

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА р. КУРЫ (В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ ГРУЗИЯ)

Г. В. Гавардашвили¹, И. К. Иорданишвили², М. В. Вартанов³, И. Р. Иремашвили⁴

¹ Д. т. н., профессор, директор Института водного хозяйства имени Ц. Мицхулава Грузинского технического университета, Тбилиси, Грузия; e-mail : gwmi1929@gmail.com

² Д. т. н., гл. научный сотрудник, зав. лабораторией морей и водохранилищ Института водного хозяйства имени Ц. Мицхулава Грузинского технического университета, Тбилиси, Грузия

³ Д. э. н., ст. научный сотрудник Института водного хозяйства имени Ц. Мицхулава Грузинского технического университета, Тбилиси, Грузия

⁴ К. т. н., зам. директора Института водного хозяйства имени Ц. Мицхулава Грузинского технического университета, Тбилиси, Грузия

Реферат

В границах Республики Грузия приводятся мероприятия, стимулирующие устойчивый подход к управлению водными ресурсами реки Куры, сведения о глобальном потеплении, классификации затрат на подачу оросительной воды. Изложены некоторые соображения по разработке принципов управления водными ресурсами в условиях трансграничных стран, каковыми являются Грузия, Азербайджан, Турция, Армения, Иран.

Ключевые слова: водные ресурсы, Каспийское море, изменение климата, экономика, мелиорация.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES r. KURA'S POOL (WITHIN THE REPUBLIC OF GEORGIA)

G. V. Gavardashvili, I. K. Iordanishvili, M. V. Vartanov, I. R. Iremashvili

Abstract

Within the borders of the Georgia, measures are presented that stimulate a sustainable approach to the management of water resources of the Kura River, information on global warming, and classification of costs for the supply of irrigation water. Some thoughts on the development of water management principles in the conditions of cross-border countries, such as Georgia, Azerbaijan, Turkey, Armenia, Iran, are outlined.

Keywords: water resources, the Caspian Sea, climate change, economy, land reclamation.

1. Введение

Водное хозяйство – одна из ведущих отраслей экономики стран, определяющая развитие энергетики, сельского хозяйства, водоснабжения. Компоненты водных запасов – это моря, реки, озера, водохранилища, ледники, болота и подземные воды. Понятие "водные запасы" включает в себя объемы всех видов вод, к "водным ресурсам" относится лишь та часть водных запасов, которая используется в хозяйственной деятельности. Водный "запас" оценивается его объемом, величина которого относительно постоянна, величина же водных "ресурсов" за счет создания водохранилищ, регулирующих речной сток, имеет возможность увеличения своего объема. Распределение водных ресурсов должно осуществляться на основе приоритетных потребностей и критериев, что обеспечит оптимизацию развития народнохозяйственных комплексов.

2. Основная часть

В результате антропогенного воздействия, вызванного развитием современных технологий, за последние 70 лет усилились последствия глобального потепления. Палеоклиматологами доказано существование ряда ритмов изменения климата на Земле (табл. 1).

На Земле на протяжении Голоцена (последние 16000 лет) имели место несколько потеплений. Большое потепление произошло 6 000 лет назад, после которого начало происходить очередное похолодание. Чем ближе к современной эпохе, тем короче становилась продолжительность циклов оледенения (280 000 лет; 45 000 лет; 16 000 лет; 6 000 лет).

Со второй половины XIX века средняя температура на Земле увеличилась на 0,6°C, по прогнозным данным к середине XXI века температура увеличится на 4°C (рис. 1) [1].

