

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕКИ СТЕПНОЙ ЗАЙ ПО
РЕЗУЛЬТАТАМ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

**Урбанова О.Н., Мутыгуллина Ю.В., Горшкова А.Т.,
Бортникова Н.В., Рыков Р.А., Семанов Д.А.**

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики
Татарстан, г. Казань, Россия
e-mail: juliagorbunova18@mail.ru

Ключевые слова: река Степной Зай, водосбор, расход воды, интенсивность подземного питания.

Интенсивное использование водных ресурсов р. Степной Зай вызвало необходимость определения современных объемов водных ресурсов в местах их использования. С этой целью летом 2020 года было проведено экспедиционное обследование бассейна реки с измерением контрольных расходов воды в характерных точках бассейна с последующей их обработкой на компьютерах, что позволило рассчитать измеренные расходы воды по длине основной реки и ее притокам. Величины измеренных расходов воды были приведены к инженерным значениям заданной обеспеченности с помощью коэффициентов, полученных по стационарным пунктам наблюдений. Анализ результатов и сравнение их со значениями расходов воды, измеренных в более ранние годы, показали их увеличение почти по всей длине реки, что не является ошибочным и только подтверждает сложность явлений, происходящих на водосборе.

**THE STEPNIY ZAY RIVER WATER RESOURCES DETERMINATION
ACCORDING TO THE HYDRO/METRIC MEASUREMENTS RESULTS**

**Urbanova O.N., Mutygullina Y.V., Gorshkova A.T., Bortnikova N.V.,
Rykov R.A., Semanov D.A.**

Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy
of Sciences, Kazan, Russia
e-mail: juliagorbunova18@mail.ru

Keywords: the Stepnoy Zai River, catchment area, water discharge, intensity of underground recharge.

Intensive use of the water resources of the Stepnoi Zai River made it necessary to determine the current volume of water resources in places of their use. For this purpose, in the summer of 2020, an expeditionary survey of the river basin was carried out with the measurement of control water flow rates at characteristic points of the basin with their subsequent processing on modern computers, which made it possible to calculate the measured water flow rates along the length of the main river and its tributaries. The values of the measured water flow rates were reduced to the engineering values of the specified supply using the coefficients obtained from the stationary observation points. Analysis of the results and their comparison with the values of water discharge measured in earlier years showed their increase almost along the entire length of the river, which is not erroneous and only confirms the complexity of the phenomena occurring in the catchment.

В последние годы отчетливо проявляется тенденция изменения водности малых рек, протекающих по территории Республики Татарстан (РТ). Относительно стабильный период незначительного изменения водности, наблюдавшийся с 1960 по 1995 гг., в последующем практически повсеместно сменился быстрым ростом величин среднегодовых расходов воды на реках Закамья, в том числе и на р. Степной Зай в среднем на 40-61 % по сравнению со среднемноголетними значениями [1]. В частности, водность р. Степной Зай, начиная с 80-х

годов прошлого столетия, увеличилась более чем в 2 раза. Так, если с 60 до 80-х годов расходы августа для пункта Старое Пальчиково были в среднем $8.5 \text{ м}^3/\text{сек}$, то после 80-х они увеличиваются до $18.8 \text{ м}^3/\text{сек}$. Для пункта Акташ водность августа в 60-80-е годы составляла $5,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, то с 2008 г. она достигает $10,2 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Выявить тенденцию увеличения водности можно на основе анализа изменения среднегодовых расходов воды по пунктам длительных наблюдений, число которых, к сожалению, недостаточно для точного обоснования водохозяйственных и проектных расчетов на неизученных реках. Несмотря на то что гидрологические наблюдения в бассейне р. Степной Зай производились Гидрометслужбой (8 постов) и различными ведомствами (16 постов) в 24 пунктах наблюдений, распределенных по территории сравнительно равномерно (на один пункт приходится 215 км^2 площади и 8 рек), уровень режим реки изучен недостаточно в связи с тем, что большинство водомерных постов имели короткие ряды наблюдений, результаты которых не опубликованы [2, 3]. Этот недостаток можно исправить путем производства гидрометрической съемки в бассейне реки, результаты которой, увязанные с данными пунктов стационарных наблюдений гидрологической сети, позволяют достаточно достоверно определить величину стока в любой точке по длине реки.

