

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2025-3-69-77.33>

МРНТИ 70.03.21; 70.94.15

УДК 556.5.04

А. Ж. Достоева¹, Л. М. Биримбаева², А. Р. Загидуллина^{*3}

¹ Научный сотрудник лаборатории экстремальных гидрологических явлений
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан; aigerim.dostaeva@gmail.com)

² PhD докторант, научный сотрудник лаборатории экстремальных гидрологических явлений
(КазНУ им. аль-Фараби, АО «Институт географии и водной безопасности»,
Алматы, Казахстан; birimbayeva_l@mail.ru)

^{3*} Научный сотрудник лаборатории экстремальных гидрологических явлений
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан; zagidullina_a_88@mail.ru)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ РЕЧНОГО СТОКА СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. Исследованы закономерности территориального распределения речного стока Северного Казахстана, в частности бассейнов рек Тобыл и Есиль. Регион характеризуется большим количеством малых рек и временных водотоков, которые имеют непродолжительный период наблюдений, недостаточный для гидрологических расчетов. Однако малые реки являются наиболее чувствительными и уязвимыми при современных климатических изменениях и возрастающей антропогенной нагрузке, поэтому определение их нормы стока и других гидрологических характеристик является важной и в то же время весьма сложной задачей. Для определения нормы стока слабоизученных и неизученных рек исследуемого района получены графики региональных зависимостей модуля среднего годового стока от площади водосбора $M_0=f(F)$ для шести гидрологически однородных районов. Зависимости характеризуются приемлемой степенью корреляции от 0,60 до 0,94, что позволяет рекомендовать их для оценки нормы годового стока слабоизученных и неизученных рек Северного Казахстана, а также для построения карт изолиний стока.

Ключевые слова: речной сток, река Тобыл, река Есиль, гидрологически однородный район, региональные зависимости.

Введение. В настоящее время основные исследования речного стока, его режима, многолетних колебаний, количественных и качественных изменений проводятся преимущественно на средних и крупных реках, тогда как изучение стока малых рек и временных водотоков, ввиду отсутствия достаточной гидрологической информации, развито слабо. В Казахстане насчитывается 17 736 рек с протяженностью более 10 км для равнинных территорий и более 5 км для горных районов [1]. Из них постоянный мониторинг в настоящее время ведется всего лишь на 377 гидрологических пунктах наблюдений (329 речных, 38 озерных, 10 морских) [2]. По количеству и плотности пунктов наблюдений гидрологическая сеть Республики Казахстан не отвечает рекомендациям Всемирной метеорологической организации (ВМО) и требованиям гидрологического мониторинга [3, 4]. Общее количество гидрологических постов, когда-либо действовавших на водотоках Казахстана, включает порядка 1800. Однако в подавляющем большинстве ряды пунктов наблюдений за стоком неполные, содержат пропуски. Зачастую на малых реках и временных водотоках наблюдения за стоком проводились лишь в течение нескольких лет или в весенний период [5, 7]. Например, в Жайык-Каспийском водохозяйственном бассейне половина гидропостов имеет количество лет наблюдений не более 10, треть – не более 5 [8]. В этих условиях, когда сведения о режиме реки представлены всего двумя-тремя годами наблюдений или вовсе отсутствуют, встает вопрос о расчете нормы стока слабоизученных и неизученных рек.

Определение нормы стока при недостаточности или отсутствии данных наблюдений является одной из наиболее сложных задач в практике гидрологических расчетов. Наиболее распространенным способом определения среднего годового стока при отсутствии наблюдений является географическая интерполяция между значениями нормы стока в бассейнах изученных рек. Применяются методы гидрологической аналогии, осреднения в однородном районе, построение

региональных зависимостей стоковых характеристик от основных физико-географических факторов водосборов, построение карт изолиний стока [5, 6, 8, 9].

Весьма хорошие результаты оценки нормы стока слабоизученных и неизученных рек показывают региональные зависимости годового стока от основных стокоформирующих факторов (площадь водосбора, средневзвешенный уклон водотока, гидрографическая длина водотоков, средняя высота водосбора) [5, 6, 8, 10]. В горных районах, где зональность указанных факторов нарушается, распространен метод расчета стока, основанный на зависимости водности рек от средневзвешенной высоты водосбора $M_0=f(H_{cp})$ [5]. Зависимость стока от площади водосбора $M_0=f(F)$ широко используется для условий равнинного Казахстана [6]. Указанный метод был рекомендован в [11] для расчета нормы стока неизученных рек Карагандинской области с площадью водосбора более 3000 км². В равнинных засушливых районах зоны недостаточного увлажнения величина модуля стока рек уменьшается с увеличением площади водосбора. Это связано с наличием бессточных площадей, что приводит к снижению удельной величины стока по мере роста общей площади водосбора. Поэтому при разработке методики расчета стока малых рек и временных водотоков зоны недостаточного увлажнения основное внимание уделяется выявлению изменения (редукции) стока по площади [12].

