



УДК 556

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕКИ МЗЫМТА

Казакуло Кирилл Петрович

Студент, Российский государственный гидрометеорологический университет
192007, Санкт-Петербург, ул. Воронежская 79
kazak6500@mail.ru

Аннотация

Проведен анализ показателей водного режима реки Мзымта за период с 1968 по 2019 год, выявлены изменения расхода воды. Проведено полевое обследование бассейна реки. Выявлены основные экологические проблемы водосборного бассейна. На основе проведенного анализа сделаны выводы о факторах, определивших выявленные в процессе исследования изменения объемов стока и водного режима реки Мзымта.

Ключевые слова: водосборный бассейн, климатическая норма осадков, норма стока, модуль стока, режим реки, расход воды, годовой сток.

HYDROECOLOGICAL ANALYSIS OF THE WATER REGIME OF THE MZYMTA RIVER

Kirill P. Kazakulo

Russian State Hydrometeorological University
Russia, 192007, Saint-Petersburg, ul. Voronezhskaya, 79
kazak6500@mail.ru

ABSTRACT

The analysis of the indicators of the water regime of the Mzymta River for the period from 1968 to 2019 was carried out, and changes in water consumption were identified. A field survey of the river basin was conducted. The main environmental problems of the catchment area are identified. Based on the analysis, conclusions are drawn about the factors that determined the changes in the flow volume and water regime of the Mzymta River identified during the study.

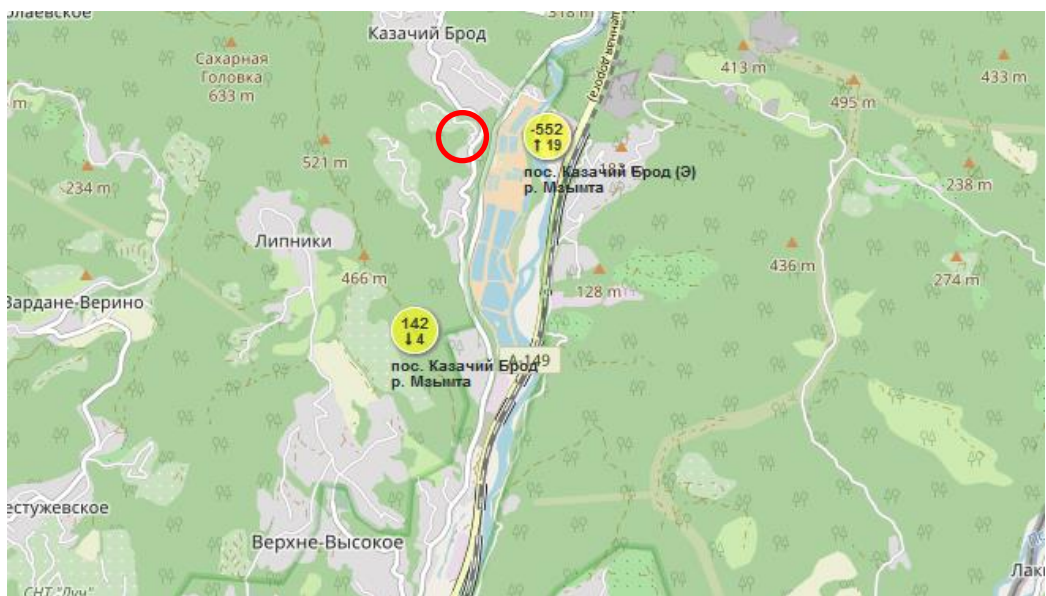
Keywords: catchment area, climatic precipitation rate, run-off rate, runoff modulus, river regime, river discharge, annual flow.

Экологическое направление в гидрологии выступает новым направлением науки, развитие которого обусловлено современными требованиями общественного развития, оно характеризуется возрастающими нагрузками антропогенного воздействия на водные экосистемы водных объектов. Особенностью нового направления развития гидрологии состоит в том, что комплексная характеристика водного объекта дается на основе учета как природной и антропогенной составляющих, с целью выявления возможностей обеспечения устойчивого развития.

Объектом исследования выступает Мзымта - река Черноморского побережья Кавказа. Предметом исследования являются гидрологические характеристики реки Мзымта. Река Мзымта является крупнейшей рекой Черноморского побережья Кавказа в границах РФ.

