, Standartinform Publ., 1984. 22 p. (In Russian)
 11. GOST 12248-96. Method of measurement. Soils. Laboratory methods for characterizing strength and deformability. Moscow, Standartinform Publ., 1997. 58 p. (In Russian)
 12. Grishanin K.V., Sorokin Yu.I. *Gidrologiya i vodnyye izyskaniya* [Hydrology and water surveys]. Moscow, Transport Publ., 1982, 212 p. (In Russian)
 13. Pрыtkova M.Ya. *Osadkonakopleniye v malykh vodokhranilishchakh* [Sedimentation in small reservoirs]. Leningrad, Nauka Publ., 1981, 152 p. (In Russian)
 14. Pрыtkova M.Ya. *Geograficheskiye zakonomernosti osadkonakopleniya v malykh vodokhranilishchakh* [Geographic patterns of sedimentation in small reservoirs]. Leningrad, Nauka Publ., 1986, 86 p. (In Russian)
 15. *Rukovodstvo po izyskaniyam i analizu ruslovogo protsesssa na zatrudnitel'nykh uchastkakh svobodnykh rek* [Guidance on surveys and analysis of the channel process in difficult sections of free rivers]. Moscow, Transport Publ., 1981, 36 p. (In Russian)
 16. *Tekhnicheskaya instruktsiya po proizvodstvu ruslovykh izyskaniy na vnutrennikh vodnykh putyakh* [Technical instructions for the production of channel surveys on inland waterways]. Moscow, Transport Publ., 1990, 160 p. (In Russian)
 17. Shirokov V.M., Lopukh P.S. *Formirovaniye malykh vodokhranilishch gidroelektrostantsiy* [Formation of small reservoirs of hydroelectric power stations]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 1986, 144 p. (In Russian)
 18. Yakovleva L.V. [The mechanical composition and density of bottom sediments of small reservoirs of central regions]. In: *Trudy laboratorii ozerovedeniya AN SSSR* [Transactions of the Lake Science Laboratory of the USSR Academy of Sciences]. 1960, vol. X, pp. 167-192. (In Russian)
 19. Comprehensive chemical analysis of the soil. Method for measuring the mass fraction of vanadium, cadmium, cobalt, manganese, copper, arsenic, nickel, mercury, lead, chromium and zinc in soil samples of soils and bottom sediments of atomic absorption spectroscopy using an MGA-915 electro-thermal atomization absorption spectrometer. PND F 16.1: 2: 2.2.63-09. Moscow, 2009, 41 p. (In Russian)
 20. Industry standard. Methods of agrochemical analysis of soils. OST 46-40-76 – OST 46-52-76, Moscow, 1977. 110 p. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Ариф О. Омаров провел гранулометрический анализ образцов донных отложений, а также им были определены основные физико-механические показатели грунтов, написал рукопись. Гасан М. Абакаров осуществил анализ элементов плодородия, гумуса и тяжелых металлов, и участвовал в подготовке статьи. Нажмудин С. Магомедэминов проанализировал экспериментальные данные и участвовал в подготовке статьи. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Arif O. Omarov carried out a granulometric analysis of samples of bottom sediments, determined the basic physical and mechanical parameters of soils and wrote the manuscript. Gasan M. Abakarov analysed the elements of fertility, humus and heavy metals, and participated in the preparation of the article. Nazhmudin S. Magomedeminov analysed the experimental data and participated in the preparation of the article. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors state that there is no conflict of interest.

ORCID

Ариф О. Омаров / Arif O. Omarov <https://orcid.org/0000-0001-5759-4071>

Гасан М. Абакаров / Gasan M. Abakarov <https://orcid.org/0000-0001-9084-8512>

Нажмудин С. Магомедэминов / Nazhmudin S. Magomedeminov <https://orcid.org/0000-0002-5597-3841>