

*Қазақстан Республикасының
экология, геология және табиғи
ресурстар Министрлігі
«Қазгидромет» Республикалық
мемлекеттік кәсіпорны*

*Министерство экологии,
геологии и природных ресурсов
Республики Казахстан
Республиканское государственное
предприятие «Казгидромет»*

*Ministry of ecology,
geology and natural resources
Republic of Kazakhstan
Republican State
Enterprise « Kazhydromet»*

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный
научно-технический журнал

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

әр тоқсанда шығарылатын
ғылыми-техникалық журнал

HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

Quarterly
scientific and technical journal

№ 3

АЛМАТЫ, 2021
ALMATY, 2021

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР	Д.К. Алимбаева
ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА	Н.И. Ивкина С.Б. Саиров
ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ	А.В. Галаева
РЕДАКЦИЯ	Н.И. Ивкина Н.Н. Абаев А.Ф. Елтай А.В. Галаева
РЕДКОЛЛЕГИЯ	Р.Г. Абдрахимов (Алматы, Казахстан) А.Х. Ахмеджанов (Алматы, Казахстан) Н.Н. Абаев (Нур-Султан, Казахстан) М.Ж. Бурлибаев (Алматы, Казахстан) А.А. Волчек (Брест, Беларусь) В.Ю. Георгиевский (Санкт-Петербург, Россия) А.В. Галаева (Алматы, Казахстан) С.А. Долгих (Алматы, Казахстан) А.Ф. Елтай (Нур-Султан, Казахстан) И.Б. Есеркепова (Алматы, Казахстан) А.Р. Медеу (Алматы, Казахстан) Е.Ж. Муртазин (Алматы, Казахстан) Ж.С. Мустафаев (Алматы, Казахстан) К. Опш (Марбург, Германия) Е.В. Островская (Астрахань, Россия) В.Г. Сальников (Алматы, Казахстан) С.Г. Сафаров (Баку, Азербайджан) А.Г. Терехов (Алматы, Казахстан) А.В. Чередниченко (Алматы, Казахстан)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ **№3 (102)**

© Журнал издается с 1995 года.
Регистрационное свидетельство
№ 1538 от 14 марта 1995 г.
Адрес редакции: 050022, Алматы,
пр. Абая, д. 32, к. 305, 307
Телефон: (7272) 67-64-91; 55-84-06;
E-mail: Hydromet.journal@gmail.com
<https://mag.kazhydromet.kz/index.php/ecologia/>

<http://www.kazhydromet.kz>

Подписано в печать

Формат бумаги 70 x 100/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Объем 14,1 п.л. Тираж 500 экз. Заказ

EDITOR-IN-CHIEF	D.K. Alimbayeva
DEPUTY CHIEF EDITORS	N.I. Ivkina S.B. Sairov
EXECUTIVE SECRETARY	A.V. Galayeva
EDITORIAL TEAM	N.I. Ivkina N.N. Abayev A.G. Yeltay A.V. Galayeva
EDITORIAL BOARD	R.G. Abdrakhimov (Almaty, Kazakhstan) A.H. Akhmedzhanov (Almaty, Kazakhstan) N.N. Abayev (Nur-Sultan, Kazakhstan) M.Zh. Burlibayev (Almaty, Kazakhstan) A.A. Volchek (Brest, Belarus) V.Y. Georgievsky (Saint Petersburg, Russia) A.V. Galayeva (Almaty, Kazakhstan) S.A. Dolgikh (Almaty, Kazakhstan) A.G. Yeltay (Nur-Sultan, Kazakhstan) I.B. Eserkepova (Almaty, Kazakhstan) A.R. Medeu (Almaty, Kazakhstan) E.Zh. Murtazin (Almaty, Kazakhstan) Zh.S. Mustafayev (Almaty, Kazakhstan) K.Opp (Marburg, Germany) E.V. Ostrovskaya (Astrakhan, Russia) V.G. Salnikov (Almaty, Kazakhstan) S.G. Safarov (Baku, Azerbaijan) A.G. Terekhov (Almaty, Kazakhstan) A.V. Cherednichenko (Almaty, Kazakhstan)

HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY

№3 (102)

© The magazine has been published since 1995.

Registration certificate

№ 1538 from 14 March 1995

Editorial office address: 050022, Almaty,

Abay Ave., app. 32, room. 305, 307

Tel: (7272) 67-64-91; 55-84-06;

E-mail: Hydromet.journal@gmail.com

<https://mag.kazhydromet.kz/index.php/ecologia/>

<http://www.kazhydromet.kz>

Signed to the press

Paper size 70 x 100/16. Offset printing. Offset paper.

Volume 14,1 p.s. Edition 500 cop. Order

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

- Ж.С. Мустафаев, А.Р. Жансыкпаев**
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМАТИЗАЦИЯ ВОДОСБОРА БАССЕЙНА
РЕКИ ШАРЫН.6
- Г.А. Джамалова, Б.Х. Тусупова, Л.С. Курбанова, М.Ф. Нақыпбек**
МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ. 17
- Н.Н. Абаев, Л.М. Биримбаева, Т.А. Тілләкәрім, Н.Т. Серікбай**
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА СТОКА ПОЛОВОДЬЯ РЕКИ ЕСИЛЬ МЕТОДОМ
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ 27
- Ж.О. Озгелдинова, Е.Б. Усалинов, А.А. Жангужина, Н.Е. Рамазанова, Ж.С. Ержанова,
Ж.Т. Мукаев**
КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ ГЕОСИСТЕМ
ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ 36
- А.Г. Чигринец, К.К. Дускаев, А.А. Сатмурзаев, А.Е. Инсигенова, Ж.Т. Салаватова**
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ВНУТРИГODOVOGO
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ВОДЫ РЕК ТЕРРИТОРИИ Г. АЛМАТЫ. 44
- ### ОБЗОРЫ И КОНСУЛЬТАЦИИ
- N. Mamayeva, Mátyás Gede**
VISUALIZING THE CHANGES OF THE CASPIAN COASTLINE 63
- Т.К. Салихов, Т.С. Салихова**
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТАЛАССКОГО РАЙОНА ЖАМБЫЛСКОЙ
ОБЛАСТИ. 68
- А.Т. Садвокасова, И.Б. Фахруденова, Т.В. Карнаухова, Р.М. Тазитдинова**
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОЗЕРА КОПА ГОРОДА КОКШЕТАУ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ. 74
- ### ХРОНИКА
- ПАМЯТИ ВАЛЕНТИНЫ ПЕТРОВНЫ ПОПОВОЙ. 80**
- "ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ САЛАСЫНЫҢ ҮЗДІГІ" И "ЭКОЛОГИЯ САЛАСЫНЫҢ
ҮЗДІГІ". 81**