Провести гидроэкологический анализ водного режима реки Мзымта для оценки перспективы устойчивого водопользования в ее бассейне.

В процессе исследования проанализировано влияние климатических факторов и подстилающей поверхности на режим и объемы стока реки за период с 1968 по 2019 год. Базой исследования выступили данные с гидрологического поста Казачий Брод, в нижнем течении реки Мзымты и метеорологической станции Красная Поляна, расположенной на высоте 556 м над уровнем моря (рис.1) [1].



Карта была построена с использованием спутникового снимка в программах QGIS и GIS. Необходимый фрагмент спутникового снимка был обрезан по полигону, который охватывает территорию бассейна исследуемой реки.

100

построения гидрологической сети была использована функция Channel Network. Для верного результата был произведен подбор значения параметра Initiation Threshold. Функция Watersheel Basis (Extended) дала возможность построить бассейны на выделенной территории. Все полученные файлы были сохранены в формате SHP и загружены в дальнейшем в QGIS.

С помощью интернет модуля полученная гидрологическая сеть была сравнена с картой местности. Была произведена работа со стилем каждого слоя и в последующем создан макет карты, использованный в данной статье (рис. 2).

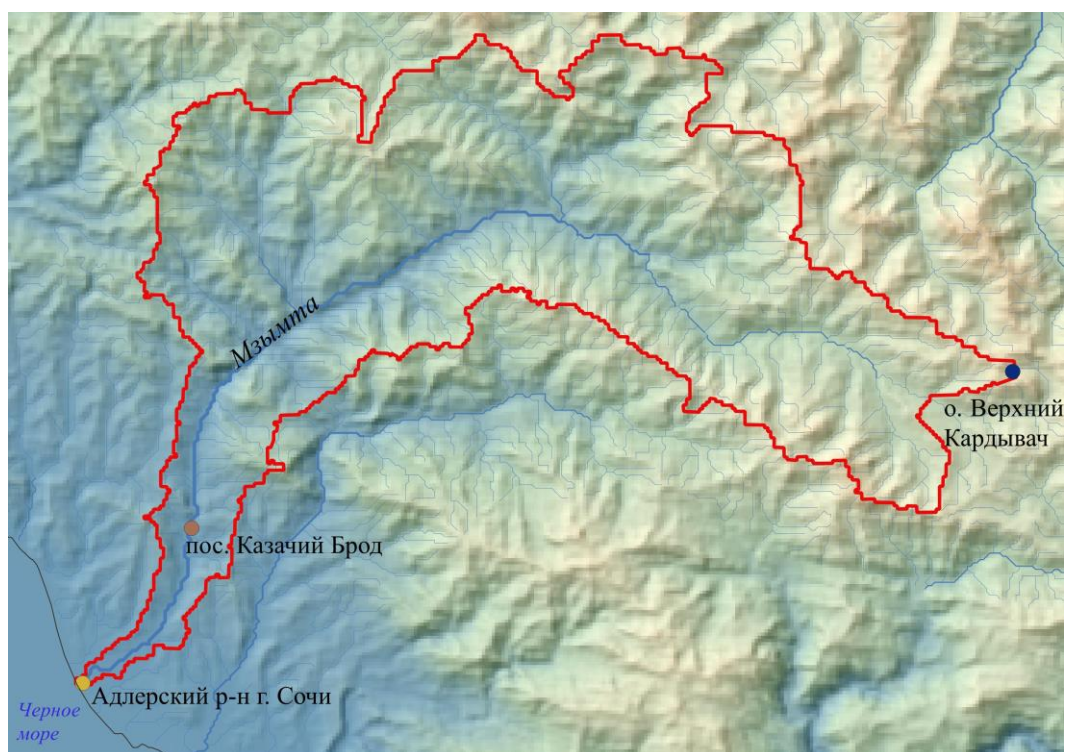


Рисунок 2. Водосборный бассейн реки Мзымта.

Результаты и их обсуждение

Водосборный бассейн реки Мзымты располагается между $43^{\circ} 33' 35''$. и $43^{\circ} 24' 59''$ с.ш. и $40^{\circ} 36' 51''$ и $39^{\circ} 55' 27''$ в.д., на территории Адлерского района города Сочи (рис.1).

Река обеспечивает водоснабжение растущего курорта Сочи, изучение факторов, определяющих её гидрологические особенности, имеет большое практическое значение.