Типичными для равнинного Казахстана являются реки его северной части, к которой относятся Тобыл, Есиль и их притоки. Данные реки имеют преимущественно снеговое питание, поэтому основной их сток проходит в период весеннего снеготаяния, доля которого может достигать 80-100 % (казахстанский тип рек) [5, 6]. Длительность непосредственных наблюдений составляет непродолжительный период, который недостаточен для гидрологических расчетов. Целью работы является выявление региональных (районных) зависимостей стока выбранных рек от площади их водосбора $M_0=f(F)$ для дальнейшего определения стока слабоизученных и неизученных рек территории.

Материалы и методы. Исходными данными послужили многолетние ряды наблюдений за стоком рек Северного Казахстана, а именно реки бассейнов Тобыл и Есиль за 1974-2022 гг., отражающие современную фазу водности рек и учитывающие нестационарность климата в регионе. Также использовались данные о расположении гидропостов и площади их водосборов, опубликованные в справочных изданиях «Многолетние данные о режиме поверхностных вод суши» (МДС), «Ежегодные данные о режиме поверхностных вод суши» (ЕДС), подготавливаемые и публикуемые УГМС КазССР до 1992 года (Том 6 – Казахская ССР, Выпуски 4-6, 8-9 – “Бассейны Карского моря (западная часть)”), затем РГП «Казгидромет» (Выпуск 1 – “Бассейны рек Иртыш, Ишим, Тобол”) [11, 13-20]. Восстановление пропусков в наблюдениях, а также продление рядов проводились методом гидрологической аналогии согласно работе СНиП 2.01.14-83 [21].

Для определения нормы стока неизученных рек выбран метод построения региональных зависимостей стоковых характеристик от основных физико-географических факторов, указанный в методических рекомендациях ГГИ [22] и в своде правил СП 33-101-2003 [23].

Региональные зависимости выявляются эмпирическим способом в каждом гидрологически однородном районе (регионе). Используются данные о годовом стоке и площади водосбора изученных рек, преобразованные в логарифмы. Логарифмирование позволяет перевести степенную зависимость стока от площади в линейную, тем самым упрощает построение и анализ кривых. Кроме того, логарифмирование снижает диапазон значений больших площадей, что сокращает разброс точек.

Результаты. Анализ условий формирования стока в бассейнах рек Тобыл и Есиль показывает, что относительная водность малых водотоков, как правило, выше по сравнению со стоком средних рек. Указанное явление представляет собой следствие несколько больших снегозапасов, а также меньших потерь талых вод на поверхностное задержание и фильтрацию на водосборах малых водотоков. Поэтому применение зависимости модуля стока в бассейнах рек Тобыл и Есиль от площади водосбора $M_0=f(F)$ вполне обоснованно.

Для построения региональных зависимостей обработаны данные 50-ти гидропостов (ГП) на реках Северного Казахстана: 18 ГП в бассейне р. Тобыл, 32 ГП в бассейне р. Есиль. По данным о среднегодовых значениях стока за период 1974-2022 гг. и сведениях о площадях водосбора изученных рек были рассчитаны логарифмы модуля стока и площадей водосбора. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Модули годового стока от площади водосбора в бассейнах рек Тобыл и Есиль

Table 1 – Annual runoff modules from the catchment area in the Tobyl and Esil river basins

