

УДК 532+533(075.8)+519.67

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ АЙДАР-АРНАСАЯ. ЧАСТЬ II

Атабеков И.У.

д.ф.-м.н., ученый секретарь Нац. Ком. РУз. МАБ ЮНЕСКО при АН РУз,
тел.: +(99871) 232-11-81, e-mail: atabekovi@mail.ru

Горелкин Н.Е.

к.г.н., старший научный сотрудник Нац. Ком. РУз. МАБ ЮНЕСКО при АН РУз,
тел.: +(99871) 232-11-81, e-mail: ngorelkin@yandex.com

Данная статья является продолжением ранее опубликованной под таким же названием статьи и содержит анализ результатов построенной там модели минерализации Айдар-Арнасайской озерной системы (ААСО). При сохранении современных условий минерализация воды в ААСО в ближайшие годы будет продолжать расти, и это может стать основным лимитирующим фактором развития рыбоводства на водоёмах. К факторам, замедляющим прогрессивное осолонение ААСО, следует отнести постепенное возрастание объемов коллекторно-дренажного стока, происходящее на фоне повышенных (по сравнению с предшествующим периодом) значений атмосферных осадков. Один из вариантов стабилизации гидрохимического режима на части акватории ААСО основан на предложении строительства перегораживающей дамбы с водовыпуском между озерами Тузкан и Айдар. Между этими водоёмами существует естественный, но сейчас затопленный мыс. На основе гидромеханической модели выполнены расчеты минерализации воды озера Тузкан для случая существования гипотетической перегородки. Полученные результаты указывают на широкий спектр возможностей регулирования минерализации воды озера Тузкан таким способом.

Ключевые слова: искусственный водоём, минерализация озер, численная модель, гидромеханика.

MATHEMATICAL MODEL OF MINERALIZATION OF AYDAR-ARNASAY LAKE SYSTEM. PART II

Atabekov I.U., Gorelkin N.E.

This paper is continuation of before printed in the same title of article and maintain analysis of results of model of mineralization of Aydar-Arnasay Lake System (AALS). Under preservation modern conditions mineralization of water of AALS will be increased and this will be limited basic factor for development of fishing in the lake. On level with increasing atmospheric pollutions the volume of manifold water is increasing what is one of the factors reducing of progressive mineralization. One of the variants of stabilization hydro chemical regime in some of AALS's parts is based on check among Tuzkan and Aydar lakes. There is natural but submerged this time cape there. On base hydro mechanical it has executed some computation mineralization of Tuzkan lake under assumption of existence of hypothetical check. The results show some promise of regulation of mineralization by this way.

Keywords: artificial reservoir, lake's mineralization, numerical model, hydromechanics.

AYDAR-ARNASOY SUV HAVZASI TUZLIGINING MATEMATIK MODELII. II QISM

Atabekov I.U., Gorelkin N.E.

Bu maqola avval shu nom bilan nashr etilgan maqolaning davomi bo'lib, Aydar-Arnasoy ko'l tizimi (AAKT) suvining tuz miqdorini hisoblash uchun tuzilgan modelning natigalari taxlil qilinadi. Hozirgi sharoit saqlanib qolinsa, AAKT suvining tuz miqdori yaqin yillar orasida ko'payib suv havzasida baliqchilikni rivojlantirishga to'sqinlik qiluvchi asosiy faktor bo'lib qoladi. Suv tuzligini progressiv ravishda oshishini sekinlashtiruvchi omillardan biri obu-havo yo'g'ingarchiligi ko'payishi bilan bir qatorda, kollektor drenaj suvlar miqdorini (o'tgan yillarga nisbatan) ortib borishi hisoblanadi. AAKTning ayrim akvatoriyalarida gidroximik rejimni stabilashtirishning yana bir varianti Tuzkon va Aydar ko'llari orasiga suv yo'lini to'suvchi damba qurishdir. Bu suv havzalari o'rtasida hozirda suv bosgan tabiiy burun mavjud. Gipotetik damba mavjud bo'lgan xol uchun gidrodinamik model asosida Tuzkon ko'lining tuzligini o'zgarishi xisoblandi. Olingan natigalar shu usul bilan ko'l minerallashini boshqarishda yanada ko'p yo'llar borligini ko'rsatdi.