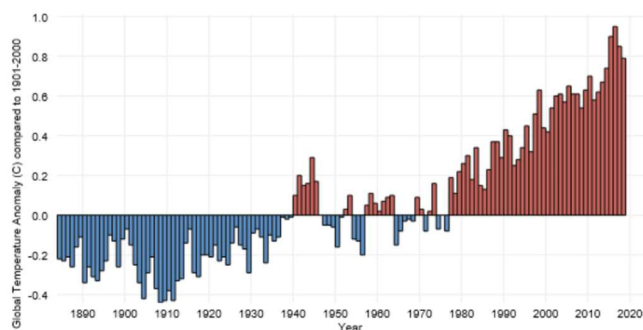


Рисунок 1 – Отклонение средней годовой температуры на поверхности Земли от средней температуры за период с 1901 по 2019 год

Рост температуры на поверхности Земли в XXI веке подтверждается данными наблюдений ряда исследований [2]. Глобальное изменение климата вызвало таяние мирового запаса льдов (918,4 км³ в год). По данным Программы защиты окружающей среды (ООН, Тромс, Норвегия, 2007 г.), 40% населения Земли окажется под воздействием негативных последствий этого процесса. Произойдет

Таблица 1 – Глобальное изменение климата на Земле

Тыс. лет	2500	1000	600	250				75				10	6		
Период	Четвертичный (Плейстоцен)										Голоцен				
Эпоха	Эоплейстоцен (Нижний Плейстоцен)				Мезоплейстоцен (Средний Плейстоцен)				Неоплейстоцен (Верхний Плейстоцен)				Современность		
Процессы оледенения (+) и потепления (-)	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

повышение уровня Мирового океана, затопление сельскохозяйственных угодий, погружение островов в моря и океаны, повысится риск разрушения различных сооружений. Запас пресных вод, сконцентрированных во льдах Антарктики и Гренландии (что составляет 98% запаса пресных вод Земли), уменьшается на 150 км³/год. Полное таяние льдов только Гренландии вызовет повышение уровня Мирового океана на 7–8 м. В опасности находятся ледники Альп, Пиренеев, Анд, Кавказских гор, где повышение температуры всего на 1°С уже вызвало сокращение языка ледников на 100–150 м. Поднятие уровня Мирового океана на 1 м вызовет затопление земель, где сегодня проживает до 150 млн человек.

Процесс глобального потепления на Земле связан с экзогенными (внешними) факторами. Причиной ускоренного таяния современного ледового покрытия Земли является повышение среднегодовой температуры поверхности планеты, связанное с повышением концентрации углекислого газа и метана в атмосфере, выбросом тепловой энергии, ростом активности Солнца. Загрязнение атмосферы парниковыми и другими газами, а также выбросами тепла происходит как за счет деятельности человека, так и за счет природных процессов. В результате деятельности вулканов и гейзеров количество тепла и газов, выбрасываемого в атмосферу, в 9 раз превышает выбросы, связанные с деятельностью человека. Причиной глобального потепления является также и сдвиг магнитных полюсов Земли, в результате чего географический и магнитный полюса отделились друг от друга на 200 км. Ряд исследователей указывает на действие эндогенных (внутренних) факторов. Увеличение объема воды связывается с выходом из недр Земли ювенильных вод. Эти геотермальные воды с минерализацией, превышающей минерализацию вод океана в 10 раз, поднимаются со дна океанов и морей.

В 2007 году под эгидой ООН было проведено совещание представителей более 80 стран мира, посвященное причинам и результатам глобального потепления. Глобальное потепление на Земле имеет следующие отрицательные последствия: участившиеся катастрофические наводнения и паводки, эрозия почв, опустынивание территорий и др. Для сохранения теплового эффекта на Земле необходимо иметь следующий баланс газов в атмосфере: CO₂ – 65%, CH₄ – 20%, инертные газы – 10%, N₂O – 4,5%. При сохранении существующей сегодня динамики выбросов газов к концу XXI века количество CO₂ в атмосфере увеличится в 2 раза. Очередное потепление вызывает таяние льдов и соответствующее эвстатическое повышение уровня морей. На основании данных последних лет уровень Мирового океана уже поднялся на 10–26 см (рис. 2) [1].

