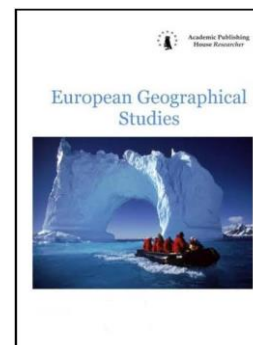


Copyright © 2020 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7197
2020, 7(1): 68-77

DOI: 10.13187/egs.2020.1.68
www.ejournal9.com



Current Problems of Fresh Water and Trends in the Flow of Water in the Rivers of the South Caucasus in Georgia

Tsisana Z. Basilashvili ^{a, *}

^a Georgian Technical University, Institute of Hydrometeorology, Tbilisi, Georgia

Abstract

Due to global warming and the Earth's overpopulation, vital fresh water resources are expected to suffer irreplaceable losses; thus, fresh water shortage is the most acute problem of our time.

The paper presents the characteristics of the state and problems of freshwater resources, there is a large disproportion in their distribution. Having studied the long-term dynamics of river water flow, it was found that with increasing intensity of the Caucasus glaciers' melting, river water flow increases here while in non-glacial zones, it decreases. Numerical values of their annual changes have been established.

Particularly acute problems of water scarcity are expected in eastern Georgia, where, due to the dry climate, the shortage of irrigation water will lead to a decrease in yield – the source of livelihood of the local population. Expected droughts will contribute to desertification processes. Therefore, it is necessary to rationally use the available water resources and take measures to replenish them in order to overcome the expected economic and social crisis and ensure environmental safety.

Keywords: water deficit, glaciers, forest cover, multiyear dynamic, parameters of trend, desertification.

1. Введение

Вода, солёность которой не превышает 0,1 ‰, называется пресной водой. На нашей планете пресные воды бывают поверхностными, осадочными и подземными. К поверхностным относятся реки, озёра, ледники и ручьи, к осадочным – снега, дожди и град, к подземным – родники и источники.

Известно, что 70 % земного шара покрыто водой, которая создаёт единую структуру мирового океана с морями, озёрами, речными бассейнами и др. Из них только 3 % воды является пресным, из которой лишь 1 % доступно человечеству.

На вкус пресная вода бывает солоноватой, сладковатой, с горечью и кисленькой. Пресную воду делят на два вида: обычную и минеральную, которая отличается от обычной питьевой воды содержанием в ней определённым количеством разных минералов и бывают: лечебной, лечебно-столовой и столовой.

Распределение пресной воды по земному шару крайне неравномерно. В Европе и Азии, где проживают 70 % населения мира, запасы пресных вод составляет лишь 39 %, из которых

* Corresponding author
E-mail addresses: jarjini@mail.ru (T. Basilashvili)

наибольшее количество сконцентрировано в реках и озёрах. По ресурсам поверхностных вод, ведущее место в мире занимает Россия. Здесь только в озере Байкал сосредоточено около 20 % (23000 км³) мировых запасов озерной пресной воды ([Пресная вода](#)).

По данным ООН на 1 км² площадей территории суши на Земле приходится 0,263 м³ пресных водных ресурсов, а на одну душу населения – 7056 м³. Эти же показатели для Европы составляют 0,318 м³ и 3934 м³ соответственно. Потребность в пресной воде на душу населения составляет 150-200 м³ в год, а в странах, расположенных на пустынях показатель обеспечения пресной воды только 20-35 м³.

Количество пресной воды используемой человеком составляет менее 7 % гидроресурсов Земли, а 70 % воды употребляет сельское хозяйство ([Каркашадзе, 2015](#)).

Вода присутствует во всех биологических процессах и без воды невозможно развить ни одну отрасль экономики. Ей принадлежит важное и порой решающая роль как в сельском хозяйстве, так и в промышленности, в энергетике и т.д. Таким образом, вода – одно из наибольших сокровищ на нашей планете – залог жизни, поэтому можно сказать, что, если водные запасы исчерпаются – всему живому на Земле придёт конец.

2. Материалы и методы исследования

В статье для характеристики состояния и существующих проблем по водным ресурсам были использованы литературные источники и разные официальные информации.

В целях исследования изменения стока рек использованы материалы наблюдений за расходами воды на 16 гидрологических постах, расположенных на территории Грузии, за период существования наблюдений.

Для выявления тенденции изменения стока воды рек был использован метод исследования их многолетней динамики. Количественная оценка ежегодного изменения стока воды происходила по определению параметров уравнения выявленных трендов по их прямолинейным аппроксимациям.