Река – пост	F, км ²	q, л/с · км ²	3000/F	lgF	lgq
Бассейн реки Тобыл					
Тобыл – с. Аккарга (свх. им. Дзержинского)	2820	0,57	1,06	3,45	-0,24
Тобыл – с. Гришенка (Грипенский)	13100	0,48	0,23	4,12	-0,32
Желькуар – с. Мариинское	1940	0,74	1,55	3,29	-0,13
Желькуар – пос. Чайковский	2210	1,89	1,36	3,34	0,28
Тобыл – с. Придорожное	15200	0,42	0,20	4,18	-0,38
Тобыл – пос. Новоильиновка	15800	0,57	0,19	4,20	-0,25
Айет – с. Варваринка	9020	0,59	0,33	3,96	-0,23
Камысты Айет – с. Маслоковцы (свх. им. Свердлова)	2950	0,63	1,02	3,47	-0,20
Карасу – свх. "Кайранкульский (Максут)"	483	0,48	6,21	2,68	-0,32
Тобыл – с. Каратомарское (Каратомары, нижний бьеф плотины)	27200	0,50	0,11	4,43	-0,30
Тобыл – с. Сергиевка (Сергеевка, нижний бьеф плотины)	27600	0,40	0,11	4,44	-0,40
Тобыл – г. Костанай	28000	0,50	0,11	4,45	-0,30
Тобыл – с. Милютинка	49500	0,19	0,06	4,69	-0,72
Уй (Тобыл) – с. Уйское	36752	0,39	0,08	4,57	-0,41
Уй – г. Троицк	15100	0,69	0,20	4,18	-0,16
Тогызак – ст. Тогузак (Веринская), у ж-д. моста	5970	0,40	0,50	3,78	-0,40
Обаган – с. Аксуат (Ак-Суат)	17200	0,17	0,17	4,24	-0,78
Обаган – в 5 км ниже устья р. Карангалык	18000	0,05	0,17	4,26	-1,26
Бассейн реки Есиль					
Есиль – с. Ударное (клх. Передовик)	202	1,53	14,85	2,31	0,19
Есиль – с. Тургеневка	3240	1,52	0,93	3,51	0,18
Есиль – с. Волгодоновка	5400	1,07	0,56	3,73	0,03
Есиль – г. Астана	7400	0,76	0,41	3,87	-0,12
Есиль – с. Державинское	76000	0,63	0,04	4,88	-0,20
Есиль – с. Каменный карьер	86200	0,55	0,03	4,94	-0,26
Есиль – с. Западное	90000	0,88	0,03	4,95	-0,05
Есиль – с. Марьевка	108000	0,55	0,03	5,03	-0,26
Есиль – г. Сергеевка (ГЭС)	109000	0,65	0,03	5,04	-0,18
Есиль – г. Петропавловск	118000	0,64	0,03	5,07	-0,19
Есиль – с. Долматово	142000	0,50	0,02	5,15	-0,30
Шортанды – с. Шортанды	251	2,11		2,40	0,32
Моелды – с. Николаевка	492	2,11		2,69	0,33
Колутон – пос. Октябрьский	3460	0,39	0,87	3,54	-0,41
Колутон – с. Колутон (ст. Колутон)	16500	0,49	0,18	4,22	-0,31
Баксук – с. Вознесенка	1380	0,53		3,14	-0,28
Аршалы – пос. Буденновка	2880	0,73		3,46	-0,14
Жабай – с. Балкашино	922	1,79		2,96	0,25
Жабай – г. Атбасар	8530	1,36	0,35	3,93	0,13
Жиландинка – с. Макеевка	2680	1,41		3,43	0,15
Акканбурлук – с. Привольное	910	0,97		2,96	-0,01
Акканбурлук – с. Григорьевка	6520	1,10	0,46	3,81	0,04
Бабык-Бурлук – с. Рухловка	1320	1,46		3,12	0,16
Мукур – с. Мукур	644	0,70		2,81	-0,16
Иманбурлук – с. Орловка	1260	0,65		3,10	-0,19
Иманбурлук – с. Соколовка	4070	0,85	0,74	3,61	-0,07
Селеты – Ильинское	12500	0,78	0,24	4,10	-0,11
Селеты – Приречное	1670	0,89	1,80	3,22	-0,05
Селеты – Изобильный	14600	0,58	0,21	4,16	-0,24
Шаглинка – Павловка	1750	1,02	1,71	3,24	0,01
Шаглинка – Северное (5040)	5040	0,27	0,60	3,70	-0,56
Карасу – Павловка	627	0,93	4,78	2,80	-0,03

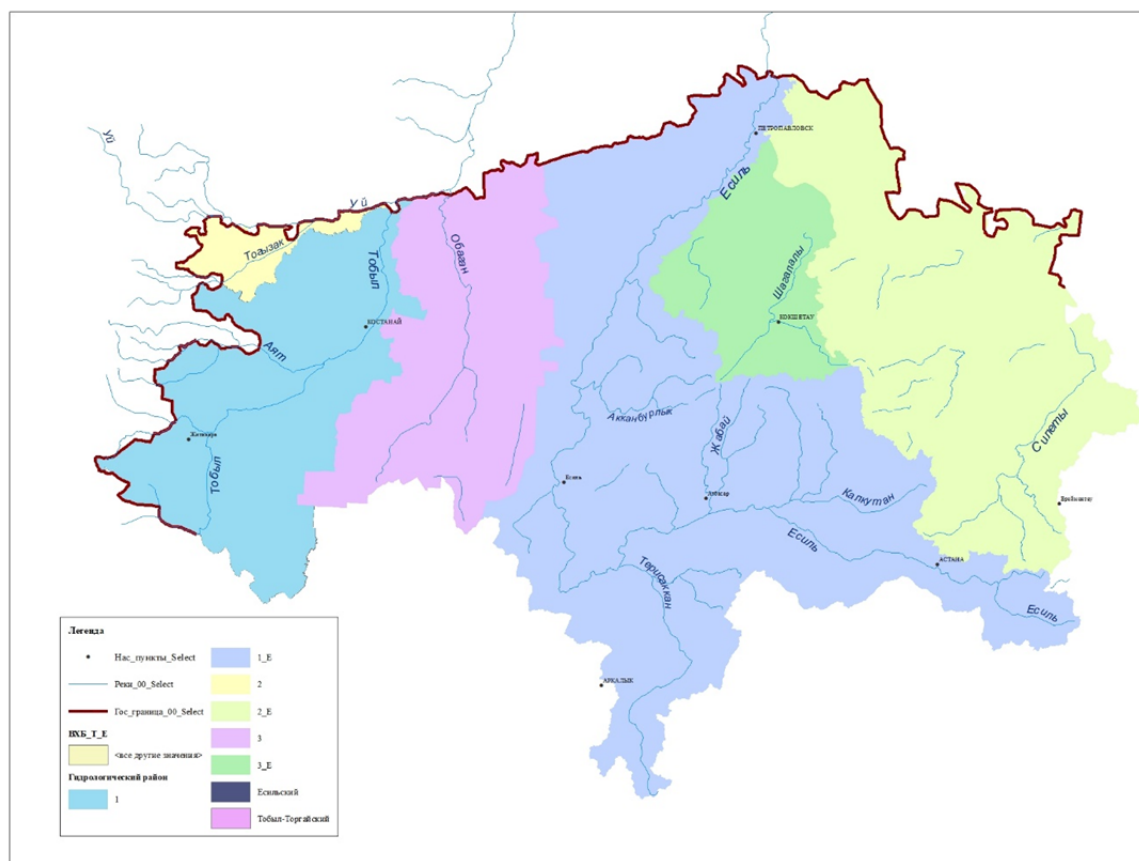


Рисунок 1 – Схематическая карта гидрологически однородных районов Северного Казахстана