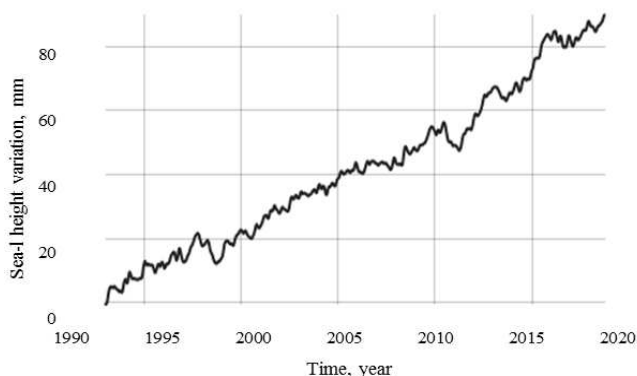
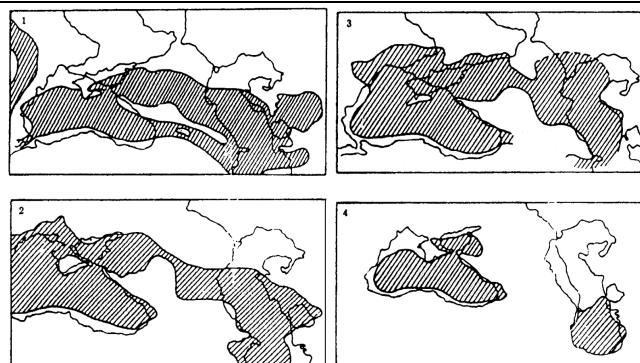


Рисунок 2 – Повышение уровня мирового океана после 1993 г.

Бассейны Черного и Каспийского морей представляют собой результат опущения складчатых массивов. Их опущение компенсировалось подъемом гор Крыма, Кавказа, Понта, Стара-Планина. Десятки миллионов лет назад Черное и Каспийское моря объединялись Тетисским морем, которое в дальнейшем разделилось на закрытые бассейны. В Четвертичный период формирование бассейнов Черного и Каспийского морей происходило поэтапно. Выделяются следующие этапы: Чаудинский, Древний Эвксинский, Узунларский, Каргатский, Новый Эвксинский и возникновение древнего Черного моря (рис. 3).



1 – бассейн среднего Миоцена; 2 – бассейн Меотиса; 3 – Кимерийский период; 4 – Понтийское озеро-море

Рисунок 3 – Развитие бассейнов Черного и Каспийского морей в Четвертичном периоде

Каспийское море представляет собой крупнейший в мире бессточный водоем, уровень которого на 28,5 м ниже уровня Мирового океана. В результате понижения уровня моря площадь Каспия сократилась с 422 тыс. км² (1929) до 371 тыс. км² (1957). Объем вод моря составляет 76 км³, средняя глубина – 180 м. В Каспийское море впадает более 130 рек. Реки Волга, Урал, Эмба, Терек (суммарный годовой сток 88% всего речного стока в море) впадают в северную часть моря. На западном его побережье реки Сулак, Самур, Кура и другие более мелкие дают 7% общего стока. Остальные 5% стока представляют реки Иранского побережья. Изолированность от Мирового океана, приток речных вод и осаждение солей в результате испарения в заливе Кара-Богаз-Гол определяют своеобразие солевого состава воды моря – пониженное содержание хлоридов и повышенную концентрацию карбонатов в сравнении с водами Мирового океана. Каспийское море – солонатоводный бассейн, соленость воды которого в три раза меньше нормальной океанической. Характерной чертой гидрологического режима Каспийского моря являются резкие межгодовые колебания среднегодового уровня. Средний уровень от нуля Бакинского футштока за столетие (1830–1930) составлял 326 см. Высокий уровень (363 см) наблюдался в 1896 г. С 327 см (1929) уровень понизился до 109 см (1954), т. е. на 218 см. В последнем десятилетии уровень Каспия стабилизировался на низких отметках с межгодовыми колебаниями порядка ±20 см. Для предупреждения падения уровня (возможно понижение уровня на 2 м) разрабатывается система мероприятий. Существует проект переброски вод северных рек Вычегды и Печоры в бассейн реки Волги, что обеспечит увеличение стока до 32 км³. Разработан проект зарегулирования стока каспийских вод в заливе Кара-Богаз-Гол.

3. Изменение температуры, среднегодовых расходов рек, химического состава водных ресурсов на территории Восточной Грузии

Основные данные по компонентам водного запаса Восточной Грузии приведены в табл. 2, осредненный тренд изменения температуры воздуха приведен на рисунке 4.