Tayanch iboralar: sun'iy suv havzasi, ko'l mineral tuzlari, raqamli model, gidromexanika.

На крупнейшей озерной системе Узбекистана - Айдар-Арнасайской озерной системе (ААСО) - в последние годы происходит снижение уровня воды и рост ее минерализации. Это негативно сказывается на экологии и рыбных ресурсах водоёмов. При сохранении современных условий минерализация воды в озерах в ближайшие годы будет продолжать расти, и это может стать основным лимитирующим фактором развития рыбоводства на водоёмах.

Существующая неопределённость и отсутствие обоснованных мер реагирования создают риски для экологической устойчивости ААСО, поэтому необходимы универсальные меры реагирования на изменения состояния водоёмов, основанные на системе мониторинга и прогнозных моделях.

Постановлением Кабинета Министров от 15.08.2014 г. утвержден комплекс мероприятий по обеспечению стабильной экологической обстановки на естественных водоёмах республики и рациональному использованию биологических ресурсов. Большое внимание в нем уделено ситуации на ААСО.

Один из вариантов стабилизации гидрохимического режима на части акватории ААСО основан на предложении строительства перегораживающей дамбы с водовыпуском между озерами Тузкан и Айдар. Разделение озерной системы на отдельные водоёмы и обеспечение перетока из одной части в другую может сохранить благоприятные условия на части акватории. Тем более между ними существует естественный, но сейчас затопленный мыс (рис.1).



Рис. 1

В этих условиях целесообразно разработать модель формирования минерализации воды, учитывающую возможный водообмен между частями водоёма и адаптированную для условий ААСО. Для реализации модели анализировались основные факторы, влияющие на минерализацию воды озёр, уточнялись современные данные компонентов баланса.

Ранее нами разработана гидродинамическая модель трехмерной задачи в приближении «мелкой воды» применительно к ААСО. Там вся акватория разделена на две зоны различной глубины. На общих границах зон выдержаны условия непрерывности потоков. Сложная внешняя граница ААСО схематизирована в виде рис. 2. Цифры на рисунке указывают на порядковый номер деления границы. Численное решение проведено методом граничных интегральных уравнений [1]. В модифицированной модели Тузкан и Айдар разделены жесткой перегородкой, исключая участка

АВ. Ширина АВ варьируется, и на ней задаются условия непрерывности потока.

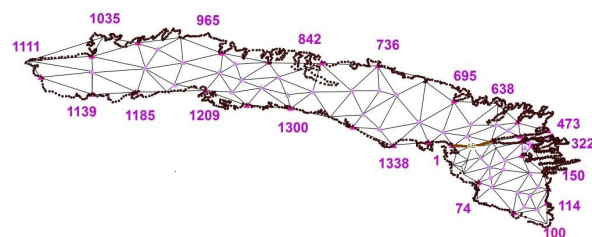
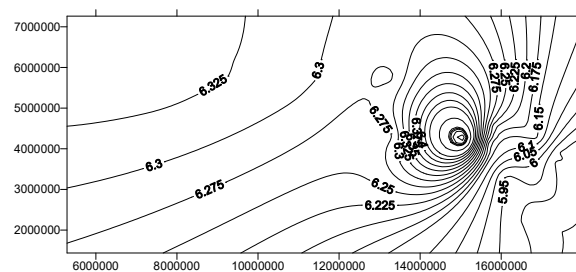


Рис. 2

Прежде чем обсуждать результаты расчетов по модели, учитывающей искусственный водообмен между озерами, который может возникнуть при строительстве, проанализируем состояние озер при сохранении современного водообмена в озерах без дамбы. Современные линии равных минерализаций приводятся на рис. 3.