3. Обсуждение

Состояние водных ресурсов

Наибольшая часть пресной воды на земле содержится в ледниках, айсбергах и постоянных снегах, доля которых от общей суммы составляет 69 %, на втором месте в этом отношении стоят подземные воды (30 %). Помимо этого, пресные воды существуют в вечной мерзлоте, в пресных озёрах, в облаках, в реках и ручьях.

Согласно информации ([The World's Water](#)) в [Таблице 1](#) приводятся все источники пресной воды на земле, их количество (км³) и доля (%) от общей суммы. Из этой таблицы видно, что наименьший объём (2120 км³) пресной воды находится в реках, который из общей суммы составляет лишь 0,006 %, но следует отметить, что в отличии от других источников, пресные воды рек и ручей являются постоянно возобновляемыми и наиболее легко доступными для людей. Поэтому с давних времён люди строили своё жильё по берегам рек и осваивали их долины и террасы, как для сельскохозяйственных культур, так и для хозяйственного делопроизводства, построения зданий, путей, линий электропередачи и др.

Таблица 1. Источники пресной воды, их объёмы (км³) и доля (%)

Вид источника	Объём км ³	%
Ледники, айсберги, постоянный снег	24 000 000	68,7
Подземная пресная вода	10 500 000	30,1
Вечная мерзлота	300 000	0,86
Пресные озёра	91 000	0,26
Пары атмосферы	12 000	0,04
Реки	2 120	0,006
Всего	35 000 000	100

Гидрологический режим рек определяется климатообразующими факторами и в том числе общей циркуляции атмосферы, который связан с солнечной активностью. Как известно, при минимальной солнечной активности, когда количество пятен на Солнце (число Вольфа) достигает 30, на Земле не бывают засухи и недостаток влаги. Следует отметить, что уровень грунтовых вод, бессточных озёр и расходы воды рек также связаны с солнечной активностью.

Проблема нехватки пресной воды

Пресная вода считается неиссякаемым природным ресурсом, так как благодаря круговороту вода в природе, её запасы постоянно восстанавливаются. Поэтому раньше считали, что природные ресурсы неисчерпаемые и их можно использовать беспредельно. Но в связи с увеличением солнечной активности и сменой климата, деятельностью человека, перенаселённости Земли, жизненно важным ресурсом ожидаются невозполнимые потери. На фоне современного потепления климата, особенно ощутимым становится проблема нехватки пресных вод для многих регионов мира, который может стать основным из ресурсных ограничителей развития экономики.

По данным ООН на начало 2000-х годов более 1,2 млрд людей жили в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд страдают от него регулярно. По данным 2010 года из-за глобального потепления на Земле ежегодно погибало 300 000 человек, а к 2030 году, это число повысится до 500 тыс. ([Глобальная экологическая перспектива, 2009](#)).

В дальнейшем из-за увеличения населения, развития промышленности и сельского хозяйства, водопотребность ещё увеличится и население мира окажется в условиях дефицита пресных вод. По прогнозам ООН, к 2025 году водопотребность увеличится на 40 % и 2/3 человечества будет проживать в условиях острой нехватки питьевой воды. Из-за засух в течении 30 лет миллион человеческой жизни окажется в опасности. В 2032 году половине населения Земли грозит засуха и 70 % видов животных будут на стыке уничтожения.

По данным ООН к середине XXI века численность живущих при постоянной нехватке воды превысит 4 млрд человек ([Вода для людей, 2003](#)). Кроме этого, в мире примерно 1/3 населения живёт в регионах, где сельскохозяйственная отрасль основана только на искусственное орошение. Но с повышением концентрации парниковых газов в атмосфере и ожидаемого изменения климата, в будущем засуха может стать более серьёзной проблемой, так как уже наблюдается дефицит воды необходимые для орошения. Из года в год увеличивается процент орошаемых сельхозугодий, который в настоящее время составляет 17 % территории Земли. Глобальное потепление климата будет способствовать увеличению вегетационного периода и повышению вероятности экстремальных явлений, таких как: наводнения, лесные пожары, засухи, опустынивание и др. На реках ожидается сдвиг весеннего половодья на ранние сроки и сокращение стока воды вегетационного периода. Соответственно с этим увеличатся орошаемые земли и водопотребление на орошение.

Недостаток поливной воды отрицательно влияет на количество и качество урожая. При дефиците влаги и воздействия высоких температур, потери урожая будет значительным, вызванный как потеплением, так и увеличением числом засушливых лет. Обычно потребляемая сельско-хозяйством вода не возвращается в чистом виде и это естественно, а 22 % используемой воды “пропадает” и не возвращается. Наука ищет способы уменьшения потери воды – этого основного элемента жизни. В число первоочередных задач в этом отношении является поиск путей и способы рационального использования поливной воды, подбора культур и сортов растений, устойчивых к водному стрессу.