CONTENT

SCIENTIFIC ARTICLES

- Zh.S. Mustafaev, A.R. Zhansykpaev**
GEOMORPHOLOGICAL SCHEMATIZATION OF THE DRAINAGE OF THE SHARYN RIVER BASIN. 6
- G.A. Dzhamalova, L.S. Kurbanova, B.H. Tusupova, M. Nakypbek**
ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE MICROBIOLOGICAL STATE OF OIL-CONTAMINATED SOILS.17
- N.N. Abayev, L.M. Birimbayeva, T.A. Tillakarim, N.T. Serikbay**
FORECASTING THE VOLUME OF FLOOD RUNOFF OF THE YESIL RIVER USING THE PATTERN RECOGNITION METHOD. 27
- Zh.O. Ozgeldinova, E.B. Usalinov, A.A. Zhanguzhina, N.E. Ramazanova, Zh.S. Yerzhanova, Zh.T. Mukaev**
COMPONENT ANALYSIS SYSTEM-FORMING FACTORS OF GEOSYSTEMS OF PAVLODAR REGION. 36
- A.G. Chigrinets, K.K. Duskaev, A.A. Satmurzayev, A.E. Insignova1, Zh.T. Salavatova**
STUDY OF THE MAIN CHARACTERISTICS AND INTRA-ANNUAL DISTRIBUTION OF THE WATER FLOW OF THE RIVERS OF THE TERRITORY ALMATY CITY.44
- ### REVIEWS AND CONSULTATIONS
- N. Mamayeva, Mátyás Gede**
VISUALIZING THE CHANGES OF THE CASPIAN COASTLINE 63
- T.K. Salikhov, T.S. Salikhova**
STUDY OF TALASS DISTRICT SOIL COVER IN ZHAMBYL REGION.68
- A.T. Sadvokasova, I.B. Fakhrudanova, T.S. Karnaukhova, R.M. Tazitdinova**
ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE LAKE KOPA OF THE CITY OF KOKSHETAU BY HYDROCHEMICAL INDICATORS74
- ### CHRONICLE
- IN MEMORY OF VALENTINA PETROVNA POPOVA** 80
- "EXCELLENT WORKER OF HYDROMETEOROLOGY "AND" EXCELLENT WORKER OF ECOLOGY"**81

УДК 911.2:551.4

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМАТИЗАЦИЯ ВОДОСБОРА БАССЕЙНА РЕКИ ШАРЫН

Ж.С. Мустафаев¹ д.т.н., А.Р. Жансыкпаев²

¹Казахский Национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан
E-mail: z-mustafa@rambler.ru

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

На основе геосистемного подхода, с использованием законов географической вертикальной зональности, определены энергетические ресурсы речных бассейнов и подземных вод, природно-климатического потенциала природных систем, характеризующих тепло- и влагообеспеченность естественных ландшафтов. Это позволило провести геоморфологическую схематизацию водосбора бассейна р. Шарын, характеризующую зону ландшафтов горного класса (элювиальная фация), предгорного подкласса (трансэлювиальная фация), предгорного равнинного подкласса (трансаккумулятивная фация) и равнинного класса (супераквимальная и субаквимальная фации) и природной функции речного бассейна, т.е. стокообразования и средообразования, являющихся базисом для природопользования и природообустройства.

Ключевые слова: река Шарын, бассейн, водосбор, природа, система, ландшафт, катена, фация, геоморфология, схематизация

Поступила 25.03.21

DOI:10.54668/2789-6323-2021-102-3-6-16

ВВЕДЕНИЕ

Повышенный интерес к изучению тренда формирования гидрологического и геохимического стока водосбора речных бассейнов обусловлен необходимостью решения ряда задач фундаментальной науки в области гидрологии и, в частности, выявлению закономерности пространственных геоморфологических преобразований и их взаимосвязей с трансформацией геохимического стока в целях сохранения экологической устойчивости территории бассейна.

Степень преобразования природных ландшафтов водосбора речных бассейнов в результате антропогенной деятельности постоянно возрастает в пространственно-временных масштабах, нарушая сформировавшееся природное равновесие, так как производится без учета принципов геоморфологической схематизации.

Проблемы изучения динамических свойств водосбора речного бассейна, физических меха-

низмов формирования гидрологического стока в целом на основе геоморфологической схематизации и особенностей проявления этих механизмов на разных пространственных масштабах, определяющих их разнообразие в зависимости от физико-географических и природно-климатических условий, является одним из элементов геофизических задач, составляющих содержание современной гидрологии речных бассейнов.

Цель исследования – выявление закономерностей геоморфологической схематизации водосбора бассейна р. Шарын.

Объект исследования. Река Шарын начинается на южном склоне восточной части хребта Кетмень в районе Тузколь (1959 м над уровнем моря) под наименованием Шалкудысу в районе поселка городского типа Кеген. Протекая вдоль хребта Кулуктау, в р. Кеген впадают: самый крупный приток – р. Каркара, рр. Жарганак и Кенсу. После выхода в Жаланашскую долину р. Кеген, ниже Бестобинского водохранилища и

Мойнакской ГЭС, носит название Шарын с притоком рр. Кенсу и Темерлек. Питание р. Шарын в основном снегово-ледниковое, площадь водосбора – 7370 км² и длина 427 км [7, 10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В водосборах речных бассейнов формирование горизонтального строения ландшафта выражается в наличии системы пространственно-взаимосвязанных и соподчиненных природно-территориальных комплексов, которые обуславливают внутреннюю однородность ландшафта, носят название морфологических единиц, т.е. их сочетание образует морфологическую структуру ландшафта.

Природный территориальный комплекс – это сложное материальное образование, обладающее в пространственно-временных системах свойством целостности географических компонентов, т.е. ландшафтов, взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое элементов природной системы.

Ландшафт – это генетически однородный природный территориальный комплекс, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и состоящий из набора динамически сопряженных и закономерно повторяющихся урочищ [3].

Основная морфологическая единица ландшафта – фация, являющаяся первичной ячейкой ландшафта природно-территориального комплекса и наиболее однородной в природном отношении.

Это особый вид природно-территориального комплекса (геосистема), который в пространственном масштабе сохраняет одинаковую литологию поверхностных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения, один микроклимат, одну почвенную разность, один биоценоз, то есть в водосборах речных бассейнов природные компоненты отличаются пространственной однородностью.