Проведение гидрометрических съемок для больших территорий довольно трудоемкий и дорогостоящий процесс, но осуществление однократных измерений расходов воды по характерным пунктам на реке (обычно в местах впадения притоков) и последующий расчет расходов воды по всей длине реки вполне доступен. Поскольку в последние годы в силу различных причин нет возможности проведения комплексных экспедиционных обследований, перед исследователями возникла задача совершенствования их проведения путем однократных контрольных измерений расходов воды в характерных точках бассейна. Эффективность таких измерений была доказана в ходе обследования рек Предволжья, Предкамья и Западного Закамья территории РТ.

Контрольные гидрометрические работы в бассейне р. Степной Зай, проведенные летом 2020 г., их обработка и увязка с многочисленными данными, собранными за многолетнюю историю исследования водосборного бассейна, дали представление о его современном состоянии.

Река Степной Зай, выбранная в качестве объекта исследований, являющаяся левым притоком Камы, протекает по географическому району Восточного Закамья РТ. Принадлежит водной системе Кама→Волга→Каспийское море. В тюркских языках слово «зай» означает «река». Длина Степного Зая составляет 211,3 км. Площадь водосбора $5,2 \text{ тыс. км}^2$ [4]. Административно бассейн реки лежит в Поволжском Федеральном округе, в пределах 8-ми муниципальных районов (м.р.) РТ: Лениногорского, Бугульминского, Альметьевского, Азнакаевского, Заинского, Тукаевского, Сармановского и Нижнекамского.

В Государственном Водном Реестре Российской Федерации река числится под кодом 10010101512111100029287, имеет название «Зай», относится к Камскому бассейновому округу. Степной Зай (Зай) имеет статус «Памятник природы регионального значения» [5].

Исток реки расположен на восточных склонах Бугульминско-Белебеевской возвышенности южнее с. Михайловка Лениногорского м.р. на высоте 252 м. Впадает в протоку Старая Кама (левая протока Камы) с отметкой 53,2 м БС западнее с. Нижнее Афанасово Нижнекамского м.р.

Река протекает по весьма сложной в геоморфологическом отношении возвышенной равнине (высота 200-360 м) с общим наклоном с юга на север к долине Камы, верхняя часть которой лежит на высоте 360-382 м. Здесь резкий контраст возвышенностей и широких долин, на 25 % залесенных. Возвышенные части рельефа представляют собой равнины то совершенно плоские, то волнообразные, с небольшими грядами и неглубокими понижениями. В истоках река имеет незначительный уклон (0,015 ‰). Вследствие особенностей литологического строения Бугульминско-Белебеевской возвышенности (песчано-глинисто-алевритовые толщи нижней свиты татарских отложений) характерным

для этой территории является слабое развитие балок и оврагов, незначительная густота которых прослеживается почти на всей территории водосбора.

Степной Зай (Зай) – типично равнинный водоток со смешанным питанием. Принимая 68 притоков разной длины, река имеет довольно разветвленную речную сеть с густотой $0,35-0,44 \text{ км/км}^2$. Структура речной сети бассейна включает 408 притоков разного порядка при общей их протяженности 1647,9 км.

Река Степной Зай (Зай) имеет восточноевропейский тип водного режима: высокое весеннее половодье с интенсивным повышением уровня воды, вызванным быстрым таянием снежного покрова, непродолжительным стоянием максимума половодья и сравнительно быстрым его спадом и устойчивую продолжительную межень. Основным источником поступления воды в реку поверхностным путем весной является снеготаяние при подчиненной роли дождей и грунтовых вод, что определяет характер годового стока.