Figure 1 – Schematic map of hydrologically homogeneous regions of Northern Kazakhstan

Полученные значения $\lg F$ и $\lg M_0$ являются координатами точек (гидропостов изученных рек). На общем графике некоторые гидропосты были разделены или объединены в гидрологически однородные районы по признакам сходства орографических и климатических особенностей расположения водосбора, его площади и условий формирования стока (рисунок 1). По точкам, принадлежащим одному району, проведены линии тренда – региональные зависимости $M_0=f(F)$ (рисунок 2).

Бассейн р. Тобыл был разделен на три гидрологических района. К I гидрологическому району отнесены бассейны рек Уй и Тогузак. Собственно р. Тобыл, а также бассейны рек Аят и Сынташты составляют II гидрологический район. Бассейны малых рек степной части бассейна р. Тобыл отнесены к III гидрологическому району. Зависимости $M_0=f(F)$ по всем трем гидрологическим районам характеризуются достаточно высоким коэффициентом корреляции от 0,75 до 0,82. На рисунке 2 представлены кривые региональных зависимостей бассейна р. Тобыл, в таблице 2 даны сведения о них.

Бассейн р. Есиль поделен на три гидрологических района. IV гидрологический район включает в себя бассейны рек Жабай и собственно р. Есиль. К V гидрологическому району относятся бассейны рек Колутон, Баксу, Аршалы, Шаглынка, Карасу. VI гидрологический район составляют бассейны рек Шортанды, Акканбурлак, Иманбурлак, Бабыбурлак, Селеты. Зависимости $M_0=f(F)$ по IV и VI гидрологическим районам характеризуются высоким коэффициентом корреляции 0,82 и 0,94. Для V гидрологического района коэффициент корреляции равняется 0,60. На рисунке 2 представлены кривые региональных зависимостей бассейна р. Есиль, в таблице 2 даны сведения о них.

С использованием полученных региональных зависимостей были сняты значения модуля стока для слабоизученных рек, данные наблюдения за стоком которых имеются от нескольких месяцев до 3 лет. Для малых рек степной части бассейна р. Тобыл – Шили, Карангылык, Карасу, Теректы и др. использовался график III района, в бассейне р. Есиль для рек Камысакты, Сага, Кыздынкарасу и др. – график V района.

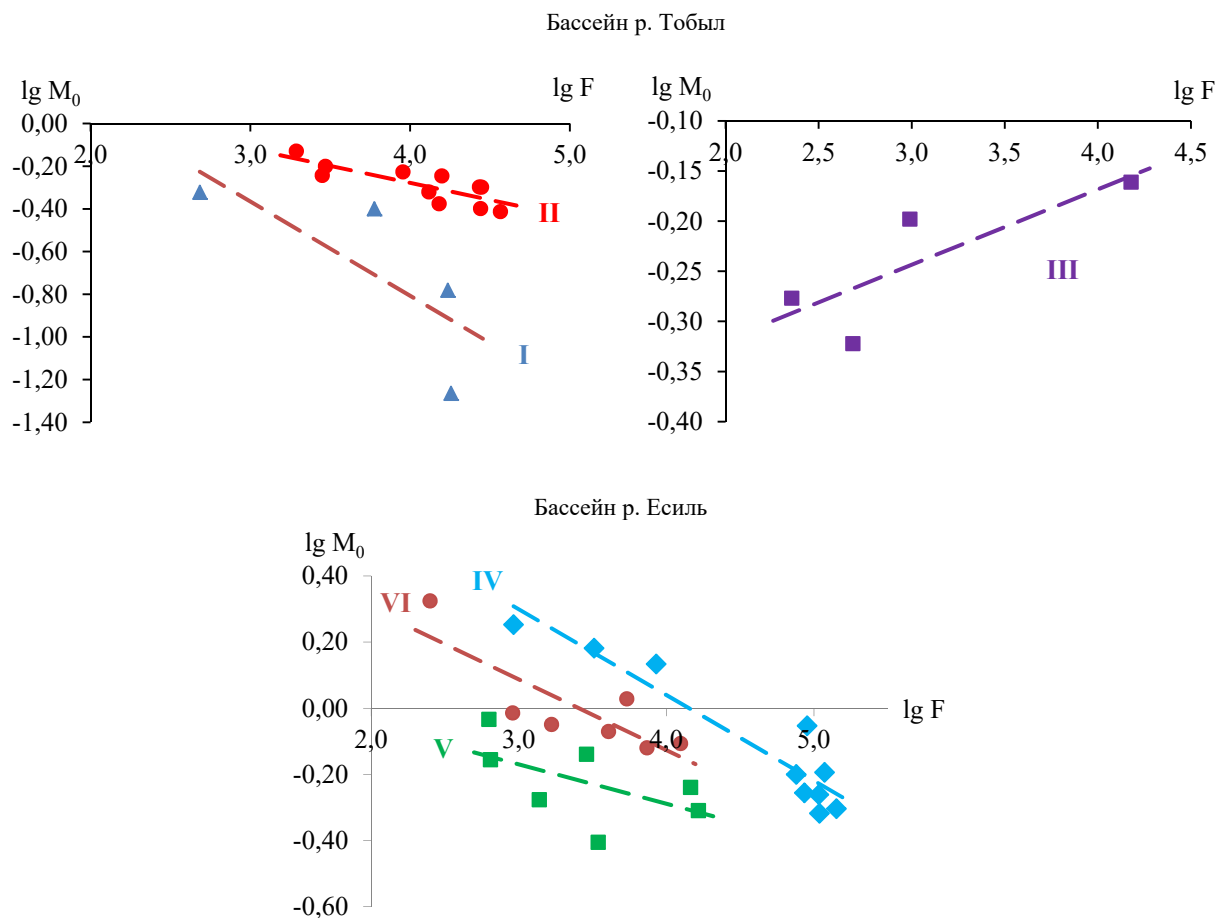
Рисунок 2 – Районные зависимости $M_0=f(F)$ в бассейне рек Тобыл и ЕсильFigure 2 – Regional dependencies $M_0=f(F)$ in the Tobyl and Esil river basins