при варианте строительства дамбы с водовыпуском на отметках 243 м. абс., с начальной минерализацией в озере Тузкан 15 г/л, устойчивая работа системы Тузкан-Айдар с наибольшим эффектом будет распреснять воды озера Тузкан в случае поддержания более высокого уровня озера, обеспечивающего однонаправленный переток из Тузкана в Айдар. Неопределенным на сегодня остается вопрос об интенсивности перемешивания воды в озерах в новых условиях, которые могут возникнуть после строительства разделяющей дамбы. Для получения фактических сведений о периоде полного перемешивания воды в озере необходимо проведение ежемесячных съемок водных масс водоёмов, что является достаточно

затратной задачей. В данном варианте расчетов принималось, что вода в озере перемешивается в течение месяца. По мере накопления фактических сведений данный компонент модели формирования минерализации воды можно корректировать. Естественно, при разных схемах водообмена на первых шагах расчетов принятие той или иной схемы водообмена даст незначительные расхождения в расчетах, но постепенно отклонения накапливаются и на 6-10-й год расчета расхождения могут достигать грамм на литр. В таблице приводятся результаты вычислительного эксперимента – усредненные результаты рассоления озера Тузкан при гипотетических значениях притока и оттока с начальными соленостями, равными 15 г/л.

Год	Месяц	Уровень м абс	Приток млн, м ³	Отток млн, м ³	Средняя минерализация озера Тузкан, г/л
2020	I	243,55	199,70	180	15
	II	243,61	208,22	197	14,45071827
	III	243,68	230,95	214	13,89856619
	IV	243,74	239,28	208	13,337148
	V	243,80	229,77	224	12,86224867
	VI	243,74	193,35	144	12,52519034
	VII	243,68	163,05	86	12,40361141
	VIII	243,61	136,07	46	12,43315008
	IX	243,58	135,05	49	12,50687999
	X	243,57	145,35	99	12,53797588
	XI	243,55	158,86	134	12,40998554
	XII	243,55	182,75	173	12,17416844
2021	I	243,55	199,70	180	11,85302773
	II	243,62	208,22	197	11,45312838
	III	243,68	230,95	214	11,0540464
	IV	243,74	239,28	208	10,64822884
	V	243,81	229,77	224	10,31572074
	VI	243,74	193,35	144	10,09049136
	VII	243,68	163,05	86	10,03288426
	VIII	243,62	136,07	46	10,09333978
	IX	243,58	135,05	49	10,18281181
	X	243,57	145,35	99	10,23697863
	XI	243,56	158,86	134	10,15833253
	XII	243,56	182,75	173	9,992044479
2022	I	243,56	199,70	180	9,757411952
	II	243,62	208,22	197	9,45691173
	III	243,68	230,95	214	9,159743658
	IV	243,75	239,28	208	8,857525917
	V	243,81	229,77	224	8,619821214
	VI	243,75	193,35	144	8,469045059
	VII	243,68	163,05	86	8,454024147
	VIII	243,62	136,07	46	8,535054917
	IX	243,58	135,05	49	8,634999351
	X	243,57	145,35	99	8,704520068
	XI	243,56	158,86	134	8,658726826
	XII	243,56	182,75	173	8,538734683
2023	I	243,56	199,70	180	8,361705917
	II	243,62	208,22	197	8,127395817
	III	243,68	230,95	214	7,89809239
	IV	243,75	239,28	208	7,664862633
	V	243,81	229,77	224	7,490286665
	VI	243,75	193,35	144	7,389086775
	VII	243,68	163,05	86	7,402419218