Согласно гидрологическому районированию, Мзымта относится к Южно-Черноморскому сектору Кубанского бассейнового округа [2].

Площадь водосборного бассейна составляет 885 км^2 , густота речной сети $1,6/\text{км}^2$. Река начинается из озера Кардывач, на высоте 1840 метров над уровнем моря, впадает в Имеретинскую бухту Черного моря. Длина 89 км, средние уклоны $21,23 \text{ м/км}$. Скорость течения до 3 м/сек . Средний расход воды $55,3 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальный $160 \text{ м}^3/\text{с}$, минимальный $11,2 \text{ м}^3/\text{с}$ [2].

По гидрологическим характеристикам река Мзымта относится к рекам с паводочным режимом, со смешанным типом питания: снеговым, дождевым, ледниковым и подземным [1].

Данные гидрологического поста включали показатели расходов реки по месяцам с 1968 по 2019 год. В работе были рассчитаны следующие показатели стока (1):

$$Y = \frac{Q_{\text{ср}} T}{F \cdot 10^3} \quad (1),$$

где Y - слой стока в миллиметрах; $Q_{\text{ср}}$ - средний годовой расход в $\text{м}^3/\text{с}$; T - число секунд в расчетном году; F - площадь водосбора в км^2 [3, 4, 5].

Характерной чертой реки является то, что 70 % годового стока приходится на период летнего снегового половодья [6]. Доля ледникового стока составляет 0,1 % вследствие малой мощности оледенений. Снеговое питание реки составляет 30 % в районе гидрологического поста Казачий Брод, выше по течению доходит до 39 %. Дождевое питание в целом составляет от 31 % и увеличивается до 42 % при ходе вверх по течению, а подземный сток составляет порядка 29 % в общей доле питания реки [7].

С целью выявления влияния количества и режима выпадения осадков на речной сток по данным исследуемого периода была рассчитана климатическая норма осадков и рассчитан коэффициент корреляции. Полученное значение $r=0,36$ говорит о средней зависимости стока от осадков (рис.4).

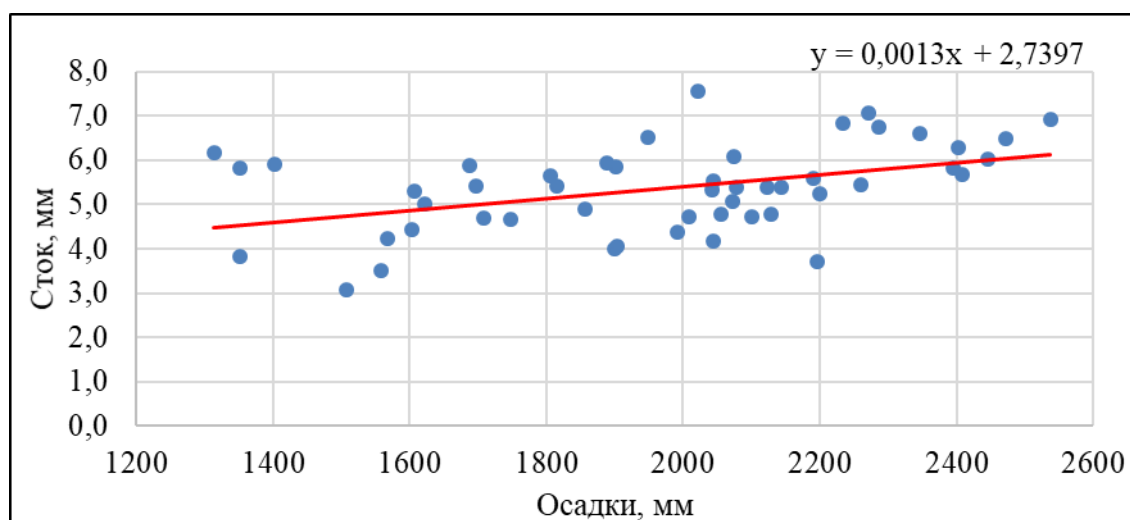


Рисунок 4. Регрессионная зависимость стока от осадков

Сопоставление данных климатических норм осадков по месяцам и среднемесячных норм расхода воды, позволяет сделать вывод о том, что пиковые расходы в апреле-мае определяет не количество осадков, а сроки таяния снега, а осенние пиковые расходы в октябре – ноябре – количество осадков (рис.5).