Таблица 2 – Сведения о региональных зависимостях стока по гидрологическим районам бассейнов рек Тобыл и Есиль

Table 2 – Information on regional dependencies of runoff by hydrological regions of the Tobyl and Esil river basins

Гидрологический район	Реки	Водохозяйственный участок	Коэффициент корреляции R
Бассейн реки Тобыл			
I	Уй, Тогузак	07.01.12.04	0,75
II	Аят, Сынташты, Тобыл	07.01.12.01, 07.01.12.02, 07.01.12.03	0,82
III	Малые реки степной части бассейна р. Тобыл	07.01.12.05	0,81
Бассейн реки Есиль			
IV	Жабай, Есиль	04.01.06.01, 04.01.06.02, 04.01.06.03, 04.01.06.04, 04.01.06.05	0,94
V	Колутон, Баксук, Аршалы, Шаггинка, Карасу	04.02.00.01	0,60
VI	Шортанды, Акканбурлук, Иманбурлук, Бабыкбурлук, Селеты	04.02.00.02, 04.02.00.03	0,82

Узнав площадь водосбора и преобразовав ее в логарифм, снимаем с соответствующего графика региональной зависимости логарифм модуля стока, после чего переводим в норму стока. К примеру, р. Шили в створе с. Федосеевка имеет площадь водосбора 191 км², ее логарифм (lg F) равняется 2,28. По III графику это значение соответствует логарифму модуля стока (lg M₀) равному -0,05. Переводим логарифм модуля в расход и получаем норму стока реки Шили, равную 0,17 м³/с. Аналогичным способом были определены нормы стока остальных слабоизученных рек исследуемых бассейнов (таблица 3).

Таблица 3 – Рассчитанные нормы стока для слабоизученных рек в бассейнах рек Тобыл и Есиль

Table 3 – Calculated flow rates for poorly studied rivers in basins of the Tobyl and Yesil rivers

Река – Пост	F, км ²	lg F	lg M ₀	M ₀ , л/с км ²	Q, м ³ /с
Бассейн р. Тобыл					
Шили – с. Федосеевка	191	2,28	-0,05	0,89	0,17
Карангылык – с. Сосна	823	2,92	-0,33	0,47	0,39
Карасу – с. Карасу	1390	3,14	-0,43	0,37	0,52
Теректы – ферма Красный Октябрь	1360	3,13	-0,42	0,38	0,51
Лог Карасу – с. Королевка	625	2,80	-0,28	0,53	0,33
Бассейн р. Есиль					
Камысакты – с. Ясновка	1800	3,26	-0,20	0,63	1,14
Сага – с. Пикет	1410	3,15	-0,19	0,65	0,92
Карасу – с. Карасу	1200	3,08	-0,18	0,66	0,79
Кыздынкарасу – 2 ферма клх Прожектор	706	2,85	-0,15	0,71	0,50

Обсуждение. Оценка особенностей распределения стока по территории Северного Казахстана по данным непосредственных наблюдений в опорных пунктах затруднена из-за их малого количества и неравномерности размещения. Рельеф водосборов играет весьма существенную роль в формировании стока, причем с его влиянием связаны не только условия снегонакопления, но в значительной мере и размеры потерь талых вод в пределах речного бассейна. В непосредственной связи с характером рельефа, в частности с высотой, находятся степень развития гидрографической сети на водосборе и уклоны его поверхности. В бассейнах рек Тобыл и Есиль изменение модуля стока по длине реки связано, при прочих равных условиях, с изменением рельефа водосбора. В качестве характеристики рельефа, отражающей его влияние на сток, принята площадь водосбора. Зависимость среднего многолетнего модуля годового стока от площади водосбора на рассматриваемой обширной территории выражается шестью графиками, представляющими региональные (районные) зависимости в каждом гидрологическом районе.