Таблица 2 – Компоненты водного "запаса" Восточной Грузии

№ п.п.	Показатели водного запаса	Объем воды, км ³	№ п.п.	Показатели водного запаса	Объем воды, км ³
1	Реки	14,7	6	Озера	0,422
2	Ледники	5,08	7	Минеральные воды	0,001
3	Подземные воды	6,4	8	Термические воды	0,04
4	Водохранилища	1,9929		всего	28,64
5	Болота	-			

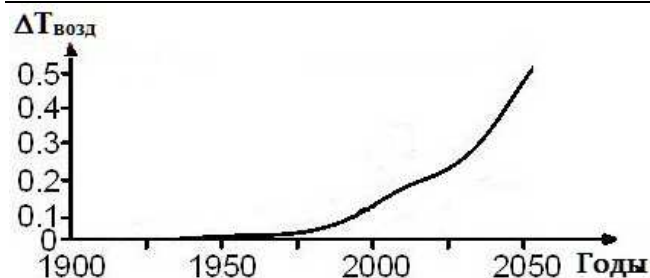


Рисунок 4 – Современный осредненный тренд температуры воздуха $\Delta T_{\text{возд}}$ на территории Грузии

Из-за повышения среднегодовой температуры воздуха убыстряется таяние ледников, учащаются катастрофические наводнения, паводки, лесные пожары. Возросли теплоэнергетические мощности, производство нефтехимических материалов и площадей орошаемых земель. Увеличению объемов безвозвратного водопотребления способствовало строительство водохранилищ, что привело к увеличению общего объема и площади водной поверхности водохранилищ и, соответственно, к росту потерь на испарение. Водоохранилища, за счет увеличения периода водообмена и замедления процессов самоочищения, способствуют повышению загрязнения пресных вод. Начиная с 50-х годов прошлого столетия, стали наблюдаться и антропогенные изменения стока речной системы р. Куры. Стал ощущаться дефицит водных ресурсов в маловодные годы, обострилась проблема истощения водных ресурсов.

Речной сток является основной характеристикой возобновляемых водных ресурсов Грузии. В многолетнем разрезе существенных изменений в стоке р. Куры не произошло (от границы с Турцией до г. Тбилиси), уменьшение же ее стока ниже г. Тбилиси связано с забором воды на орошение. Уменьшение годового стока р. Куры под влиянием антропогенных факторов продолжается на территории Азербайджана, где этот процесс связан со строительством ряда водохранилищ. Условно-естественный годовой сток реки Куры в створе Тбилиси к 1980 году уменьшился на 13–16 м³/сек. Такая же картина наблюдается и на других крупных реках Грузии. Так, р. Алазани является основным источником оросительной воды в Восточной Грузии, уменьшение стока реки за период 1991–2010 годы составило 9,18 м³/сек (7,65%).

Таяние ледников. Согласно исследованиям грузинских гляциологов, до второй половины XIX века на Северном Кавказе в бассейне р. Терек к 1960 г. было 99 ледников, к 2014 г. осталось 54. При таянии некоторые ледники раскололись или уменьшились.

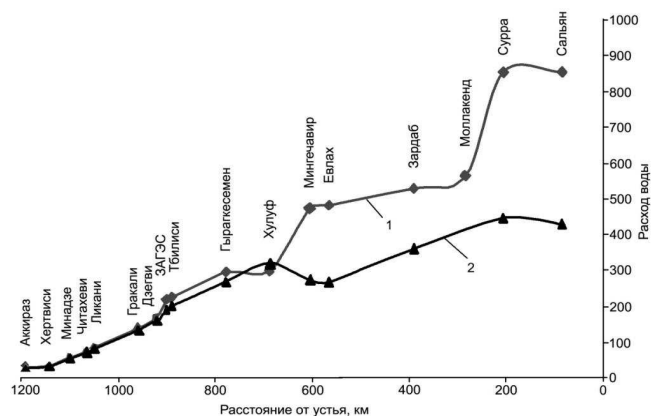
Наводнения и половодья. Реки Грузии характеризуются частыми наводнениями и половодьями, число которых увеличилось за последнее столетие. Холодная с обильным снегом зима, теплая весна и обильные дожди в период таяния снега, насыщенность влагой верхних слоев почвы и изменение инфильтрации почвы, уменьшение залесенности территории и незапланированные вырубки леса, морфология русла рек и т. п. – все это вызывает наводнения с повышенными кратковременными расходами воды рек и мутности вод.