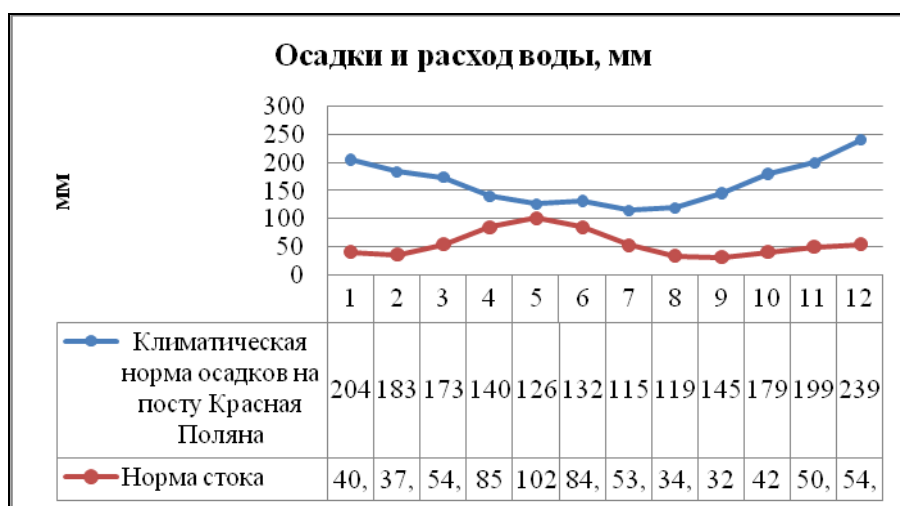


Рисунок 5. Сопоставление режима осадков и стока

Анализ динамики среднегодовых расходов воды, выполненный за 1968-2018 год, свидетельствует о некотором изменении показателя расхода воды после 2007 (рис. 7,8).

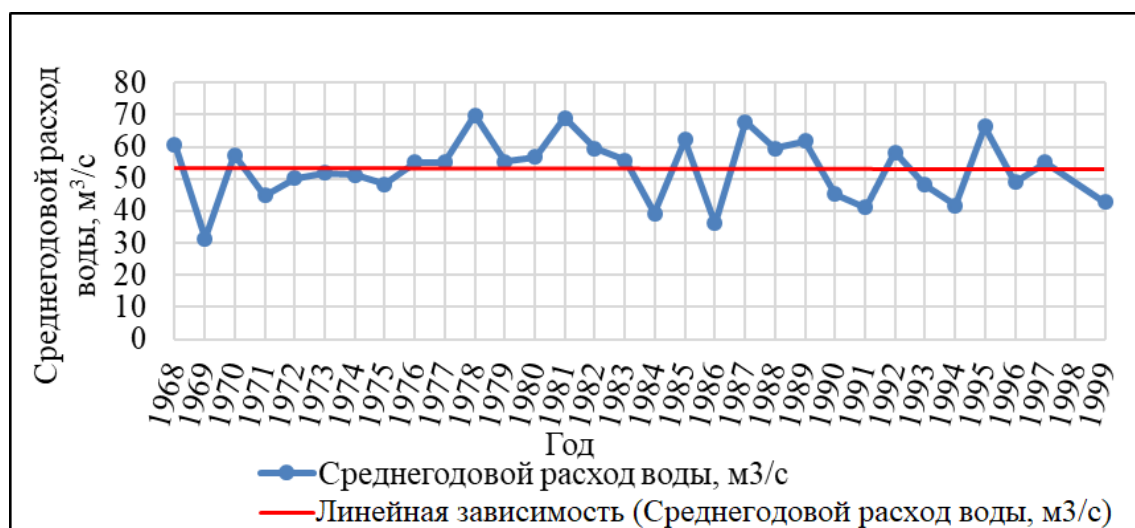


Рисунок 7. Динамика расхода воды в реке Мзымта за период 1968 - 1999 гг.