Схожие зависимости для исследуемых бассейнов были получены в монографиях «Ресурсы поверхностных вод» 1960-х годов [11, 13-16] и более современных работах казахстанских ученых [5, 12] 2010-х годов. Однако ввиду улучшения гидрологической изученности территории и накопленной информации за последние десятилетия, учитывающей происходящие климатические изменения и антропогенную нагрузку, возникла необходимость уточнения региональных зависимостей.

Полученные в работе зависимости $M_0=f(F)$ характеризуются приемлемой степенью корреляции от 0,60 до 0,94, что позволяет рекомендовать их для оценки нормы годового стока слабоизученных и неизученных рек, а также они могут использоваться для построения карт изолиний стока. Однако для неизученных рек сначала необходимо определить площадь водосбора по топографическим картам крупного масштаба. Далее определение нормы стока проводится описанным способом.

Следует отметить, что использование данной методики ГГИ [23] распространено в СНГ, однако в исследованиях зарубежных коллег не встречается.

Заключение. Проведенное исследование позволило выявить пространственные закономерности распределения речного стока Северного Казахстана. В бассейнах рек Тобыл и Есиль

выделено 6 гидрологически однородных района, в которых установлены региональные зависимости модуля стока от площади водосбора $M_0=f(F)$.

Полученные зависимости рекомендуются для определения нормы стока слабоизученных и неизученных рек Северного Казахстана, которые, как правило, относятся к малым рекам – наиболее уязвимыми при интенсивном хозяйственном освоении. Для нижнего течения больших рек, где сток интенсивно теряется, региональные зависимости дают лишь грубо приближенные значения нормы.

Результаты работы могут использоваться для гидрологических расчетов и планирования водопользования в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, что особенно важно для устойчивого развития региона.

Финансирование. Исследование проводилось в рамках программы BR23791322 НТП «Научно-техническое обеспечение сохранения, воспроизводства и эффективного распределения водных ресурсов для обеспечения водной безопасности РК» по мероприятию 1 «Оценка и прогноз наличия ежегодно возобновляемых поверхностных водных ресурсов по годам различной водообеспеченности по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алимкулов С. К., Мырзахметов А. Б. Гидрографическая сеть Республики Казахстан // Исследования, результаты. – 2023. – № 4(100). – С. 247-257.
- [2] База данных для открытого использования результатов наблюдений на гидрологических станциях РГП «Казгидромет»: <https://www.kazhydromet.kz/ru/gidrologiya/o-gidrologii> (дата обращения 22.04.25).
- [3] Sairov S., Alimbayeva D., Serikbay N., Yeltay A., Tillakarim T. Calculation of the minimum number of hydrological observation stations of the hydrometeorological service network in the Republic of Kazakhstan // Hydrometeorology and ecology. – 2024. – No. 1. – P. 39-46.
- [4] Медеу А. Р., Әлімқұлов С. К., Махмудова Л. К., Баспакова Г. Р. Гидрологиялық бақылау жүйесінің қазіргі жағдайы // География және су ресурстары. – 2024. – № 3. – Б. 14-20.
- [5] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том VII. Ресурсы речного стока Казахстана. Книга 1. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под ред. Гальперина Р. И. – Алматы, 2012. – 684 с.
- [6] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том VII. Ресурсы речного стока Казахстана. Книга 1. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана. – Алматы, 2012. – 360 с.
- [7] Алимкулов С. К., Турсунова А. А., Давлетғалиев С. К., Сапарова А. А. Ресурсы речного стока Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2018. – № 3. – С. 80-93.
- [8] Загидуллина А. Р., Достаева А. Ж., Сайлаубек А. М., Альжанов О. М. Жайық-Каспий су шаруашылығы алабының өзен ағынды ресурстарының аумақтық таралу заңдылықтары // Л. Н. Гумилев атындағы ЕҰУ-нің хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы, – 2025. – № 2(151). – Б. 183-196. – DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2025-151-2-183-196>
- [9] Алимкулов С. К., Турсунова А. А., Сапарова А. А., Загидуллина А. Р., Кулебаев К. М. Закономерности территориального распределения ресурсов речного стока юга и юго-востока Казахстана в современных условиях развития географической среды // Вопросы географии и геоэкологии. – 2016. – № 1. – С. 23-30.
- [10] Ушаков М. В. Формулы для расчета годового стока неизученных рек Примагандья // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). Природная среда. – 2019. – № 2(51). – С. 73-76.
- [11] Ресурсы поверхностных вод СССР. Карагандинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 13, вып. 1. – 482 с.
- [12] Молдахметов М. М., Махмудова С. К. Бақылау деректері жоқ болған жағдайда Қазақстан Республикасы аумағында Тобыл өзені алабының қалыпты жылдық ағындысын бағалау // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2010. – № 2(31). – С. 76-79.
- [13] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Акмолинская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – Вып. 1. – 789 с.
- [14] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Кустанайская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – Т. 2. – 615 с.
- [15] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Павлодарская область Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – Вып. IV. – 576 с.
- [16] Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг.). Алтай, Западная Сибирь и Северный Казахстан. Верхний Иртыш, Верхний Ишим, Верхний Тобол. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – Т. 15, вып. 2. – 384 с.
- [17] Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1971-1975 и весь период наблюдений). Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. – Л.: Гидрометеиздат. 1980. – Т. 15, вып. 2 – 294 с.
- [18] Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. 1976-1980 гг. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Т. V, вып. 1. – 468 с.