Оползневые и селевые явления встречаются во всех зонах Грузии – от Черноморского побережья до высокогорных альпийских зон, общее количество селеопасных районов – более 900.

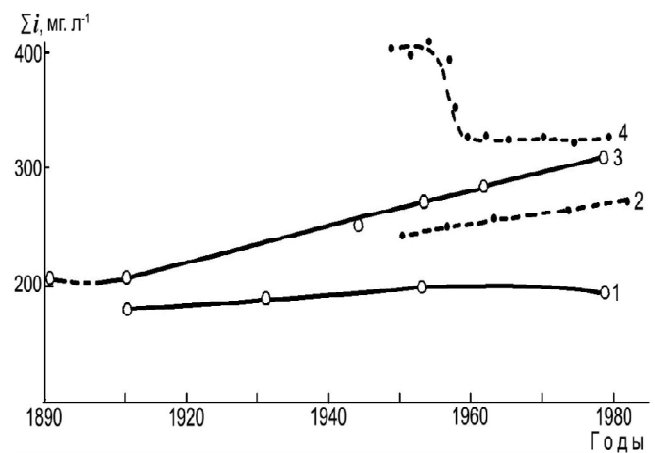
Химический состав поверхностных вод – одна из важнейших характеристик возобновляемых водных ресурсов Грузии. Тенденции изменения природных и антропогенных факторов отражаются на содержании главных ионов в речных водах. Судя по тангенсу угла наклона линии зависимости $\sum i$ мг. л⁻¹ от времени, наибольшее наращивание $\sum i$ наблюдается в водах р. Куры (рис. 5, 6).

Загрязнение вод рек Грузии вызывает загрязнение озер и водохранилищ, где малые значения скоростей движения вод уменьшают их самоочищающую способность, способствуют накоплению биогенных элементов на дне водоема, ускоряя процесс эвтрофикации. В подзем-

ных водах больших городов (Тбилиси, Рустави) обнаружены биологические загрязнители, индекс которых в 5–10 раз больше допустимого. Высокие концентрации загрязнителей наблюдаются в период межени в нижнем течении р. Куры после г. Боржоми, рис. 7 [5].



1 – условно-естественный сток; 2 – наблюдаемый сток (1991–2012)
Рисунок 5 – Естественная и антропогенная трансформация годового стока реки Куры по ее длине



1 – р. Арагви; 2 – р. Кура
Рисунок 6 – Изменение суммы главных ионов $\sum i$ речной воды во времени

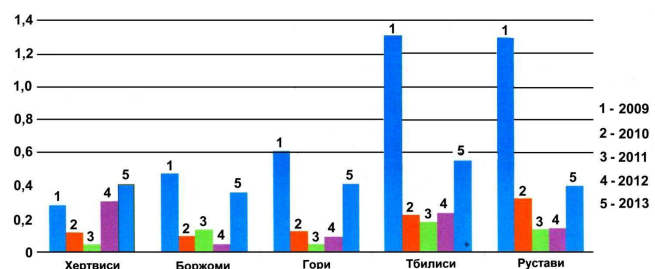


Рисунок 7 – Среднегодовая концентрация ионов аммония в р. Кура, мг/л (2009–2013) (межень)

Высокое содержание загрязнителей наблюдается на малых реках бассейна р. Храми: р. Машавера и р. Казрети, где загрязнителем является горно-обогадительный комбинат. В этих реках обнаружен мышьяк, фенол, нефтепродукты, азот, соединения свинца, концентрация которых в 200 раз превышает допустимую.