Геоморфологический анализ и морфометрическая схематизация водосборов выполнены на основе геосистемного подхода, базирующегося на катенарном подходе, который используется для рассмотрения вопросов функционирования речных бассейнов, когда вся территория водосбора рассматривается как целостная последовательность фаций (элементарных ландшафтов),

то есть катен [4], где в качестве главного фактора, выступает водное питание и сток [11, 14].

Первую геоморфологическую схематизацию рельефа ландшафтных катен склонов в равнинных условиях в начале XX века предложил Г.Н. Высоцкий [2], а позднее Л.Г. Раменский разработал более подробную геоморфологическую классификацию [15].

Территория водосбора по границам физико-географических районов делится на катены фаций. Катена – это ряд или цепь закономерно сменяющих друг друга природных комплексов (морфологических частей ландшафта – фаций) от водораздела вниз по склону до ближайшего водотока, связанных латеральными однонаправленными потоками вещества и энергии.

При этом водосбор представляется набором катен по количеству, равному физико-географическим районам на водосборе, то есть состоит из четырех фаций с разным высотным взаиморасположением (рис. 1 и 2):

- элювиальная фация представляет собой возвышенность у водораздельной линии, которая характеризует горный класс ландшафта и является зоной формирования гидрологического и геохимического стоков;

- трансэлювиальная фация – склон до точки перегиба, которая характеризует предгорный класс ландшафта и является зоной трансформации гидрологического и геохимического стоков;

- трансаккумулятивная фация – склон после точки перегиба, который характеризуется предгорным равнинным классом ландшафта и является зоной ослабления скорости трансформации и появления признаков аккумуляции гидрологического и геохимического стоков;

- супераквальная и субаквальная фации – от точки перегиба до примыкания к водотоку, которые характеризуются равнинным классом ландшафта и является зоной magazинирования гидрологического и геохимического стоков.

При количественном описании гидрогеохимических процессов водосборов речных бассейнов, главными интегральными факторами являются: энергия потока подземных вод, то есть скорость их движения, массы воды, зависящая от мощности водоносного горизонта; энергия фильтрации и энергия испарения, которые не учитываются при использовании превышения поверхности земли над берегом водотока, как критерий для геоморфологической схематиза-

ции речных бассейнов. Поэтому, так как Δ_i и Δ_H характеризуют превышение поверхности земли над берегом водотока, тогда можно представить

энергию или работу совершаемой потоком подземных вод, для геоморфологической схематизации речных бассейнов в следующем виде [8, 12]:

$$\Delta E = A_i = m_i \cdot g \cdot \Delta H = m_i \cdot g \cdot \Delta_i, \quad (1)$$

где ΔE – изменение энергии на участке dx , кДж; – работа, совершаемая в элементарном объеме потоком грунтовых вод на участке dx , кДж; – средняя

масса грунтовых вод; и ΔH – высота превышение поверхности земли над берегом водотока, м; g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$.

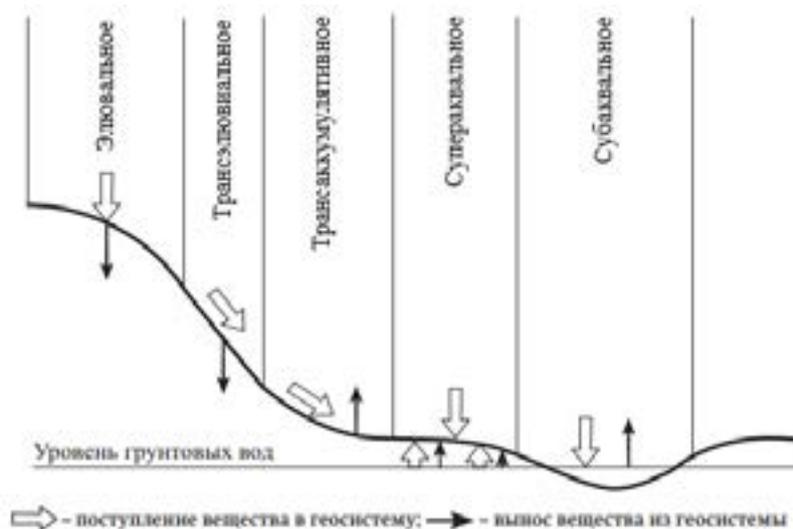


Рис. 1. Геоморфологическая схематизация ландшафтных катен водосбора [4].

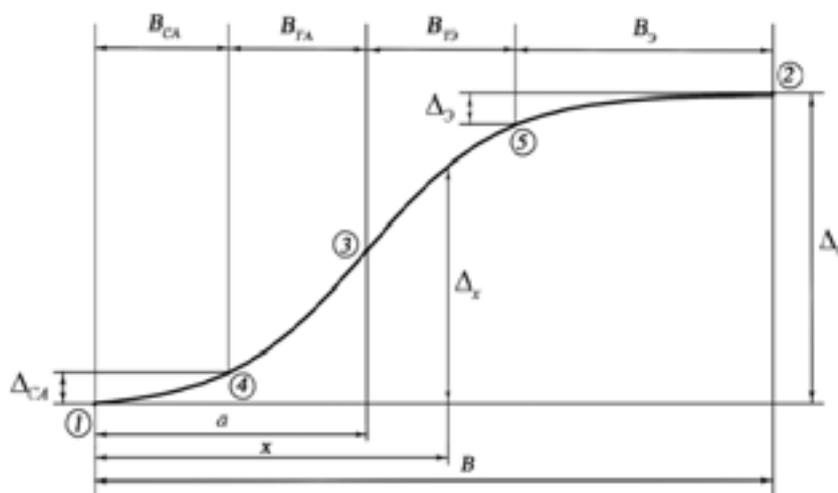


Рис. 2. Расчетная геоморфологическая схематизация ландшафтной катены: V_{CA} , V_{TA} , V_E – ширина, соответственно, супераккумулятивной, трансэлювиальной и элювиальной фаций; Δ_0 , B – схематизированная, соответственно высота и ширина катены фаций; 1 – начало катены (берег реки), 2 – переход от супераккумулятивной фации к трансэлювиальной, 3 – точка перегиба склона, 4 – переход от трансэлювиальной фации к элювиальной, 5 – конец катены фаций (водораздел) [4].