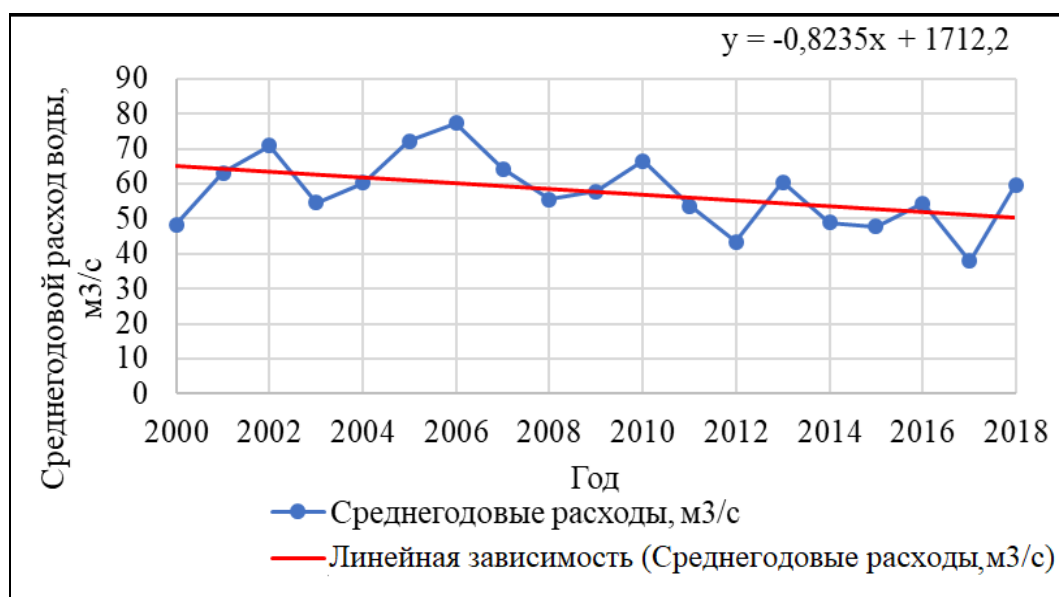


Рисунок 8. Динамика расхода воды в реке Мзымта за период 2000 – 2018 гг.

Данные метеорологических станций также свидетельствуют о сохранении высоких показателей выпадения осадков, наблюдается небольшое возрастание количества осадков в последние годы (рис. 9).

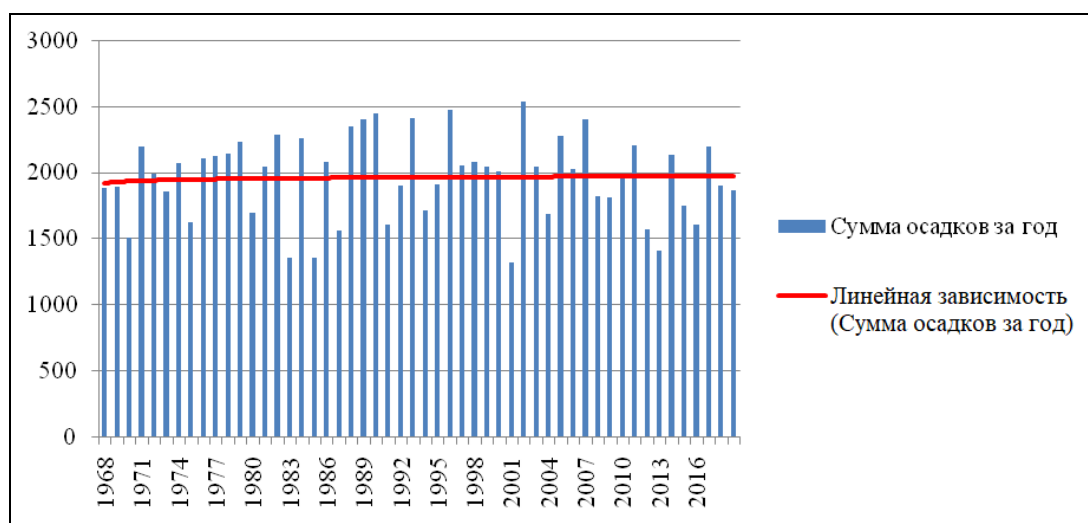


Рисунок 9. Динамика годового количества осадков, 1968–2018 гг.

Наблюдения, проведенные специалистами Сочинского государственного университета на территории гидрологического стационара «Аибга» свидетельствуют об изменениях, происходящих в структуре осадков и их распределения по территории бассейна, а не об их общем уменьшении [8].