Формирование **солевого режима** водохранилища определяет изменение показателей химического состава воды. Увеличение минерализации воды наблюдается в устьевых участках зарегулиро-

Таблица 3 – Тарифы на услуги по подаче оросительной воды во внутрихозяйственную сеть мелиоративных систем Восточной Грузии

Группы оросительных систем по уровню фондообеспеченности лари/га	Покубометровый тариф, лари/м ³ (евро/м ³)		Льготный тариф, лари/м ³ (евро/м ³)	
	с учетом амортизационных отчислений	без учета амортизационных отчислений	с учетом амортизационных отчислений	без учета амортизационных отчислений
- до 1000,0	77,8 (25,5)	69,0 (22,6)	54,4 (17,8)	46,0 (15,1)
II - 1000,1 - 2000,1	94,2 (30,9)	82,0 (26,9)	65,9 (21,6)	53,4 (17,5)
III, более 2000,1	126,0 (41,3)	105,0 (34,4)	96,6 (31,7)	76,0 (24,9)

ванных рек и в прибрежной зоне моря. Так, среднегодовая минерализация воды по замыкающему створу реки Куры после зарегулирования повысилась на 47%.

Газовый режим водохранилища определяется кислородным режимом, а также снижением скоростей потока и интенсивности турбулентного перемешивания водных масс и уменьшения проточности. Падение уровня кислородного насыщения определяет снижение интенсивности процессов самоочищения и накопления продуктов анаэробного распада (сероводород, аммиак и др.), а также перераспределение химических элементов (железа, фосфора, цинка, марганца и др.), которые накапливаются в придонных слоях воды.

Минеральные и органические вещества, поступающие в водоемы с речными и поверхностными стоками, обуславливают уменьшение способности самоочищения водоема, снижают полезную экологическую продуктивность. Источник загрязнения водоемов биогенными веществами – это донные отложения с высоким содержанием илистой фракции. Большие запасы биогенных элементов и органических соединений являются одним из факторов эвтрофирования, загрязнения водоемов и формирования качества воды.

Эффективность использования оросительной воды зависит от системы тарификации, которая отражает рациональные величины материальных и трудовых затрат на аккумуляцию, транспортировку и подачу ее водопользователям. В Грузии осуществляется широкая программа реабилитации оросительных систем, их восстановления и модернизации. Но в результате неэффективного менеджмента, низкой культуры бизнеспланирования и несовершенных тарифов на оросительную воду (в среднем 75 лари (24 евро) за полив 1 га в течение года), мелиоративные эксплуатационные организации не получают необходимых денежных средств для покрытия своих расходов. Поэтому многие оросительные системы эксплуатируются неэффективно, разрушаются, приводя к потерям воды и низкой продуктивности сельскохозяйственных угодий. С целью повышения продуктивности оросительной воды предлагается установить плату за услуги по подаче воды во внутрихозяйственную сеть мелиоративных систем дифференцированно – в зависимости от природно-климатических и технических условий орошения по основным, льготным и штрафным тарифам [6, 7]. Основные тарифы могут быть применены при оплате услуг по подаче воды, используемой для предпосевных и вегетационных поливов, рассчитанных в соответствии с нормативами влагопотребления по конкретным видам возделываемых культур и угодий. Льготные тарифы могут быть применены при расчетах за подачу воды, используемой для проведения промывочных и влагозарядковых поливов, штрафные же – при сверхнормативном заборе воды. Затраты водохозяйственных эксплуатационных организаций включают в себя: расходы на содержание эксплуатационного штата; содержание и ремонт гидросооружений и гидропостов, насосных станций, скважин, затраты на восстановление и модернизацию производственной инфраструктуры эксплуатационных организаций. Тарифы на подачу оросительной воды мелиоративными системами представлены в таблице 3.

Водообеспеченность Грузии в бассейне трансграничной реки Куры – немаловажный фактор. При этом трансграничные страны должны обеспечить: учет водных ресурсов в границах бассейнов рек; создать банк данных всех компонентов водных ресурсов; охрану поверхностных и подземных вод, восстановление и повышение их качества; исключить возможность загрязнения и деградации подземных вод; обеспечить баланс между потреблением и восстановлением подземных

вод [8]. На основе экономического анализа, с учетом принципа "загрязнитель платит", эти страны должны обеспечить водоснабжение, предусматривающее мероприятия по охране окружающей среды, а также платы за пользование водными ресурсами [9].