В качестве метода исследования природной тепло-влажностной обеспеченности водосбора речных бассейнов для целей геоморфологической схематизации может быть использован интегральный показатель:

– испаряемость, характеризующая количество

воды, которое может испариться с поверхности земли в данных природно-климатических условиях при неограниченных запасах влаги (E_0), которая определяется по формуле Н.Н. Иванова [9]:

$$E_0 = 0,0018 \cdot (25+t)^2 (100-a), \quad (2)$$

где t – среднемесячная температура воздуха, °С; a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %;

K_y – коэффициент естественного увлажнения (K_y), представляет отношение годовых атмосферных осадков к сумме испаряемости в биологическом активном периоде года [9]:

$$K_y = O_c / E_o, \quad (3)$$

где O_c – годовое количество атмосферных осадков, мм;

\bar{R} – гидротермический показатель или «индекс сухости» (\bar{R}), представляет отношение радиационного баланса деятельной поверхности к затратам тепла на испарение выпавших атмосферных осадков [1]:

$$(\bar{R}) = R / LO_c, \quad (4)$$

где L – удельная теплота парообразования, принятая постоянной и равная 2,5 кДж/см²; R – радиационный баланс дневной поверхности, который определяется по формуле Ю.Н. Никольского и В.В. Шабанова [13]:

$$R = 13.39 + 0.0079 \cdot \sum t > 10 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5)$$

здесь $\sum t$ – сумма температуры воздуха за биологический активный период года, °С.

Для решения поставленных целей и задач исследования в работе использованы материалы справочно-информационного портала «Погода и климат», Всемирной Метеорологической Организации (ВМО), РГП «Казгидромет» и Казахского научно-исследовательского института мониторинга окружающей среды и климата (КазНИИМОСК), по 8 метеорологическим станциям, расположенным в водосборах бассейна р. Шарын (табл. 1).

На основе картографического анализа водосбора бассейна р. Шарын, от зоны формирования стока хребта Кетмень до магазинирования стока реки, построен горизонтальный профиль (рис. 3), позволяющий выявить природные различия в пространственных масштабах, которые очень важны при разработки моделей функционирования бассейна.

Таблица 1

Климатическая характеристика водосбора бассейна р. Шарын

Месяцы	t , °С	a , %	O_c , мм	t , °С	a , %	O_c , мм
	Метеорологические станции					
	Каркара			Кеген		
I	-12,0	82,0	21,0	-12,0	77,0	12,0
II	-9,9	79,0	23,0	-9,8	75,0	14,0
III	-1,9	73,0	24,0	-1,8	70,0	25,0
IV	6,5	68,0	42,0	6,7	65,0	45,0
V	11,5	55,0	57,0	11,6	52,0	58,0
VI	15,3	52,0	62,0	15,6	50,0	63,0
VII	17,6	47,0	54,0	17,8	45,0	53,0
VIII	16,7	48,0	46,0	16,9	46,0	44,0
IX	12,0	54,0	36,0	12,3	52,0	36,0
X	5,0	65,0	31,0	5,1	64,0	33,0
XI	-3,2	76,0	30,0	-3,1	72,0	22,0
XII	-9,1	81,0	25,0	-8,8	76,0	16,0
Годовые	4,0	65,0	451	4,2	62,0	421
	Сумбе			Чунджа		
I	-9,3	75,0	15,0	-7,3	73,0	15,0
II	-6,9	70,0	16,0	-4,8	70,0	16,0
III	1,4	66,0	48,0	-3,9	63,0	22,0
IV	10,0	58,0	48,0	12,5	61,0	37,0
V	15,0	56,0	54,0	17,8	46,0	34,0

Месяцы	t , °C	a , %	O_c , мм	t , °C	a , %	O_c , мм
	Метеорологические станции					
VI	19,1	48,0	35,0	21,7	40,0	39,0
VII	21,2	43,0	26,0	23,8	39,0	26,0
VIII	20,0	42,0	26,0	22,5	41,0	17,0
IX	15,3	44,0	38,0	17,6	51,0	17,0
X	7,9	56,0	24,0	10,1	62,0	29,0
XI	-0,3	66,0	18,0	1,9	68,0	23,0
XII	-6,3	72,0	20,0	-4,2	70,0	18,0
Годовые	7,3	58,0	375	9,6	57,0	292
		Шырын			Шарын	
I	-6,6	72,0	15,0	-6,6	66,0	16,0
1	2	3	4	5	6	7
II	-4,2	69,0	14,0	-4,3	64,0	15,0
III	4,6	60,0	20,0	-4,5	56,0	21,0
IV	13,1	56,0	32,0	13,2	41,0	33,0
V	18,6	42,0	29,0	18,6	39,0	29,0
VI	22,6	39,0	34,0	22,9	37,0	33,0
VII	24,6	37,0	24,0	24,9	34,0	23,0
VIII	23,3	39,0	18,0	23,4	35,0	14,0
IX	18,3	50,0	20,0	18,4	39,0	14,0
X	10,8	60,0	26,0	10,9	47,0	27,0
XI	2,5	66,0	22,0	2,6	56,0	23,0
XII	-3,6	70,0	18,0	-3,5	65,0	19,0
Годовые	10,3	55,0	262	10,4	48,0	267

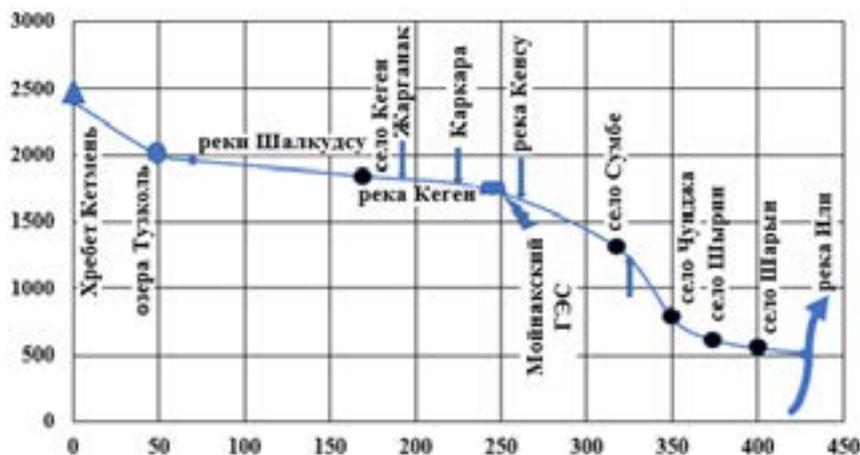


Рис. 3. Горизонтальный профиль водосбора бассейна реки с водными и административными объектами (ордината – отметка поверхности земли, м; абсцисса – длина реки, км).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Климатические показатели деятельности поверхности земли – важнейшие составляющие элементы природного комплекса, то есть выполняющие главную природную функцию водосбора речных бассейнов, как средообразующей системы, и в этом принципиальная важность геоморфологической схематизации, в рамках которой открывается возможность комплексной оценки природно-энергетических ресурсов водных объектов.