Анализ данных среднегодовой температуры воздуха свидетельствует о росте среднегодовых значений (рис. 10).

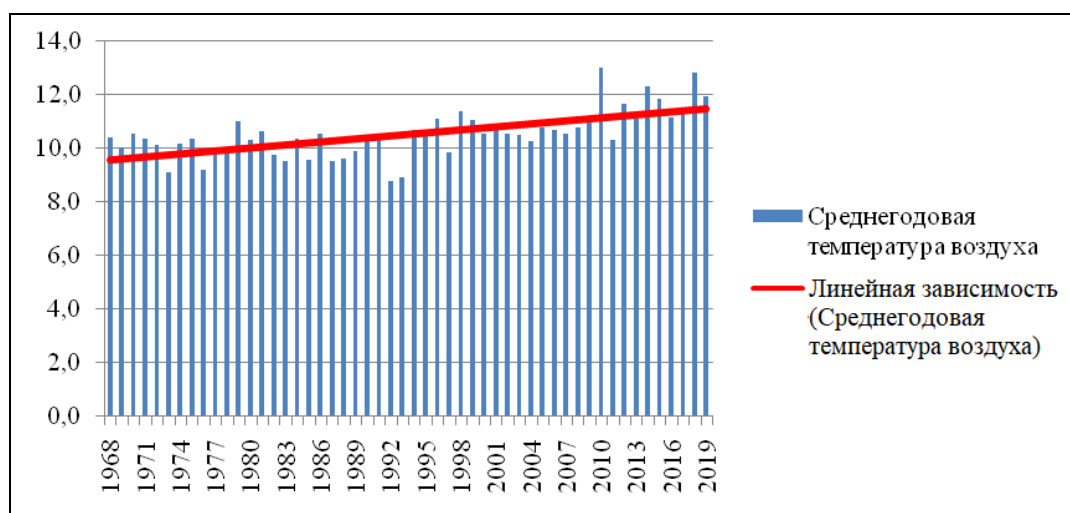


Рисунок 10. Динамика среднегодовых температур воздуха, 1968 - 2018 гг.

Выпадение осадков в твердом виде возможно только при температуре ниже 0°C в холодный период года. Анализ данных холодного периода года свидетельствует о повышении зимних температур воздуха (рис.11).

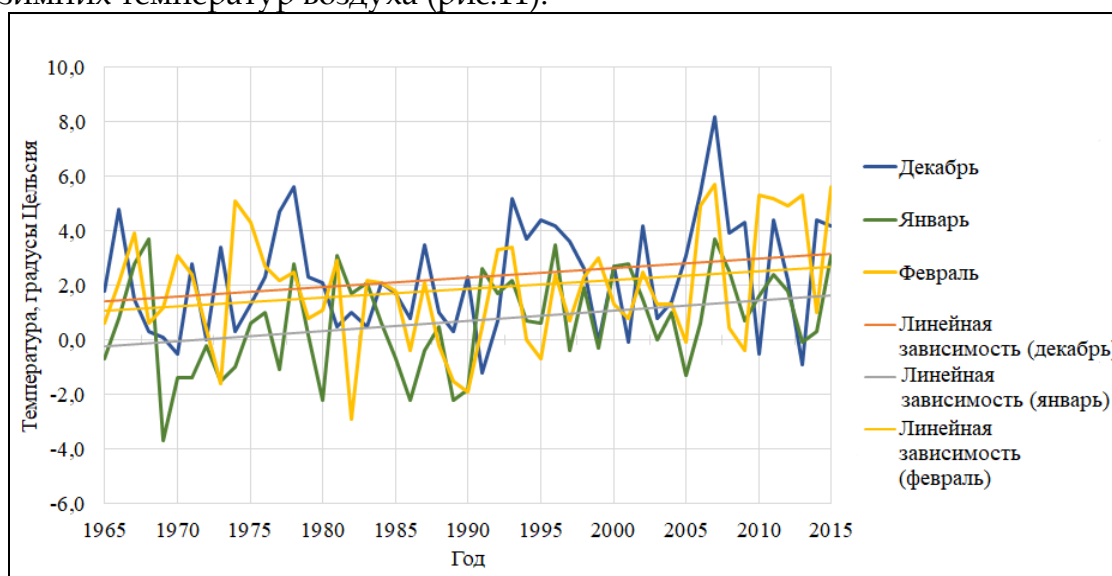


Рисунок 11. Динамика изменения зимних температур за 1968-2018 гг.