При анализе перспектив развития гидроузлов ирригационного назначения необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что в Восточной Грузии используется под сельское хозяйство до 35% территории. При этом, гидрологические характеристики обуславливают необходимость создания регулирующих водохранилищ даже на малых ирригационных системах [10]. В настоящее время в Восточной Грузии эксплуатируется 43 водохранилища, из них объемом более 1 млн м³ – 27. Для развития орошаемого земледелия, сельскохозяйственного освоения территорий более высоких поясов вертикальной зональности в перспективе потребуется полное зарегулирование стока реки Куры водохранилищами общим полным объемом до 3,0 км³.

Предлагаемые в таблице 3 тарифы на услуги по подаче оросительной воды превышают действующий в настоящее время единый по Грузии тариф. Увеличение тарифов обеспечит возможность водохозяйственным организациям осуществлять полномасштабное производство эксплуатационных работ, увеличить надежность функционирования мелиоративных систем и надежность подачи оросительной воды. С целью устранения возможности столкновения интересов суверенных государств бассейна реки Куры, принятия согласованных решений в управлении водными ресурсами требуется разработать как методологический подход, так и теоретические основы построения математического обеспечения управленческих решений.

4. Заключение

За последние десятилетия наблюдается ряд негативных последствий от изменения климата на структуру и качество водных ресурсов. В ближайшее время не ожидается резкого улучшения этой ситуации. Более вероятно усугубление негативных явлений. Существенное влияние на водные ресурсы оказывает развитие сельского хозяйства и другие виды деятельности человека. На нужды сельского хозяйства расходуется основная доля воды. Сельское хозяйство является одним из главных источников загрязнения сточных вод. Рассматривая будущие потребности в воде в управлении водными ресурсами, надо учитывать планы пространственного развития территории. Сброс азота и фосфора и соответственно степень загрязнения вод этими веществами остается высокой, развиваются процессы эвтрофикации. Необходимо использовать такие мероприятия, применение которых позволит изменить сложившееся положение и улучшить качество воды в водотока и водохранилищах. Для улучшения ситуации в области водных ресурсов, повышения качества и эффективности их использования необходимо разработать и использовать комплекс мероприятий, включающий экономические, технические, организационные, просветительские и др. мероприятия.

Список цитированных источников

1. Lindsey, R. Climate Change / R. Lindsey, L. Dahlman // Global Temperature. – 2018.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>.
3. Sánchez-Lugo, A. Eds. 2018: Global surface temperatures [in "State of the Climate in 2017"] / A. Sánchez-Lugo, C. Morice, P. Berrisford,

- A. Argüez // Bull. Amer. Meteor. – Soc., 99 (8). – S. 12–13, doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1
4. Иорданишвили, И. К. Глобальное потепление и уровенный режим Черного моря // V Международная научно-техническая конференция / И. К. Иорданишвили, М. В. Вартанов, К. Т. Иорданишвили, Д. Ш. Поцхвериа // Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства. – Тбилиси, 2015. – С. 102–114.
 5. Сафаров, С. Г. Исследование вековой динамики температуры воздуха на северо-восточном склоне большого Кавказа (в пределах Азербайджанской республики) / С. Г. Сафаров, М. М. Магеррамова; Институт водного хозяйства им. Ц. Е. Мирцхулава Грузинского технического университета : сборник научных трудов. – 2017. – № 72. – С. 145–151.
 6. Iordanishvili, I. Cadastre of Georgia's Water Reserves (in Russian) / I. Iordanishvili, G. Gavardashvili, I. Iremashvili, M. Vartanov, K. Iordanishvili. – Tbilisi : Universal. – 2018. – 260 p.
 7. Вартанов, М. В. К вопросу платного водопользования / М. В. Вартанов, Л. Г. Кекелишвили // Экологическая безопасность, устойчивость и надежность водохозяйственных и гидромелиоративных объектов : сборник АН Грузии. – Тбилиси : Грузгидроэкология, 2005. – С. 44–46.
 8. Вартанов, М. В. Методы тарификации водных ресурсов, используемые в орошаемом земледелии / М. В. Вартанов, К. Т. Иорданишвили // Известия аграрной науки. – Тбилиси. – 2008. – № 4. – Том 6. – С. 114–116.
 9. Исмаилов, Р. Современные экологические проблемы реки Куры // Современные проблемы водного хозяйства, охраны окружающей среды, архитектуры и строительства : VI Международная научно-техническая конференция. – Тбилиси, 2016. – С. 100–103.
 10. Гавардашвили, Г. В. Ирригация, дренаж, эрозия (на грузинском языке). – Тбилиси : Издательство «Универсал», 2018. – 2-е издание. – 410 с.
 11. Гавардашвили, Г. В. Обоснование к схеме благоустройства и улучшение технического состояния Тбилисского моря для питания / Водные ресурсы, гидротехнические сооружения и окружающая среда Верхнесамгорской оросительной системы : материалы Международной научно-практической конференции / Г. В. Гавардашвили, И. К. Иорданишвили. – Баку, Азербайджан, 15–16 марта, 2017. – Часть 2. – С. 83–87.