Степной Зай (Зай) является транспортной магистралью местного значения, важным источником природного водоснабжения. Река протекает по наиболее развитым в промышленном отношении и богатым полезными ископаемыми районам РТ. Здесь интенсивно развиты нефтедобывающая, газовая, энергетическая и сопутствующие им отрасли промышленности, использующие большой объем водных ресурсов. Это создает довольно напряженный водохозяйственный баланс, который усугубляется и тем, что в реку и его притоки поступает большое количество сточных вод 8 крупных городов и рабочих поселков с 60 крупными предприятиями. В бассейне расположено и большое количество предприятий сельскохозяйственного профиля с животноводческими фермами, летними лагерями скота, скотомогильниками, кладбищами, складами минеральных удобрений и ядохимикатов, в т.ч. и в водоохранной зоне.

Использование водных ресурсов бассейна отражается на естественном водном режиме и водном балансе малых рек, сток которых и без того во многом зависит от местных ландшафтно-географических условий. Оценка возможных изменений водных ресурсов малых рек под влиянием различных хозяйственных мероприятий в их бассейнах остается одной из актуальных проблем, решение которой зависит от выбора методов надежного определения основных стоковых характеристик.

Расходы воды периода межени по длине реки были получены путем контрольных измерений расходов воды в характерных точках бассейна с последующей их обработкой на современных компьютерах. Компьютерная программа Microsoft Excel позволила автоматизировать процесс обработки полевых материалов, основным пунктом которой является построение графиков изменения расходов воды по длине реки, позволяющих исключить случайные и систематические, объективные и субъективные ошибки, неизбежно возникающие в ходе измерения расходов воды. Кроме того, графики дают наглядное представление количественного изменения стока реки по ее различным участкам и возможность составления ведомости измеренных расходов по всей длине. Основой графиков является зависимость мгновенных расходов воды в створе бассейна от суммы длин гидрографической сети до этого створа. Эта зависимость, позволяющая рассчитать расходы воды по всей длине реки, не охваченной наблюдениями, описывается формулой линейного вида: $Y = aX + b$, где Y – расход воды в створе, X – сумма длин речной сети в створе, a и b – коэффициенты, отражающие тесноту связи мгновенных расходов от разнообразных условий, формирующих величину измеренного расхода [6].

В ходе компьютерной обработки составлена ведомость изменения измеренных расходов воды по длине основной реки и ее притокам. Полученные расходы воды были использованы как для определения подземного питания рек по частным бассейнам, так и для получения меженных расходов воды 50%, 75% и 95% обеспеченности в любом створе реки. Поскольку в границах статьи невозможно привести полную таблицу распределения обеспеченных расходов межени в характерных точках бассейна (после впадения каждого притока), приведем значения расходов воды и объемов меженного стока на верхней и нижней границе муниципальных районов бассейна по течению р. Степной Зай (таблица 1).

Табл. 1. Меженные расходы воды и объемы меженного стока в пределах муниципальных районов РТ

Участок реки	Расст. от устья, км	Меженные расходы воды расчетных обеспеченностей, м ³ /сек			Объем меженного стока, млн. м ³		
		50%	75%	95%	50%	75%	95%
Лениногорский м.р.							
Исток реки	211,3	0,313	0,260	0,144	9,06	7,53	4,17
Нижняя граница м.р.	178,4	1,192	0,989	0,548	34,5	28,6	15,7
Бугульминский м.р.							
Верхняя граница м.р.	178,4	1,192	0,989	0,548	34,5	28,6	15,7
Нижняя граница м.р.	162,0	2,371	1,588	0,972	68,6	46,0	28,1
Альметьевский м.р.							
Верхняя граница м.р.	162,0	2,371	1,588	0,972	68,6	46,0	28,1
Нижняя граница м.р.	105,3	3,959	2,652	1,623	114,6	76,8	47,0
Заинский м.р.							
Верхняя граница м.р.	105,3	3,959	2,652	1,623	114,6	76,8	47,0
Нижняя граница м.р.	41,6	7,669	5,138	2,531	222,0	148,7	73,3
Нижекамский м.р.							
Верхняя граница м.р.	41,6	7,669	5,138	2,531	222,0	148,7	73,3
Нижняя граница м.р., (устье)	0,0	8,290	5,554	2,736	239,9	160,8	28,9