	VIII	243,62	136,07	46	7,497144227
	IX	243,58	135,05	49	7,604055992
	X	243,57	145,35	99	7,683795958
	XI	243,56	158,86	134	7,659879077
	XII	243,56	182,75	173	7,570717762
2024	I	243,56	199,70	180	7,432051901
	II	243,62	208,22	197	7,241824856
	III	243,69	230,95	214	7,057719246
	IV	243,75	239,28	208	6,870435871
	V	243,81	229,77	224	6,737902344
	VI	243,75	193,35	144	6,669718066
	VII	243,69	163,05	86	6,701929865
	VIII	243,62	136,07	46	6,805769885
	IX	243,59	135,05	49	6,917317173
	X	243,57	145,35	99	7,003859383
	XI	243,56	158,86	134	6,994511774
	XII	243,56	182,75	173	6,925885297
2025	I	243,56	199,70	180	6,812772156
	II	243,62	208,22	197	6,651909221
	III	243,69	230,95	214	6,497909565
	IV	243,75	239,28	208	6,341231018
	V	243,81	229,77	224	6,236700296
	VI	243,75	193,35	144	6,190505458
	VII	243,69	163,05	86	6,235289322
	VIII	243,62	136,07	46	6,345196455
	IX	243,59	135,05	49	6,459827737
	X	243,58	145,35	99	6,550897874
	XI	243,56	158,86	134	6,551254422
	XII	243,56	182,75	173	6,496307091
2026	I	243,56	199,70	180	6,400216587
	II	243,63	208,22	197	6,258916352
	III	243,69	230,95	214	6,1249728
	IV	243,75	239,28	208	5,988682855
	V	243,82	229,77	224	5,902805747
	VI	243,75	193,35	144	5,87125801
	VII	243,69	163,05	86	5,924414282
	VIII	243,63	136,07	46	6,038359594
	IX	243,59	135,05	49	6,155042371
	X	243,58	145,35	99	6,249126464
	XI	243,56	158,86	134	6,255947459
	XII	243,56	182,75	173	6,210113677
2027	I	243,56	199,70	180	6,125364952
	II	243,63	208,22	197	5,99709967
	III	243,69	230,95	214	5,876518968
	IV	243,75	239,28	208	5,753813504
	V	243,82	229,77	224	5,680363417
	VI	243,75	193,35	144	5,658572864
	VII	243,69	163,05	86	5,717304883
	VIII	243,63	136,07	46	5,833937586
	IX	243,59	135,05	49	5,951984684
	X	243,58	145,35	99	6,048074785
	XI	243,57	158,86	134	6,059202587
	XII	243,57	182,75	173	6,019441445
2028	I	243,57	199,70	180	5,942250646
	II	243,63	208,22	197	5,822672233
	III	243,69	230,95	214	5,710996051
	IV	243,76	239,28	208	5,597342849
	V	243,82	229,77	224	5,532172336
	VI	243,76	193,35	144	5,516881941
	VII	243,69	163,05	86	5,579327125

	VIII	243,63	136,07	46	5,697747837
	IX	243,59	135,05	49	5,816701872
	X	243,58	145,35	99	5,914126861
	XI	243,57	158,86	134	5,928124303
	XII	243,57	182,75	173	5,892410142
2029	I	243,57	199,70	180	5,820256623
	II	243,63	208,22	197	5,706468468
	III	243,69	230,95	214	5,600726768
	IV	243,76	239,28	208	5,493106546
	V	243,82	229,77	224	5,433452735
	VI	243,76	193,35	144	5,422492852
	VII	243,69	163,05	86	5,487410601
	VIII	243,63	136,07	46	5,607020457
	IX	243,59	135,05	49	5,726576982
	X	243,58	145,35	99	5,824889973
	XI	243,57	158,86	134	5,840799668
	XII	243,57	182,75	173	5,807782958
2030	I	243,57	199,70	180	5,738987356
	II	243,63	208,22	197	5,629059539
	III	243,70	230,95	214	5,527273516
	IV	243,76	239,28	208	5,423674643
	V	243,82	229,77	224	5,367696819
	VI	243,76	193,35	144	5,359622009
	VII	243,70	163,05	86	5,426185938
	VIII	243,63	136,07	46	5,546586168
	IX	243,59	135,05	49	5,666542539
	X	243,58	145,35	99	5,765445951
	XI	243,57	158,86	134	5,782630049
	XII	243,57	182,75	173	5,75141116

Согласно этим расчетам, при строительстве плотины с водовыпуском (оттоком) наиболее быстрое распреснение будет происходить в первые три-четыре года после строительства дамбы. Затем минерализация воды будет постепенно

приближаться к своему равновесному состоянию, определяемому в основном минерализацией поступающей в озеро воды и интенсивностью водообмена.

Литература

- [1] Атабеков И.У. Математическая модель минерализации Айдар-Арнася // Проблемы вычислительной и прикладной математики. - Ташкент, 2016. - № 2. - С. 5-10.