Эксперты прогнозируют, что, если человечество в ближайшее время не найдёт альтернативу использования природных запасов пресных вод, проблема нехватки воды достигнет глобальных масштабов, что приведёт к нестабильности в обществе, упадку экономики в тех странах, где водные запасы скудные, войнам и мировым катаклизмам.

Проблема загрязнения пресных вод

Пресная вода относится возобновляемым природным ресурсом, но при неправильном её использовании, она становится непригодной, поэтому кроме дефицита пресной воды, актуален вопрос её загрязнения и непригодности для использования. Причины загрязнения являются природными и искусственными. К природным катаклизмам относятся землетрясения, наводнения, сели, лавины, оползни и прочие. Искусственные причины

связаны с деятельностью человека. По развитию промышленности заводы, фабрики и автомобильный транспорт выбрасывают в атмосферу вредные вещества, которые вызывают кислотные дожди. Кроме этого, человек загрязняет воду как при коммунальном обслуживании, так и разными отходами, пестицидами и др. От канализаций вода стекает в реках и в других водоёмах, которые являются средой существования многих живых существ.

Загрязнённые воды могут стать причиной истребления многих видов животных и рыб, а также вызывает смертельно опасные заболевания у людей: тиф, холера, онкологические заболевания, врождённые аномалии и др. По данным Всемирной Организации Здоровья, причиной 80 % заболеваний является грязная вода, поэтому чтобы не подвергать организм опасности, всегда следует следить за качеством воды, при необходимости использовать специальные фильтры, очищенную бутилированную воду.

В мире ежегодно стекает в водоёмах около 500 млрд м³ использованные загрязнённые воды, из-за чего некоторые водоёмы уже не могут обновлять их и ожидается, что они станут мёртвыми.

Ежегодно на Земле из плодородных земель 21 млн га становится негодным для сельскохозяйственного производства, а 6 млн га добавляется пустыням. Это проблема связана в основном к воде, в результате антропогенного воздействия и глобального потепления климата. В 90-х годах XX века около 80 государств, где живёт 40 % населения всего мира, уже пережили недостаток воды. Сегодня 1/3 населения мира живёт в тех странах, где водопользование на 10 % выше, чем ресурсы воды ([Глобальная экологическая перспектива, 2009](#)).

При интенсивном антропогенном возделывании, вода не только загрязняется, она может иссыхать, например, при вырубке лесов или интенсивным извлечением подземных вод, что часто вызывает депрессию почвы и создание огромных воронок.

Проблемы пресной воды в горных условиях Грузии

Основными источниками пресной воды в Грузии являются реки, стекающие с гор Большого (на Севере) и Малого (на Юге) Кавказа, которые стекают на Западе в Чёрное море, а на Востоке текут к Каспийскому морю. Кроме рек, пресные воды находятся также и в других водоёмах, данные которых приведены в таблице 2, составлены на основе данных приведённых в монографиях ([Водные ресурсы Закавказья, 1988](#); [Природные ресурсы Грузии, 1991](#)). Суммарный объём всех поверхностных ресурсов пресных вод составляет 100 км³, из которых наибольший объём (65 км³) воды в году формируются в 26060-х реках, а на втором месте в этом отношении стоят ледники, в которых находятся 30 км³ объём воды.

Таблица 2. Поверхностные пресные воды Грузии

Источники пресной воды	Количество	Площадь км ²	Объём воды км ³	Доля %
Реки	26060		65	65
Ледники	786	556	30	30
Озера	856	169	0,72	0,7
Водоохранилища	44	120	2,51	2,5
Болота	87	1080	1,80	1,8
Сумма			100	100

В Грузии, кроме поверхностных, имеются и подземные ресурсы пресной воды с объёмом 18 км³. На территории зафиксированы также более 2300 источников минеральных вод с суточным дебитом 130 млн л. и 1500 карстовых пещер с невидимыми озёрами и реками. Таким образом, совокупность всех поверхностных и подземных водных объектов создают прекрасную сокровищницу богатства пресных вод Грузии, где водообеспеченность на 1км² площади территории составляет 949 км³, а на одного жителя за год приходится 11,3 тыс. м³ воды ([Природные ресурсы Грузии, 1991](#)).