При этом формирование гидрологического

стока водосбора речных бассейнов является интегральным показателем климата, характеризующегося годовыми атмосферными осадками и испаряемостью, которые являются функцией температуры воздуха.

На основе многолетних информационно-аналитических материалов (табл. 1), расположенных метеорологических станций в водосборах бассейна р. Шарын, и методологического обеспечения для оценки энергетических ресурсов природной системы определены их среднемноголетние природно-климатические потенциалы (табл. 2 и рис. 4).

Таблица 2

Природно-энергетические ресурсы водосбора бассейна р. Шарын

Метеостанция	Абсолютная высота (H), м	Природно-климатические показатели			
		O_c , мм	$\sum t$, °C	E_o , мм	R , кДж/см ²
Каркара	2200	451	2236	697	152
Кеген	1846	421	2273	739	154
Сумбе	1301	375	3093	1008	185
Чунджа	756	292	3868	1257	215
Шырин	603	272	4017	1328	221
Шарын	554	267	4047	1513	222

Как видно из табл. 2 и рис. 4, основные закономерности территориального распределения годовых атмосферных осадков (O_c , мм) и сумма биологических активных температур воздуха ($\sum t$, °C) в водосборе бассейна р. Шарын определяется высотной поясностью, которые меняются с поднятием местности над уровнем моря, т.е. атмосферные осадки от горных в сторону равнинных зон уменьшаются от 451 мм до 267 мм и сумма биологических активных температур воздуха увеличивается от 2236 до 4047 °C. Аналогичная закономерность прослеживается с распределением годовых сумм суммарной радиации (R , кДж/см²) и испаряемости (E_o , мм), которые от горных до равнинной частей водосборов бассейна р. Шарын соответственно увеличиваются от 152 кДж/см² до 222 кДж/см² и от 697 мм до 1513 мм.

Значительный интерес при геоморфологической схематизации водосборов речных бассейнов представляет совместный анализ коэффициента естественного увлажнения и «индекса сухости», характеризующих тепло- и влагообеспеченность в пространственных масштабах и показывающих степень влияния на годовой сток рек, как атмосферных осадков, так и испарения (табл. 3 и рис. 5).

Для более строгого описания природной системы водосбора бассейна р. Шарын использован коэффициент естественного увлажнения Н.Н. Иванова, являющийся комплексным показателем и включающий оба фактора формирования гидрологического стока: температуру и осадки, которые оказывают разнородное влияние на сток в различных физико-географических зонах (от горных до равнинных зон) от 0,17 до 0,65.

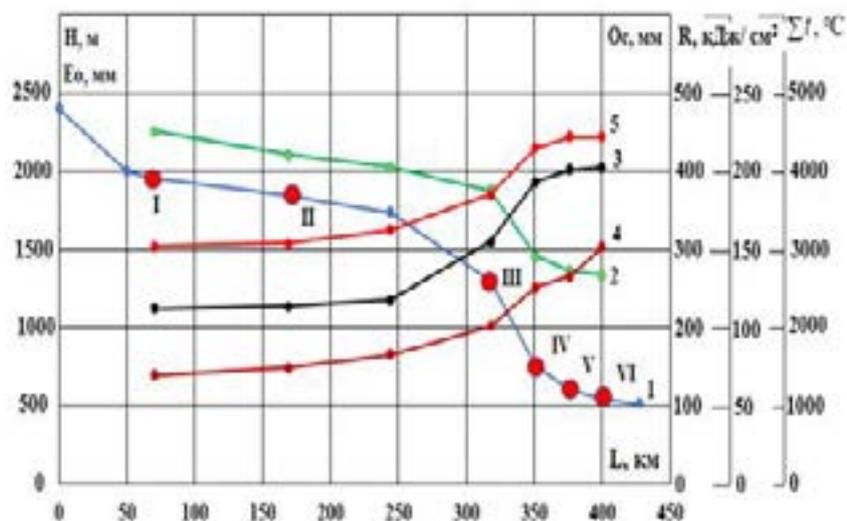


Рис. 4. Энергетический потенциал водосбора бассейна р. Шарын (климатические показатели: 1 – отметка поверхности земли, м; 2 – атмосферные осадки; 3 – сумма температур воздуха; 4 – испаряемость; 5 – радиационный баланс дневной поверхности; метеорологические станции: I – Каркара; II – Кеген; III – Сумбе; IV – Чунджа; V – Шырин; VI – Шарын).

Таблица 3

Интегральные показатели тепло- и влагообеспеченности природных ландшафтов водосборов бассейна р. Шарын

Метеостанция	Абсолютная высота (H), м	Природно-климатические показатели			Показатели тепло- и влагообеспеченности	
		O_0 , мм	E_0 , мм	R , кДж/см ²	K_y	\bar{R}
Каркара	2200	451	697	152	0,65	1,35
Кеген	1846	421	739	154	0,57	1,46
Сумбе	1301	375	1008	185	0,37	1,97
Чунджа	756	292	1257	215	0,23	2,94
Шырин	603	272	1328	221	0,20	3,25
Шарын	554	267	1513	222	0,17	3,32

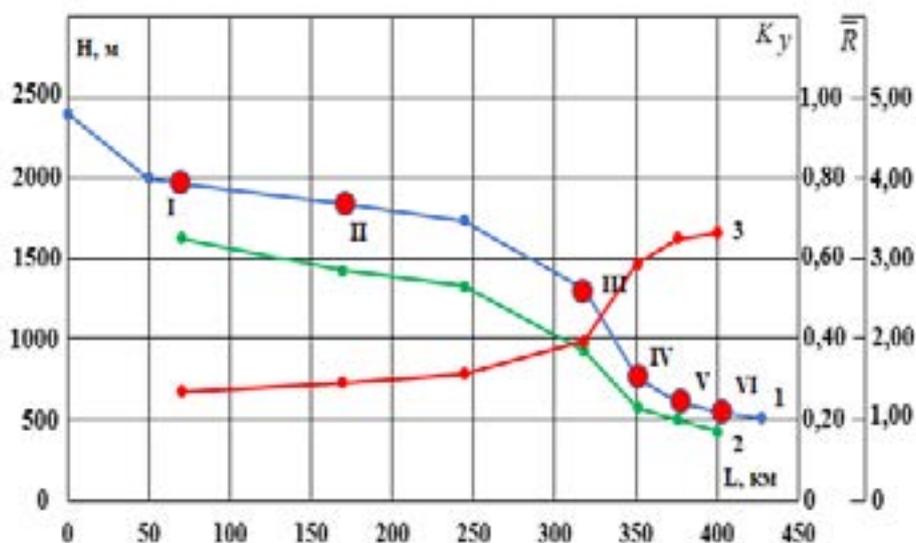


Рис. 5. Тепло-и влагообеспеченности водосбора бассейна р. Шарын (климатические показатели: 1 – отметка поверхности земли, м; 2 – коэффициент естественного увлажнения; 3 – «индекс сухости»; метеорологические станции: I – Каркара; II – Кеген; III – Сумбе; IV – Чунджа; V – Шырин; VI – Шарын).