- [19] Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши (1981-1990 гг.). Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение). – Алматы, 2002. – Кн. 1, ч. 1, вып. 1. – 384 с.
- [20] Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши (1991-2000 гг.). Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение). – Алматы, 2004. – Кн. 1, ч. 1, вып. 1. – 191 с.
- [21] СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1983. – 36 с.
- [22] Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – Санкт-Петербург: Нестор-История, 2009. – 66 с.
- [23] Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Издание официальное. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.

REFERENCES

- [1] Alimkulov S. K., Myrzakhmetov A. B. Hydrographic network of the Republic of Kazakhstan // Research, results. 2023. No. 4(100). P. 247-257 (in Russ.).
- [2] Database for open use of observation results at hydrological stations of the Kazhydromet RSE: <https://www.kazhydromet.kz/ru/gidrologiya/o-gidrologii> (accessed on 22 April 2025) (in Russ.).
- [3] Sairov S., Alimbayeva D., Serikbay N., Yeltay A., Tillakarim T. Calculation of the minimum number of hydrological observation stations of the hydrometeorological service network in the Republic of Kazakhstan // Hydrometeorology and ecology. 2024. No. 1. P. 39-46.
- [4] Medeu A. R., Alimkulov S. K., Makhmudova L. K., Baspakova G. R. Current state of the hydrological monitoring system // Geography and water resources. 2024. No. 3. P. 14-20 (in Kaz.).
- [5] Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Volume VII. River flow resources of Kazakhstan. Book 1. Renewable resources of surface waters of Western, Northern, Central and Eastern Kazakhstan / Edited by Galperin R. I. JSC 'National Scientific and Technical Holding 'Parasat' Institute of Geography. Almaty, 2012. 684 p (in Russ.).
- [6] Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Volume VII. River flow resources of Kazakhstan. Book 2. Renewable resources of surface waters of South and Southeast Kazakhstan. Almaty, 2012. 360 p. (in Russ.).
- [7] Alimkulov S. K., Tursunova A. A., Davletgaliev S. K., Saparova A. A. River flow resources of Kazakhstan // Hydrometeorology and Ecology. 2018. No. 3. P. 80-93 (in Russ.).
- [8] Zagidullina A. R., Dostaeva A. Zh., Sailaubek A. M., Alzhanov O. M. The current state of the resources of the Zhayik-Caspian Sea basin // L. N. Gumilev's EU-ni'n khabarshy. Chemistry. Geography. Ecology series, 2025. No. 2(151). P. 183-196. DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2025-151-2-183-196> (in Kaz.).
- [9] Alimkulov S. K., Tursunova A. A., Saparova A. A., Zagidullina A. R., Kulebaev K. M. Patterns of territorial distribution of river flow resources in southern and south-eastern Kazakhstan in the current conditions of geographical environment development // Issues of Geography and Geoecology. 2016. No. 1. P. 23-30 (in Russ.).
- [10] Ushakov M. V. Formulas for calculating the annual flow of unexplored rivers in Primagadanya // Society. Environment. Development (Terra Humana). Natural Environment. 2019. No. 2(51). P. 73-76 (in Russ.).
- [11] Surface water resources of the USSR. Karaganda Region. L.: Hydrometeoizdat. 1966. Vol. 13, issue 1. 482 p. (in Russ.).
- [12] Moldakhmetov M. M., Makhmudova S. K. In the absence of reliable data, it is necessary to assess the actual state of the environment in the Republic of Kazakhstan // KazNU Bulletin. Geography series. 2010. No. 2(31). P. 76-79 (in Russ.).
- [13] Surface water resources in areas of virgin and fallow land development. Akmola Region of the Kazakh SSR. L.: Hydrometeoizdat, 1959. Issue 1. 789 p. (in Russ.).
- [14] Surface water resources in areas of virgin and fallow land development. Kustanai Region. L.: Hydrometeoizdat, 1959. Vol. 2. 615 p. (in Russ.).
- [15] Surface water resources in areas of virgin and fallow land development. Pavlodar Region of the Kazakh SSR. L.: Hydrometeoizdat, 1959. Vol. IV. 576 p. (in Russ.).
- [16] Surface water resources of the USSR. Main hydrological characteristics (for 1963-1970). Altai, Western Siberia and Northern Kazakhstan. Upper Irtysh, Upper Ishim, Upper Tobol. L.: Hydrometeoizdat, 1977. Vol. 15, issue 2. 384 p. (in Russ.).
- [17] Surface water resources of the USSR. Main Hydrological Characteristics (for 1971-1975 and the entire observation period). Irtysh, Ishim, and Tobol Basins. L.: Gidrometeoizdat. 1980. Vol. 15, issue 2 294 p. (in Russ.).
- [18] State water cadastre. Long-term data on the regime and resources of surface waters on land. Kazakh SSR. Irtysh, Ishim, Tobol basins. 1976-1980. L.: Hydrometeoizdat, 1987. Vol. V, issue 1. 468 p. (in Russ.).
- [19] State water cadastre. Long-term data on the regime and resources of surface waters on land (1981-1990). Irtysh, Ishim, and Tobol River Basins (upper reaches). Almaty, 2002. Book 1, part 1, issue 1. 384 p. (in Russ.).
- [20] State water cadastre. Long-term data on the regime and resources of surface waters on land (1991-2000). Irtysh, Ishim, Tobol (upper reaches) river basin. Almaty, 2004. Book 1, part 1, issue 1. 191 p. (in Russ.).
- [21] СНиП 2.01.14-83. Determination of design hydrological characteristics. Moscow: Stroiizdat, 1983. 36 p. (in Russ.).
- [22] Methodological recommendations for determining design hydrological characteristics in the absence of hydrometric observation data. Saint-Petersburg: Nestor-Istoriya, 2009. 66 p. (in Russ.).
- [23] Code of rules SP 33-101-2003. Determination of basic design hydrological characteristics. Official publication. Moscow: Gosstroy of Russia, 2004. 73 p. (in Russ.).