Зимние температуры на высоте 540 м становятся положительными, увеличивается высота, на которой в зимнее время выпадают осадки в твердом виде и уменьшается их количество.

Выпадение осадков в твердом виде обеспечивает увеличение длительности периода весенне-летних паводков, позволяет накопить воду в небольших, но значимых для регулирования стока озерах, снежниках, почвах. Снег сдерживает сток дождевых вод при оттепелях и весной при повышении температуры воздуха. Уменьшение мощности снежного покрова и сроков снеготаяния приводит к сокращению длительности весеннего паводка, быстрому стоку дождевых осадков, способствует формированию очень высоких паводков [9].

По данным метеорологических станций прослеживается увеличение количества случаев выпадения локальных очень сильных дождей, сопровождающихся возникновением паводков, сходами селей и оползнями [10].

Кроме полученных результатов стоит отметить, что на территории бассейна реки развита хозяйственная деятельность, водоток используется как для нужд населения, туризма, так и в промышленных процессах.

В ходе строительства авто и железной дорог было изменено русло реки путем извлечения гравийных масс из водотока. В ходе работ были также подрезаны склоны в долине реки, что вызвало образование оползней, в дальнейшем образующих селевые потоки.

Вырубка леса вдоль пойм рек способствовало ускорению поверхностного стока. Вырубка леса на склонах обеспечивает формирование лавин и скоплений снежных масс на более низких уровнях, где таяние происходит интенсивно. В период с 2010 по 2014 года в ходе проведенных в бассейне реки Мзымта вырубок было обнаружено 36,81 и 36,29 га леса с высоким уровнем деградации. Сплошное снятие растительного покрова произошло на площади около 600 га [11].

Интенсивные ливни, провоцирующие сход оползней, создают угрозу подпруживания реки. Так, в верховьях реки Кепша сформировался запрудный водоем, угрожающий поселку Кепша, расположенному ниже по течению. Регулярные селевые потоки сходят в районе Пслуха, выше нижней зоны сформированного в преддверии олимпийских игр, горнолыжного курорта «Роза Хутор».

Немаловажную роль играет увеличение численности населения города Сочи, в состав которого входит Адлерский район. Увеличение за 2002 – 2018 гг. составляет 24,7 %, что способствует росту водозабора из реки [12]. Проектные мощности действующих водозаборов в поселке Эсто-Садок и г. Адлер 14 и 165,3 тыс. м³/сутки, фактический водозабор в межсезонный период на данных станциях осуществляется в объемах 8 и 73 тыс. м³/сутки соответственно. Зоны данных водозаборов для подачи воды определяются как территории Эсто-Садок, Роза-Хутор, Красная поляна и Адлерский и Хостинский районы Сочи соответственно. Также увеличение водозабора происходит в летний период при возрастании туристического потока [13].

Вывод

В ходе проведенного анализа имеющихся рядов наблюдений было выявлено, что показатели среднегодового расхода реки Мзымта незначительно снизились в период с 2005 по 2018 гг. Однако, наблюдается небольшое увеличение среднегодовых осадков за последние годы, а также увеличение температуры воздуха, что может являться причиной повышенного таяния снега и ледников, вследствие чего возможно уменьшение выпадения твердых осадков и их накопления.

Причиной снижения расходов воды за последнее десятилетие может служить изменения русла реки и склонов в бассейне водотока, что способствует перестройке характера течения реки и русловых процессов.

Рост численности населения, увеличение туристического потока способствует возрастанию роли водозабора для нужд населения.

Для сохранения водных ресурсов реки Мзымта следует:

- избегать дальнейшего нарушения русла при планируемых строительных работах во избежание продолжения изменения морфометрических характеристик русла и русловых процессов в водотоке;
- сократить объем лесных вырубок, а также обеспечить восстановление ранее удаленных участков лесной растительности.