Показатель «индекс сухости» (\bar{R}) М.И. Будыко характеризует баланс энергии и вещества, который определяет интенсивность протекания биологических и геохимических процессов на Земле и имеет определенные преимущества в сравнение с другими индикаторами тепло- и влагообеспеченности природных ландшафтов [1]: во-первых, он одновременно учитывает идею увлажнения В.В. Докучаева [6], Г.Н. Высоцкого [2] и положение А.А. Григорьева [5] о значении соотношения радиационного баланса (R) и осадков (O_c) для характеристики условия увлажнения; во-вторых, характеризует условия тепло- и влагообеспеченности растений и

почвы; в-третьих, определяет в значительной степени условия формирования почвенных, гидрогеологических и геохимических условий и, в-четвертых, позволяет учесть характер и интенсивность антропогенной деятельности.

На территории водосбора бассейна р. Шарын «индекс сухости» (\bar{R}) колеблется от 1,350 до 3,320, что свидетельствует об отсутствии сбалансированности теплового и водного режимов в природной системе региона.

На основе приведенного методологического подхода определены энергия и работа совершаемой потоком грунтовых вод в водосборных бассейнах р. Шарын (табл. 4 и рис. 6).

Таблица 4

Энергетические ресурсы подземных стоков водосборов бассейна р. Шарын

Метеостанция	Абсолютная высота (H), м	Высота превышение поверхности земли (ΔH), м	Энергия потока грунтовых вод, кДж	
			A_i	$\sum A_i$
Каркара	2200	0,000	0,000	0,000
Кеген	1846	344	3374,6	3374,6
Сумбе	1301	545	5346,5	8720,5
Чунджа	756	545	5346,5	14067,0
Шырин	603	153	1500,9	15567,9
Шарын	554	49,0	480,7	16048,6

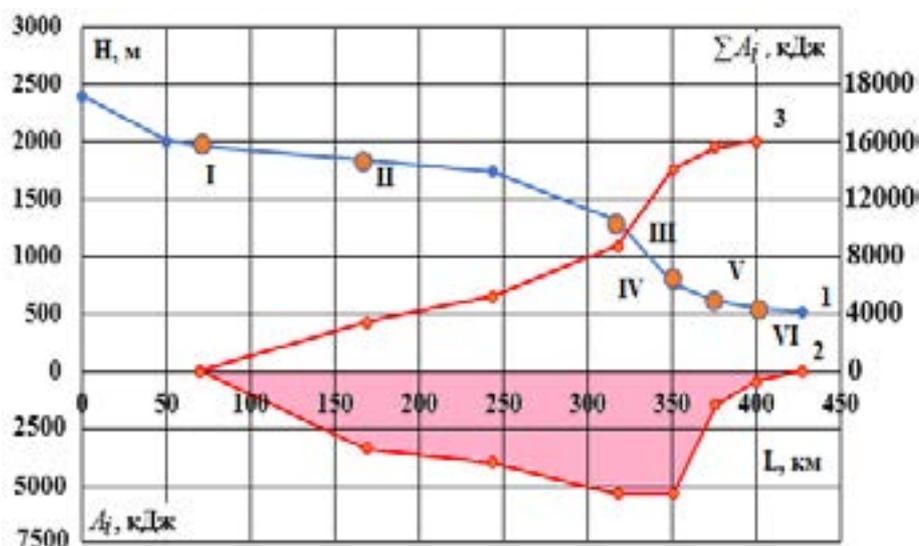


Рис. 6. Энергетические ресурсы подземных стоков водосбора бассейна р. Шарын (климатические показатели: 1 – отметка поверхности земли, м; 2 – энергетические ресурсы речных бассейнов; 3 – интегральная сумма энергетических ресурсов речных бассейнов; метеорологические станции: I – Каркара; II – Кеген; III – Сумбе; IV – Чунджа; V – Шырин; VI – Шарын).

Как видно из табл. 4 и рис. 6, на территории водосбора бассейна р. Шарын на границе Райымбекского района Алматинской области, т.е. в горной зоне формирования стока, энерге-

тические ресурсы речных бассейнов и подземных вод имеют достаточно высокий уровень – 8720,5 кДж, которые в предгорных зонах в границах Кегенского района постепенно снижают-

ся до 5346,5 кДж. На территории предгорно-равнинных и равнинных зон, которые являются зоной аккумуляций гидрогеохимических стоков и охватывающей Уйгурский район Алматинской области, энергетические ресурсы речных бассейнов и подземных вод уменьшаются до 480,7 кДж.

Для геоморфологического районирования территории водосбора бассейна р. Шарын использован катенарный подход, который пред-

полагает геоморфологическую схематизацию ландшафтных катен водосбора речных бассейнов, характеризующих зону горного класса ландшафтов (элювиальная фация), предгорного подкласса ландшафтов (трансэлювиальная фация), предгорного равнинного подкласса ландшафтов (трансаккумулятивная фация) и равнинного класса ландшафтов (супераккумулятивная и субаккумулятивная фации) (табл. 5).

Таблица 5

Геоморфологическая схематизация ландшафтных катен водосбора бассейна р. Шарын

Зоны увлаженности	Показатели тепло и влагообеспеченности			H, м	Административные районы
	Метеостанция	K_y	\bar{R}		
Горный класс ландшафта (элювиальная фация)					
Влажная горная	Каракара	0,65	1,35	2000	Райымбекский,
	Кеген	0,57	1,46	1846	Кегенский
Предгорный подкласс ландшафтов (трансэлювиальная фация)					
Засушливая горная	Сумбе	0,37	1,97	1301	Кегенский
	Чунджа	0,23	2,94	756	Уйгурский
Предгорный равнинный подкласс ландшафтов (трансаккумулятивная фация)					
Сухая предгорная	Шырин	0,20	3,25	603	Уйгурский
Равнинный класс ландшафтов (супераккумулятивная фация)					
Сухая равнинная	Шарын	0,17	3,32	554	Уйгурский

ВЫВОДЫ

Таким образом, с использованием законов географической вертикальной зональности, определены энергетические ресурсы речных бассейнов и подземных вод, природно-климатического потенциала природных систем, характеризующих тепло- и влагообеспеченность естественных ландшафтов, которые позволили провести геоморфологическую схематизацию водосбора бассейна р. Шарын, характеризующую природные функции речного бассейна, то есть стокообразование и средообразование, и являющуюся базисом для природопользования и природообустройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности. – Л.: Гидрометеоиздат, 1956. – 255 с.
2. Высоцкий Г.Н. Об ороклиматических основах классификации почв // Избранные

сочинения. – 1962. – Т. 2. – С. 92-102.

3. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. – Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2002. – 288 с.

4. Голованов А.И., Сухарев Ю.И., Шабанов В.В. Комплексное обустройство территорий – дальнейший этап мелиорации земель // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 25-31.

5. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды. – М.: Мысль, 1966. – 211 с.

6. Докучаев В.В. Избранные труды (/ под редакцией академика Б.Б. Полынова). – М.: издательство АН СССР, 1949. – 643 с.

7. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика. – 1941. – №3. – С. 15-32.

8. Ивкина Н.И., Шенбергер И.В., Терехов А.Г. Особенности водного режима р. Шарын в современных условиях // Гидрометеорология и

экология, 2019. – №3. – С. 59-67.

9. Керимбай Н.Н., Джаналеева К.М., Керимбай Б.С. Возможности использования водных ресурсов бассейна реки Шарын в целях развития сельского хозяйства // Материалы VII междунар. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук», посвященной 90-летию академика К. Ташенова. – Петропавловск, 2019. – Том 1. – №2. – С. 56-62.

10. Курейчева Л.В., Козыкеева А.Т., Даулетбай С.Д. Комплексное обустройство реки Шу (Монография). – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016. – 149 с. – ISBN 978-3-659-94611-0.

11. Ласточкин А.Н. Рельеф земной поверхности (принципы и методы статической геоморфологии). – Л.: Недра, 1991. – 340 с.

12. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жидекулова Г.Е., Даулетбай С.Д., Жанымхан К. Прикладная модель геоморфологической схематизации ландшафтных систем речных водосборов // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – №3. – С. 59-66.

13. Никольский Ю.Н., Шабанов В.В. Расчет проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорируемых земель // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 9. – С. 52-56.

14. Польшов, Б.Б. Учение о ландшафтах. Избранные труды. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 492-511.

15. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.

REFERENCES

1. Бudyko M.I. Teplovoi balans zemnoi poverkhnosti. – L.: Gidrometoizdat, 1956. – 255 s.

2. Vysotskii G.N. Ob oroklimaticheskikh osnovakh klassifikatsii pochv // Izbrannye sochineniya. – 1962. – Т. 2. – С. 92-102.

3. Glazovskaya M.A. Geokhimicheskie osnovy tipologii i metodiki issledovaniy prirodnykh landshaftov. – Smolensk: Izd-vo Oikumena, 2002. – 288 s.

4. Golovanov A.I., Sukharev Yu.I., Shabanov V.V. Kompleksnoe obustroistvo territorii – dal'neishii

etap melioratsii zemel' // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. – 2006. – № 2. – С. 25-31.

5. Grigor'ev A.A. Zakonomernosti stroeniya i razvitiya geograficheskoi sredy. – M.: Mysl', 1966. – 211 s.

6. Dokuchaev V.V. Izbrannye trudy (/ pod redaksii akademika B.B. Polynova). – M.: izdatel'stvo AN SSSR, 1949. – 643 s.

7. Ivanov N.N. Zony uvlazhneniya zemnogo shara // Izv. AN SSSR. Seriya geografiya i geofizika. – 1941. – №3. – С. 15-32.

8. Ivkina N.I., Shenberger I.V., Terekhov A.G. Osobennosti vodnogo rezhima r. Sharyn v sovremen-nykh usloviyakh // Gidrometeorologiya i ekologiya, 2019. – №3. – С. 59-67.

9. Kerimbai N.N., Dzhanelieva K.M., Kerimbai B.S. Vozmozhnosti ispol'zovaniya vodnykh resursov basseina reki Sharyn v tselyakh razvitiya sel'skogo khozyaistva // Materialy VII mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Aktual'nye problemy nauki i obrazovaniya v oblasti estestvennykh i sel'skokhozyai-stvennykh nauk», posvyashchennoi 90-letiyu akademika K. Tashenova. – Petropavlovsk, 2019. – Том 1. – №2. – С. 56-62.

10. Kireicheva L.V., Kozykeeva A.T., Dauletbai S.D. Kompleksnoe obustroistvo reki Shu (Monografiya). – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016. – 149 s. – ISBN 978-3-659-94611-0.

11. Lastochkin A.N. Rel'ef zemnoi poverkhnosti (printsipy i metody staticheskoi geomorfologii). – L.: Nedra, 1991. – 340 s.

12. Mustafaev Zh.S., Kozykeeva A.T., Zhidekulova G.E., Dauletbai S.D., Zhanymkan K. Prikladnaya model' geomorfologicheskoi skhematizatsii landshaftnykh sistem rechnykh vodosborov // Mezhduna-rodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal. – 2016. – №3. – С. 59-66.

13. Nikol'skii Yu.N., Shabanov V.V. Raschet proektnoi urozhainosti v zavisimosti ot vodnogo rezhima melioriruemykh zemel' // Gidrotekhnika i melioratsiya. – 1986. – № 9. – С. 52-56.

14. Polynov, B.B. Uchenie o landshaftakh. Izbrannye trudy. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1956. – С. 492-511.

15. Ramenskii L.G. Vvedenie v kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie zemel'. – M.: Sel'khozgiz, 1938. – 620 s.

ШАРЫН ӨЗЕНІНІҢ СУЖИНАУ АЛАБЫН ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖЕЛІЛЕУ

Ж.С. Мұстафаев¹ техн. ғылым. доктор, **А.Р. Жансықпаев**²

¹*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*

E-mail: z-mustafa@rambler.ru

²*Қазақ ұлттық университеті әл-Фараби, Алматы қ., Қазақстан*

Гөжүйелік жүргінің негізінде, географияның белдеулік аймақтық заңын пайдаланып, өзен алабының және жер асты суларының энергетикалық ресурстары, табиғи жүйенің табиғи-климаттық әлеуетін сипаттайтын табиғи ландшафттардың жылу және ылғалмен қамтамасыз ету дәрежесін анықтау, Шарын өзенінің сужинау алабын геоморфологиялық желілеу, таулы ландшафттық класы (элювиалдық фация), тау бөктеріндегі ландшафттық класы (трансэлювиалдық фация), тау бөктеріндегі ландшафттық класы (трансаккумулятивтік фация) және жазықтық класы (супераквивалдық және субаквивалдық фация) аймақтармен және өзеннің алабының табиғи, яғни табиғатты пайдалану және үйлестірудің даму кеңістігін құрайтын су ағынын және ортаны құрушы қызметін сипатталды.