Физико-географические и климатические условия на территории Грузии обуславливают большое гидрологическое разнообразие и неравномерное распределение стока воды рек на территории западной и восточной части с одинаковыми площадями. Из суммарного годового стока воды всех рек 77 % – 50 км³ приходится в Западной, а остальное 23 % – 10 км³ течёт на территории Восточной Грузии. Высота слоя воды рек на западе составляет 1300 мм, а на востоке только 400 мм. Самыми многоводными являются реки, стекающие в Западной части Кавказских гор, где годовой сток составляет 4000 мм, а самыми маловодными являются реки Юго-Восточной части Грузии, где сток составляет только 50 мм ([Водные ресурсы Закавказья, 1988](#)).

В верховьях у истоков горных рек в нивальной зоне ледники являются природными аккумуляторами пресной воды, где они поступают в холодный период года от атмосферных осадков и аккумулируются в виде льда. Воду они отдают в жарких летних днях, когда потребность к воде высокая. Эти воды полезны во всех отношениях, как высококачественная питьевая вода и являются источниками питания рек. Следует отметить, что наблюдается синхронность динамики некоторых ледников Кавказа и Альпийских гор. Они имеют сходные нисходящие тренды, которые начались в конце XIX века. Но в 1960–1970-х годах, когда температура воздуха уменьшилась на 0,4 °С, отмечено увеличение ледников и сдвиг вперёд ([Мумладзе и др., 2008](#)).

На фоне глобального потепления, в Грузии замечается повышение природных зон на 100-150 метров и освоение населением субальпийских и альпийских зон вызывает антропогенную нагрузку на ледниках ([Мумладзе, 1991](#)). Тревожно и то, что по прогнозу в 2030-2050-х годах площадь оледенения сократится на 20 % и 40 %, и соответственно уменьшатся запасы воды в ледниках на 10 % и 30% ([Шенгелия, Чиджавадзе, 2003](#)). В настоящее время Кавказ входит в число 200 глобальных эко регионов, выделенных Всемирным Фондом Защиты Природы (WWF). Кавказ также является одним из выделенных на Земле 35 горячих точек (Hot spots) по биоразнообразию. Грузия богата разнообразными животными и растениями и много редких видов внесены в список Красной Книги Международного Союза Защиты Природы (IUCN).

Водные ресурсы Грузии широко используется во всех отраслях хозяйства республики: для нужд населения, энергетики, промышленности, орошения, животноводства и в других целях. Водные объекты используются также для водного транспорта, рыбоводства, спортивных целей, отдыха и др. Потери воды на нужды хозяйства иногда значительны. Большое количество воды в регионе используется в промышленности, в частности в энергетике используется около 35 км³ воды на 8 тепловых и более 60 гидравлических электростанциях, которые за год вырабатывают более 15 млрд квт час электроэнергии. Общий гидроэнергетический ресурс рек Грузии составляет 137 млрд квт час в году с мощностью 15,6 млн квт, из которых 2/3 часть приходится в Западной, а 1/3 часть в Восточной Грузии. Из общих ресурсов технически можно освоить 85 млрд квт час, но из них экономически приемлемый потенциал составляет не более 50 млрд квт час ([Водные ресурсы Закавказья, 1988](#)).

Значительная часть водных ресурсов Грузии используется в сельском хозяйстве, но в этом отношении существует большая диспропорция по водообеспеченности поливной воды для орошения по территории. В Западной Грузии, где под влиянием Чёрного моря достаточны атмосферные осадки и не требуется орошение в большом масштабе, а в Восточной Грузии находится 85 % орошаемых земель Грузии. Здесь расположены самые плодородные земли, где раскинуты широкие, в основном виноградные поля. Из-за сухого климата требуется их регулярное орошение, но, к сожалению, здесь водные ресурсы ограничены и не хватает для орошения на весь период вегетации ([Basilashvili et al, 2012](#)).

По археологическим раскопкам, земледелие в Грузии, началось 8-10 тыс. лет тому назад, а хозяйственное производство 4-5 тыс. лет назад. Первые следы борьбы от засухов были обнаружены, в виде 140 километровых облицованных каналов, построенные в восточной Грузии в XII веке при царе Тамаре Багратиони. Значит, 8-9 век тому назад, здесь также была высокая термическая зона. Известно, что в VIII–XIII веках на Земле было потепление климата, когда формировалась пустыня Сахары в Африке, происходило таяние полярных ледников и викинги обнаружили южную зелёную Гренландию. Но в книге

“Описание царства Грузии”, написанная 280 лет тому назад, Вахушти Багратиони отмечает, что долины Восточной Грузии покрыты густыми лесными покровами и не было упомянуто о засухе, где в данное время потепление климата вызвал усиление засухов, в результате чего уже повреждено две сотни тыс. га земли, а на 3 тыс. га начат процесс опустынивания. Если здесь своевременно не будут проведены надлежащие работы, затем будет очень трудно и дорого её приостановить.