References

1. Lindsey, R. Climate Change / R. Lindsey, L. Dahlman // Global Temperature. – 2018.
2. [Electronic Resource] – Access Mode : <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
3. Sánchez-Lugo, A. Eds. 2018: Global surface temperatures [in “State of the Climate in 2017”] / A. Sánchez-Lugo, C. Morice, P. Berrisford, A. Argüez // Bull. Amer. Meteor. – Soc., 99 (8). – S. 12–13, doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1.
4. Jordanishvili, I. K. Global Warming and the Black Sea Level Regime: V International Scientific and Technical Conference / I. K. Jordanishvili, M. V. Vartanov, K. T. Jordanishvili, D. S. Pozhveria // Contemporary problems of water management, environmental protection, architecture and construction. – Tbilisi, 2015 – P. 102–114.
5. Safarov, S. G. Study of the age-old dynamics of air temperature on the north-east slope of the large Kavkaz (within the Azerbaijan Republic) / S. G. Safarov, M. M. Magerramov Institute of Water Management named after C. E. Mirzhulav of the Georgian Technical University : collection of scientific works. – 2017. – № 72. – P 145–151.
6. Iordanishvili, I. Cadastre of Georgia's Water Reserves (in Russian) / I. Iordanishvili, G. Gavardashvili, I. Iremashvili, M. Vartanov, K. Iordanishvili. – Tbilisi : Universal. – 2018. – 260 p.
7. Vartanov, M. V. On the Issue of Paid Water Use / M. V. Vartanov, L. G. Kekelishvili // Environmental Safety, Sustainability and Reliability of Water and Hydromeliorative Objects: Collection of the Academy of Sciences of Georgia. – Tbilisi: Georgia, 2005. – P. 44–46.
8. Vartanov, M. V. Methods of water resources charging used in irrigated farming / M. V. Vartanov, K. T. Jordanishvili // News of agrarian science. – Tbilisi. – 2008. – № 4. – Vol. 6. – S. 114–116.
9. Ismailov, R. Modern Environmental Problems of the Kura River : VI International Scientific and Technical Conference // Modern Problems of Water Management, Environmental Protection, Architecture and Construction. – Tbilisi, 2016. – P 100–103.
10. Gavardashvili, G. V. Irrigation, drainage, erosion (in Georgian). – Tbilisi: University, 2018. – 2-nd edition. – 410 p.
11. Gavardashvili, G. V. Justification to the scheme of the blogo-device and improvement of technical condition of the Tbilisi sea for food is top a samgorsky orpositelny system : materials of the International scientific and practical conference on a subject : water resources, hydraulic engineering constructions and environment / G. V. Gavardashvili, I. K. Iordanishvili. – Baku, Azerbaijan, on March 15–16, 2017. – Part 2. – P. 83–87.

Материал поступил в редакцию 30.03.2020