Результаты измерений расходов в Степном Зае показали их плавное нарастание от истока (0,313 м³/с) к устью (8,29 м³/с), При сравнении их со значениями расходов воды, измеренных в другие годы, например в 1969 г., их значения почти по всей длине реки увеличились, что не является ошибочным и только подтверждает сложность явлений, происходящих на водосборе,

Увеличение расходов воды от истока реки к устью обеспечивается поступлением в основную реку воды, как приносимую притоками, так и поступающую подземным путем, Величина подземного поступления воды, которая формирует сток межени, непосредственно зависит от геоструктурных особенностей территории, Интенсивность подземного питания р, Степной Зай колеблется в пределах 0,33-5,1 л/сек*км², Модули подземного питания величиной 2-4 л/сек*км² характеризуют средние условия бассейна, так как на интенсивность подземного питания межприточных участков колеблется в пределах 0,11-8,50 л/сек*км², Межприточные участки могут быть или очень малые или очень большие, и только по этой причине, при совершенно однородном гидрогеологическом строении и условиях разгрузки водоносных комплексов, получается чередование по длине реки очень низких и высоких модулей подземного питания,

Кроме того, расположение бассейна реки на кровле нижеказанских отложений, слабо наклоненных на север и на запад, обуславливает общий отток подземных вод к р, Степной Зай из бассейна р, Ик, Общий подземный водораздел этих рек проходит через ряд отдельных сводовых поднятий, разделяющих частные водоразделы, в промежутках между которыми и происходит движение грунтового потока в бассейне р, Степной Зай, Это обстоятельство существенно сказывается на увеличении водоносности как на отдельных участках самого Степного Зая, так и на многих его правых притоках (Урсала, Зай-Каратай, Ямашка и др.), где модули подземного питания достигают на отдельных участках 10 и более л/сек*км²,

Таким образом, геологическое строение бассейна р. Степной Зай обуславливает большую приточность глубинных вод, обладающих постоянством водоносных горизонтов и относительной устойчивостью их дебитов, Кроме того, физико-географические условия формирования подземного питания рек и особенно почвенные условия (значительное распространение в бассейне имеют почвы черноземного комплекса) благоприятствует пополнению запасов грунтовых вод, Следует отметить, что в засушливые и маловодные годы приращение расхода воды по длине почти не происходит, а в медианные и многоводные годы расходы воды существенно возрастают,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор состояния природной среды и ее загрязнения на территории Республики Татарстан в 2006 году, Казань: Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан, 2007, 109 с,
2. Государственный водный кадастр, Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, Т,1, РСФСР, Вып, 24, Бассейны рек Волги (Среднее и Нижнее Поволжье) и Урала, Л.: Гидрометеиздат, 1985, 519 с,
3. Каталог всех гидропостов РФ, Архив АСОВР ИПЭН,
4. Водные объекты Республики Татарстан, Гидрографический справочник, Издание второе, переработанное и дополненное, Казань: Изд-во «Фолиант», 2015, 512 с, с илл,
5. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан, Издание второе, Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 2007, 408 с,
6. *Урбанова О.Н.*, Разработка региональных методов изучения и использования водных ресурсов малых рек Республики Татарстан / Современные проблемы водохранилищ и их водосборов, В двух томах, Т, II, Управление водными ресурсами речных водосборов, Водная экология, Труды Международной научно-практической конференции, Пермь: Изд, дом «Книжный формат», 2009, С, 186-191,