Тенденции изменения стока воды горных рек Грузии

На сегодняшний день очень значительным является исследование ожидаемых тенденций изменения расходов воды рек и оценка их развития. Для этого следует изучение их динамики как в качественном, так и в количественном виде, путём приближённой оценки их трендов аппроксимированный, например, по прямолинейным уравнениям:

$$T = AN + B, \quad (1)$$

где T – тренд исследуемого элемента, то есть осреднённая линия, отображающая тенденцию их изменения;

A – коэффициент уравнения, численное значение которого определяет интенсивность, то есть скорость изменения, а их знак (+ или -) указывает на направление их изменения: (+) изображает восходящую (увеличению), а (-) указывает на нисходящую (уменьшающую) тенденцию;

N – порядковый номер наблюденных данных исследуемого элемента от их начала, для которого $N = 1$, а для каждого (i) следующего $N = 1 + i$;

B – постоянный коэффициент уравнения, который представляет минимальное значение исследуемого элемента при восходящую тенденцию линии тренда, или же является их максимальное значение при нисходящую тенденцию тренда.

В целях исследования многолетней динамики среднегодовых расходов воды рек, нами были рассмотрены их ежегодные величины за 40-60 летние ряды существующих наблюденных данных на основных 16 гидростворах рек Грузии, где измерялся природный сток воды. В [Таблице 3](#) приведены параметры трендов уравнений. Согласно данных этой таблицы, следует отметить, что в многолетней динамике среднегодовых расходов ярко выражено их восходящая тенденция на тех реках, в бассейнах которых существуют ледники и вечный снежный покров и в формировании стока воды рек участвуют их талые воды.

Таблица 3. Параметры (A и B) уравнений трендов ($T = AN + B$) ежегодного изменения средних расходов воды (m^3/c) рек Грузии

Река – Пункт	Площадь водосбора km^2	Средняя Высота м	Период наблюдений (годы)	Параметры m^3/c	
				A	B
Кодори – Лата	1480	1920	1931-1990	0,357	81,2
Ингури – Хаиши	2780	2320	1938-1990	0,960	89,4
Риони – Сакочакидзе	13300	2620	1928-1990	1,303	372
Квирила – Зестафони	2490	960	1930-1990	- 0,028	61,6
Чорохи – Эрге	22000	2016	1930-1990	- 0,458	290
Аджарисцкали – Кеда	1360	1470	1937-1990	0,118	43,0
Большая Лиахви – Кехви	924	2100	1929-1990	0,114	24,4
Малая Лиахви – Ванати	422	1940	1929-1990	- 0,014	10,3
Ксани – Коринта	461	1830	1941-1990	- 0,070	11,2
Арагви – Жинвали	1900	1890	1936-1990	0,028	44,1
Белая Арагви – Млета	107	2620	1935-1990	0,008	5,08
Белая Арагви – Пасанаури	337	2189	1937-1990	0,003	12,0
Чёрная Арагви – Устье	240	2020	1959-1990	- 0,008	7,84
Пш.Арагви – Магароскари	945	1960	1959-1990	0,052	17,6
Хадисхеви – Цкере	18,8	2500	1958-1990	0,005	0,87
Алазани – Биркиани	282	2200	1950-1996	- 0,002	14,0

Самой большой интенсивностью ежегодного увеличения расходов воды в Западной Грузии отмечается на р. Риони, которая в тёплое время года обильно питается талыми водами ледников и вечных снегов. Здесь у с. Сакочакидзе тренд среднегодовых расходов воды за период 1928-1990 гг. аппроксимируется уравнением:

$$T = 1,303 N + 372, \quad (2)$$

Самой большой интенсивностью ежегодного уменьшения годовых расходов отмечается на р. Чорохи, где нет ледников и уравнение тренда имеет вид:

$$T = - 0,458 N + 290, \quad (3)$$

В Восточной Грузии увеличение расходов воды отмечается только на двух реках: Большая Лиави и Белая Арагви, у истоков которых существуют небольшие ледники. На других реках тренды носят нисходящее направление. Самой большой интенсивностью ежегодного уменьшения характеризуются среднегодовые расходы воды р. Ксани у с. Коринта, тренд которого за период 1941-1990 гг. выражается уравнением:

$$T = - 0,070 N + 11,2, \quad (4)$$

Следует отметить тот факт, что рассмотренные периоды наблюдений за расходами воды рек очень ограничивает оценку влияния глобального потепления климата на сток воды рек, так как именно после рассмотренного (до 1991 г) периода началось интенсивное потепление климата, но к сожалению, из-за отсутствия необходимых наблюдённых данных нет возможности их уточнить. В Грузии с 1991 г. на реках измеряются лишь уровни воды.