Список литературы

1. Карта гидрологических постов. Уровень воды онлайн [Электронный ресурс]. – URL: <https://allrivers.info/map?gps=43.5154,39.9943> (дата обращения 09.05.2021).
2. Государственный водный реестр. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.textual.ru/gvr/index.php?card> (дата обращения 09.05.2021).
3. Гидрологические расчеты: методические указания к курсовым работам по гидрологии / сост. А.Г. Ходзинская ; М-во образования и науки Рос. Федерации, – Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. – 2017. – 45 с.
4. СП 33-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М. 2004. – 75 с.
5. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. М. 1988. – 36 с.
6. Лурье П.М., Панов В.Д. Проблемы изученности гидрометеорологического режима территории Северного Кавказа // Метеорология и гидрология. – 2011. – № 4. – С. 87-95.
7. Панов В.Д., Базелюк А.А., Лурье П.М. Реки Черноморского побережья Кавказа: Гидрография и режим стока. – Ростов-на-Дону: «Донской издательский дом». – 2012. – 605 с.
8. Битюков Н.А., Шагаров Л.М. Мониторинг атмосферных осадков в буковых лесах Черноморского побережья Кавказа // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: естественные науки. – 2013. – № 1. – С. 67-71.
9. Алешина Е.А., Свиначеко В.С. Гидрологическая характеристика и основные морфометрические параметры бассейна реки Мзымта // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по матер. III междунауч. экол. конф. – 2019. – С. 23-29
10. Мониторинг климата Красной Поляны [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/> (дата обращения 09.05.2021).
11. Бринних В.А. Во что Сочинская Олимпиада обошлась природе // Астраханский вестник экологического образования – Астрахань: Общество с ограниченной ответственностью «Нижеволжский экоцентр». – 2014. – С.56-67.
12. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn_popul (дата обращения 16.05.2021).
13. МУП г. Сочи «Водоканал» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.mup-vodokanal-sochi.ru/press/news/802-italyanskaya-vomm-gotova-prodolzhit-sotrudnichestvo-s-vodokanalom-sochi> (дата обращения 05.03.2021).

References

1. Karta gidrologicheskikh postov. Uroven' vody onlajn [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://allrivers.info/map?gps=43.5154,39.9943> (data obrashcheniya 09.05.2021).
2. Gosudarstvennyj vodnyj reestr. [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.textual.ru/gvr/index.php?card> (data obrashcheniya 09.05.2021).
3. Gidrologicheskie raschety: metodicheskie ukazaniya k kursovym rabotam po gidrologii / sost. A.G. Hodzinskaya ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federacii, – Moskva: Izd-vo Mosk. gos. stroit. un-ta. – 2017. – 45s.
4. SP 33-101-2003. Svod pravil po proektirovaniyu i stroitel'stvu. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik. M. 2004. – 75 s.
5. GOST 19179-73. Gidrologiya sushi. Terminy i opredeleniya. M. 1988. – 36 s.
6. Lur'e P.M., Panov V.D. Problemy izuchennosti gidrometeorologicheskogo rezhima territorii Severnogo Kavkaza // Meteorologiya i gidrologiya. – 2011. – № 4. – S. 87-95.
7. Panov V.D., Bazelyuk A.A., Lur'e P.M. Reki Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza: Gidrografiya i rezhim stoka. – Rostov-na-Donu: «Donskoj izdatel'skij dom». – 2012. – 605 s.

8. Bityukov N.A., SHagarov L.M. Monitoring atmosferyh osadkov v bukovyh lesah CHernomorskogo poberezh'ya Kavkaza // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: estestvennye nauki. – 2013. – № 1. – S. 67–71.
9. Aleshina E.A, Svinareko V.S. Gidrologicheskaya harakteristika i osnovnye morfometricheskie parametry bassejna reki Mzymta // Ekologiya rechnyh landshaftov: sb. st. po mater. III mezhdun. nauch. ekol. konf. – 2019. – S. 23–29.
10. Monitoring klimata Krasnoj Polyany [Elektronnyj resurs]. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/> (data obrashcheniya 09.05.2021).
11. Brinnih V.A. Vo chto Sochinskaya Olimpiada oboshlas' prirode // Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya – Astrahan': Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Nizhnevolzhskij ekocentr». – 2014. – S.56-67.
12. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs] – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn_popul (data obrashcheniya 16.05.2021).
13. MUP g. Sochi «Vodokanal» [Elektronnyj resurs] – URL: <https://www.mup-vodokanal-sochi.ru/press/news/802-italyanskaya-vomm-gotova-prodolzhit-sotrudnichestvo-s-vodokanalom-sochi> (data obrashcheniya 05.03.2021).