А. Ж. Достоева¹, Л. М. Биримбаева², А. Р. Загидуллина^{*3}

¹ Экстремалды гидрологиялық құбылыстар зертханасының ғылыми қызметкері
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан; aigerim.dostaeva@gmail.com)

² PhD-докторант, Экстремалды гидрологиялық құбылыстар зертханасының ғылыми қызметкері
(әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан;
birimbayeva_l@mail.ru)

^{3*} Экстремалды гидрологиялық құбылыстар зертханасының ғылыми қызметкері
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан; zagidullina_a_88@mail.ru)

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ӨЗЕН АҒЫНЫНЫҢ АЙМАҚТЫҚ ТӘУЕЛДІЛІКТЕРІ

Аннотация. Бұл жұмыста Солтүстік Қазақстандағы, атап айтқанда Тобыл және Есіл өзендерінің алаптарындағы өзен ағынының аумақтық таралу заңдылықтары зерттелді. Аталған өңірдің гидрологиялық зерттелуі көптеген шағын өзендер мен уақытша су ағындарының болуымен сипатталады. Бұл су ағындары бойынша бақылау мерзімі қысқа болғандықтан, гидрологиялық есептеулер жүргізуге жеткіліксіз. Алайда, қазіргі климаттың өзгеруі мен антропогендік жүктеменің артуы жағдайында шағын өзендер ең сезімтал әрі осал су нысандары болып табылады. Сондықтан олардың ағын нормасын және басқа да гидрологиялық сипаттамаларын анықтау маңызды әрі күрделі мәселе болып табылады. Зерттеліп отырған өңірдегі аз зерттелген және мүлде зерттелмеген өзендердің ағын нормасын анықтау үшін алты гидрологиялық жағынан біртекті ауданға арналған орташа жылдық ағын модулінің су жинау алаңына тәуелділік графиктері $M_0 = f(F)$ түрінде өңірлік байланыстар алынды. Алынған тәуелділіктердің корреляция дәрежесі 0,60 пен 0,94 аралығында болып, бұл оларды Солтүстік Қазақстандағы аз зерттелген және зерттелмеген өзендердің жылдық ағын нормасын бағалау үшін, сондай-ақ ағын изосызықтарының карталарын жасау үшін қолдануға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: су ағындысы, Тобыл өзені, Есіл өзені, гидрологиялық біртекті аудан, аймақтық тәуелділіктер.

A. Zh. Dostayeva¹, L. M. Birimbayeva², A. R. Zagidullina^{*3}

¹ Researcher at the Laboratory of Extreme Hydrological Events
(JSC «Institute of Geography and water security», Almaty, Kazakhstan; aigerim.dostaeva@gmail.com)

² PhD student, Researcher at the Laboratory of Extreme Hydrological Events (Al-Farabi Kazakh National University, JSC «Institute of Geography and water security», Almaty, Kazakhstan; birimbayeva_l@mail.ru)

^{3*} Researcher at the Laboratory of Extreme Hydrological Events
(JSC «Institute of Geography and water security», Almaty, Kazakhstan; zagidullina_a_88@mail.ru)

REGIONAL DEPENDENCIES OF RIVER RUNOFF IN NORTHERN KAZAKHSTAN

Abstract. This paper studies the patterns of river runoff distribution in Northern Kazakhstan, specifically in the Tobal and Esil river basins. Hydrological research in this region is characterised by a large number of small rivers and temporary watercourses, which have a short observation period that is insufficient for hydrological calculations. However, small rivers are the most sensitive and vulnerable to modern climate change and increasing anthropogenic pressure, so determining their flow rates and other hydrological characteristics is an important and, at the same time, very difficult task. To determine the normal flow of poorly studied and unstudied rivers in the study area, graphs of regional dependencies of the average annual flow module on the catchment area $M_0 = f(F)$ were obtained for six hydrologically homogeneous areas. The obtained dependencies are characterised by an acceptable degree of correlation in the range from 0.60 to 0.94, which allows them to be recommended for estimating the annual flow rate of poorly studied and unstudied rivers in Northern Kazakhstan, as well as for constructing flow isoline maps.

Keywords: river runoff, Tobyl river, Esil river, hydrologically homogeneous area, regional dependencies.