Таким образом, за рассмотренный период было выявлено, что в результате потепления климата увеличивается интенсивность таяния ледников Кавказа и соответственно повышается сток воды рек, при которых часто имеет место катастрофические явления, а в не ледниковых зонах, наоборот повышается испарение и уменьшается водность рек, что вызывает дефицит поливных водных ресурсов и вследствие уменьшения, а иногда прекращения урожайности сельскохозяйственных культур ([Basilashvili, 2015](#)).

В дальнейшем усиление потепления климата приведёт к уменьшению водности рек Грузии с преобладанием снегового питания, а в перспективе резко сократит сток рек снежоледникового типа питания и усилит процесс деградации оледенения горных массивов, а в середине ХХІІ века ожидается исчезновение ледников Кавказа ([Басилашвили и др., 2012](#)), что очень отрицательно повлияет на запасы пресной воды в бассейнах рек. В аридных зонах усилятся процессы засухов и опустынивания, что вызовет экономические и социальные напряжения ([Basilashvili et al., 2015](#)).

В текущем ХХІ веке, в связи с ожидаемой активизации потепления климата ([Третье национальное сообщение, 2015](#)) в Восточной Грузии с повышением температуры увеличится испарение, уменьшатся уровни грунтовых вод и сток воды рек. В частности, в бассейне р. Алазани, которая является основной водной артерией для орошения плодородных земель Восточной Грузии в 2021-2050 гг. ожидается увеличение среднегодовых температур на 1,1 °С, а в 2071–2100 гг. на 3,5 °С. В результате этого значительно повысится сумма положительных температур и соответственно продолжительность вегетационного периода, что даст возможность получить урожай некоторых культур дважды за год. В таком случае понадобится увеличить запасы поливной воды, что зависит от количества атмосферных осадков и водности реки.

По прогнозу ([Третье национальное сообщение, 2015](#)) на данной территории годовое количество атмосферных осадков в 2021-2050 гг. уменьшится на 20 %, а в 2071–2100 гг. на 22 % и одновременно ожидается увеличение засухов. По нашим исследованиям ([Basilashvili et al., 2015](#), [Басилашвили, 2018](#)) на р. Алазани у с. Биркиани, где измерялись сток воды в течении 47 лет (1950-1996) тренд их изменения за вегетационный период (с апреля по сентябрь) аппроксимируется уравнением:

$$T = - 0,0084 N + 20,642, \quad (5)$$

откуда видно, что ежегодное уменьшение стока воды за вегетационный период составляет – 0,0084 м³/с, что значительно больше, чем уменьшение среднегодового стока воды, которое согласно [Таблице 3](#) составляет – 0,002.

Таким образом, в условиях потепления климата в Восточной Грузии ожидаемое уменьшение атмосферных осадков и увеличение температуры вызовет увеличение испарения с поверхности бассейна реки, особенно за вегетационный период значительно

уменьшится сток воды рек. В таких условиях реки уже не смогут обеспечить водопотребность оросительных систем в период активного орошения растений, что вызовет неурожайность и опустынивание. Это очень отрицательно повлияет на природную среду и развитие экономики страны. Чтобы этого не случилось, следует планировать и заранее провести определённые превенциальные мероприятия. Поэтому на данном этапе остро стоит вопрос о мероприятиях для преодоления данной проблемы.

4. Заключение

Жизнь на Земле во многом зависит от запаса пресной воды, которые определяют развитие общества и страны. Но из-за потепления климата и дефицита пресной воды ежегодно на Земле, из существующих плодородных земель, 21 млн га становится негодным для сельскохозяйственного производства, а 6 млн га добавляется пустыням.

Кроме дефицита воды, актуален вопрос и её загрязнения, вызванный природными факторами (землетрясения, наводнения, сели, оползни, лавины и др.) и развитием производства. Грязная вода вызывает смертельные заболевания у людей. Дальнейшее потепление климата будет способствовать повышению вероятности экстремальных явлений и уменьшения стока воды рек. Из-за увеличения вегетационного периода повышается водопотребность на орошение, но недостаток поливной воды вызовет упадок урожая и экономики страны.

На фоне потепления климата, в Грузии повышаются природные зоны на 100-150 м и населением осваиваются субальпийские и альпийские зоны, увеличивается интенсивность таяния ледников Кавказа и повышается сток воды рек, на которых часто бывают катастрофические явления. А в не ледниковых зонах, наоборот, повышается испарение и соответственно уменьшается водность рек, что вызывает дефицит поливных водных ресурсов в период активного орошения растений. Ожидаемые засухи в восточной Грузии, где расположены самые плодородные земли, вызовет развитие процессов опустынивания, что очень отрицательно повлияет на природную среду и развитие экономики страны. Чтобы этого не случилось, следует заранее планировать и рационально использовать имеющиеся водные ресурсы и своевременно провести меры для защиты от потери ограниченных водных ресурсов.

Таким образом, вопрос охраны воды и водных экосистем приобрёл очень сложный и актуальный характер. Поэтому правительства стран должны провести своевременные мероприятия для их спасения. В первую очередь необходимо более рационально использовать ограниченные природные ресурсы пресной воды и усилить деятельность по их управлению.

Литература

Басилашвили и др., 2012 – *Басилашвили Ц.З., Салуквадзе М.Е., Цомая В.Ш., Херхеулидзе Г.И.* Катастрофические наводнения, сели и лавины в Грузии и их безопасность. Тбилиси. 244 с. (на груз. яз.).

Басилашвили, 2018 – *Басилашвили Ц.З.* Ожидаемые тенденции изменения стока воды р. Алазани в условиях потепления климата. *Наука и Технология*. № 1 (727), изд. Технический Университет, Тбилиси, 2018, с. 56-68. (на груз. яз.).

Водные ресурсы Закавказья, 1988 – Водные ресурсы Закавказья, Ленинград, Гидрометеиздат, 1988, 264 с.

Глобальная экологическая перспектива, 2009 – Глобальная экологическая перспектива. ЮНЕП, 2009, 540 с.

Каркашадзе, 2015 – *Каркашадзе Н.* Окружающая среда и проблемы экологии. *Международная Научная Конференция “Глобальное потепление и агробиоразнообразие”*. Тбилиси, 2015, с. 386-387.

Мумладзе и др., 2008 – *Мумладзе Д., Гобеджшвили Р., Ломидзе Н.* Динамика ледников на фоне современного изменения климата. *Тр. Института Географии Грузии*, Тбилиси, 2008, № 2 (81), с. 254-260. (на груз. яз.).

Мумладзе, 1991 – *Мумладзе Д.* Современное изменение климата в Грузии. Тбилиси, 1991, 127 с. (на груз. яз.).

Пресная вода – Пресная вода [Электронный ресурс]. URL: http://www.o8ode.ru/article/oleg2/precnaa_voda.htm

Природные ресурсы Грузии, 1991 – Природные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Тбилиси, Метниереба, 1991, 684 с.

Третье национальное сообщение, 2015 – Третье национальное сообщение об изменении климата. UNOP in Georgia, Тбилиси, 2015, 292 с. (на груз. яз.).

Шенгелия, Чиджавадзе, 2003 – Шенгелия Р., Чиджавадзе Р. Прогнозы оледенения и ледового стока на фоне глобального потепления климата. *Наука и Технология*. № 4–6, Тбилиси, 2003, с. 111-114.

Basilashvili et al., 2015 – Basilashvili Ts., Matchavariani L., Lagidze L. Desertification risk in Kakheti Region, East Georgia // *Journal of Environmental Biology*. 36, Luchnov, India, 2015. pp. 33-36.

Basilashvili et al., 2012 – Basilashvili Ts., Tabatadze J., Janelidze M. River water regulation under modern climate change conditions. Cambridge Scholars Publishing, UK, 2012, pp. 347-352.

Basilashvili, 2015 – Basilashvili Ts. Changes of Georgian Mountainous Rivers Water Flows, Problems and Recommendations // *American Journal of Environmental Protection*. Science Publishing Group USA. 2015. 4(31): 38-43.

Water for people... – Water for people, water for life: The United Nations World Water Development Report; Executive summary (rus). Moskva. [Electronic resource]. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556r.pdf> unesdoc.unesco.org

Where is Earth's Water? – Where is Earth's Water? [Electronic resource]. URL: <https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>

References

Basilashvili et al., 2012 – Basilashvili Ts., Tabatadze J., Janelidze M. River water regulation under modern climate change conditions. Cambridge Scholars Publishing, UK, 2012, pp. 347-352.

Basilashvili et al., 2015 – Basilashvili, Ts., Matchavariani, L., Lagidze, L. (2015). Desertification risk in Kakheti Region, East Georgia. *Journal of Environmental Biology*. 36, Luchnov, India, pp. 33-36.

Basilashvili i dr., 2012 – Basilashvili, Ts.Z., Salukvadze, M.E., Tsomaya, V.Sh., Kherkheulidze, G.I. (2012). Katastroficheskie navodneniya, seli i laviny v Gruzii i ikh bezopasnost' [Catastrophic of floods, mudflows and avalanches in Georgia and their safety]. Tbilisi. 244 p. (na груз. yaz.).

Basilashvili, 2015 – Basilashvili, Ts. (2015). Changes of Georgian Mountainous Rivers Water Flows, Problems and Recommendations. *American Journal of Environmental Protection*. Science Publishing Group USA. 4(31): 38-43.

Basilashvili, 2018 – Basilashvili, Ts.Z. (2018). Ozhidaemye tendentsii izmeneniya stoka vody r. Alazani v usloviyakh potepeniya klimata. *Nauka i Tekhnologiya*. № 1 (727), izd. Tekhnicheskii Universitet, Tbilisi, 2018, s. 56-68. (na груз. yaz.).

Global'naya ekologicheskaya perspektiva, 2009 – Global'naya ekologicheskaya perspektiva [Global ecological perspective]. YuNEP, 2009, 540 p. [in Russian]

Karkashadze, 2015 – Karkashadze, N. (2015). Okruzhayushchaya sreda i problemy ekologii [Ecological problems and the environment]. *Mezhdunarodnaya Nauchnaya Konferentsiya "Global'noe poteplenie i agrobioraznoobrazie"*. Tbilisi, pp. 386-387. [in Russian]

Mumladze et al., 2008 – Mumladze, D., Gobejishvili, R., Lomidze, N. (2008). Dinamika lednikov na fone sovremennogo izmeneniya klimata [Dynamics of glaciers on the background of modern climate change]. *International conference on: "Pressing problems of geography of mountainous regions"*, Tbilisi, pp. 254-261. [in Georgian]

Mumladze, 1991 – Mumladze, D. (1991). Sovremennoe izmenenie klimata v Gruzii [Current change of climate of Georgia]. Tbilisi, 127 p. (na груз. yaz.).

Presnaya voda – Presnaya voda [Fresh water]. [Electronic resource]. URL: http://www.o8ode.ru/article/oleg2/precnaa_voda.htm

Prirodnye resursy Gruzii, 1991 – Prirodnye resursy Gruzii i problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya [The natural resources of Georgia and problems of their rational utilization]. Tbilisi, Metsniereba, 1991, 684 s. [in Russian]

Shengelia, Chijavadze, 2003 – Shengelia, R., Chijavadze, R. (2003). The forecast of glaciers and their flows on the background of modern climate change. *Science and technologies*. 4–6, Tbilisi, pp. 111-114. [in Russian]

[Tret'e natsional'noe soobshchenie, 2015](#) – Tret'e natsional'noe soobshchenie ob izmenenii klimata [Georgia's third national communication to the UNFCCC]. UNOP in Georgia, Tbilisi, 2015, 292 p. (na gruz. yaz.).

[Vodnye resursy Zakavkaz'ya, 1988](#) – Vodnye resursy Zakavkaz'ya [Water resources in TransCaucasus]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1988, 264 p. [in Russian]

[Water for people...](#) – Water for people, water for life: The United Nations World Water Development Report; Executive summary (rus). Moskva. [Electronic resource]. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556r.pdf>

[Where is Earth's Water?](#) – Where is Earth's Water? [Electronic resource]. URL: <https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>

Современные проблемы пресной воды и тенденции изменения стока воды рек южного Кавказа в Грузии

Цисана Захарьевна Басилашвили ^{a, *}

^a Грузинский технический университет, Институт гидрометеорологии, Тбилиси, Грузия

Аннотация. В связи с глобальным потеплением и перенаселённости Земли, жизненно важным ресурсам пресной воды ожидается невосполнимые потери, поэтому дефицит пресной воды – крупнейшая проблема современности.

В работе приведены характеристики состояния и проблемы ресурсов пресных вод, отмечается большая диспропорция их распределения. Изучая многолетнюю динамику стока воды рек, выявлено, что с увеличением интенсивности таяния ледников Кавказа повышается сток воды рек, а в не ледниковых зонах наоборот, они уменьшаются. Установлены численные величины ежегодного их изменения.

Особенно острые проблемы дефицита воды ожидается в восточной Грузии, где из-за сухого климата ограничение поливных вод вызовет уменьшение урожайности – источник существования местного населения. Ожидаемые засухи будут способствовать развитию процессов опустынивания. Поэтому необходимо рационально использовать имеющиеся водные ресурсы и провести меры для их пополнения в целях преодоления ожидаемого экономического и социального кризиса и обеспечения безопасности окружающей среды.

Ключевые слова: дефицит воды, таяние ледников, многолетняя динамика, параметры трендов, опустынивание.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: jarjinio@mail.ru (Ц.З. Басилашвили)