Түйін сөздер: өзен, алабы, сужинау, табиғат, жүйе, ландшафт, катен, фация, геоморфология, желілеу

GEOMORPHOLOGICAL SCHEMATIZATION OF THE DRAINAGE OF THE SHARYN RIVER BASIN

Zh.S. Mustafaev¹ Doctor of Technical Sciences, **A.R. Zhansykpаev**²

¹*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

E-mail: z-mustafa@rambler.ru

²*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

On the basis of the geosystem approach, using the laws of geographic vertical zoning, the energy resources of river basins and groundwaters, the natural and climatic potential of natural systems that characterize the heat and moisture supply of natural landscapes were determined, which made it possible to carry out a geomorphological schematization of the catchment area of the class of landscapes (eluvial facies), foothill subclass of landscapes (transeluvial facies), foothill lowland subclass of landscapes (transaccumulative facies) and plain class of landscapes (superaquial and subaquial facies) and the natural function of the river basin, that is, nature improvement.

Keywords: river, basin, catchment, nature, system, landscape, catena, facies, geomorphology, schematization

УДК 504.06

**МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ****Г.А. Джамалова¹, Б.Х. Тусупова², Л.С. Курбанова², М.Ғ. Нақыпбек²**¹*Сәтбаев Университеті, Алматы қ., Қазақстан*²*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан**E-mail: k_lau@mail.ru*

Мұнай-газ саласы дамыған өңірлердегі негізгі экологиялық проблема, қоршаған орта нысандарының мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы болып табылады. Еліміздің мұнай-газ өңірлерінде қазірдің өзінде жылдан жылға нашарлап бара жатқан аса қолайсыз экологиялық ахуал қалыптасып отыр. Бұл мақалада, мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған сұр-құба топыраққа микробиологиялық және химиялық талдау арқылы экологиялық бағалау жүргізілген.

Мақалада микроорганизмдердің әртүрлі экологиялық-трофикалық топтарының, атап айтқанда гетеротрофты микроорганизмдермен зенді саңырауқұлақтардың биоиндикациялық маңызы көрсетілген. Жер үсті экожүйелеріндегі техногендік әсердің әртүрлі түрлеріне зенді саңырауқұлақтардың реакцияларын талдау, микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін толық бағалауға мүмкіндік береді.

Алынған мәліметтерге сәйкес, зерттелген антропогендік экожүйеде әртүрлі микробтық қауымдастықтардың өмір сүру стратегиясын байқауға болады. Микроорганизмдер қоғамдастығы экологиясының негізгі ережелерінің қазіргі заманғы дамуы, сондай-ақ популяциялық биологияның жетістіктері және жекелеген түрлердің абиотикалық және биотикалық факторларға реакциясы туралы көптеген мәліметтер микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін экотехникалық жүйені ұйымдастырудың әртүрлі деңгейлерінде талдауға мүмкіндік береді. Келтірілген деректерді пайдалану қоршаған ортаны санитарлық сауықтыруға бағытталған іс-шаралар жоспарын әзірлеуге негіз болады.

Түйін сөздер: мұнай, мұнаймен ластану, сұр-қоңыр топырақ, микробиологиялық талдау, микроорганизмдер, ауыр металдар

Поступила 13.05.21

DOI: 10.54668/2789-6323-2021-102-3-17-26

КІРІСПЕ

Қазақстан аумағында мұнай өндіру көлемінің ұлғаюы экожүйенің барлық компоненттеріне, оның ішінде топыраққа техногендік жүктеменің күшеюіне алып келеді. Көмірсутегі шикізатының ірі табиғи қорларының ашылуы және осы негізде мұнай-газ индустриясының дамуы, энергетикалық шикізат пен құрылыс материалдарының бай қорларын пайдалану қысқа уақыт ішінде, сусыз шөлдің келбетін өзгертіп

және сонымен бірге аймақтағы биогөеценос бен әлеуметтік-экономикалық шиеленістің тіршілік әрекеті үшін экологиялық дағдарыс ошақтарын қалыптастырады [6].

Мұнай және мұнай өнімдерінің қалдықтарынан табиғи экожүйелердің, әсіресе топырақтың ластануы күрделі қауіп қатерге алып келуде. Топырақтың жоғары адсорбциялау қабілетіне байланысты, мұнай ұзақ уақыт бойы топырақта сақталады. Мұнай өнімдерінің төгілуінен, әртүрлі апаттардың салдарынан топы-

рақтың физика химиялық қасиеттері өзгеріп, су ауа режимі бұзылып нәтижесінде топырақтың микробиологиялық белсенділігі өзгереді.

Мұнай өндіру процесінде және апаттар нәтижесінде мұнай мен мұнай өнімдерінің төгілуі өсімдіктердің жойылуын және мұнай кен орындарының өте тұрақсыз топырақтарының тозуын, жер бетіндегі биосфералық процестердің жалпы ауысуын тудырады.

Қазіргі уақытта топырақтың тозуының белгілі түрлеріне (қарашіріктің жоғалуы, физикалық тозу, пестицидтер мен олардың метаболиттерінің қалдықтарының жиналуы) антропогендік әсердің ерекше қауіпті факторы – мұнай мен оны қайта өңдеу өнімдерінің ластануы жатады. Мұнай-газ саласы кәсіпорындарының әсері топырақ экожүйелеріне жергілікті және кейбір ластағыштарды едәуір қашықтыққа тасымалдау кезінде әсер етуі мүмкін шикізат пен қайта өңдеу өнімдерін өндіру, өңдеу, тасымалдау кезінде улы заттарды шығарумен байланысты. Сонымен қатар, ластаушы заттардың ұзақ уақытқа созылған антропогендік әсері топырақ биоценоздарының, оның ішінде микробтардың пайда болуына теріс әсер етеді [7].

Мұнай мен мұнай өнімдерімен ластануы топырақтың құнарлылығы мен экологиялық функцияларын анықтайтын морфологиялық, физикалық, физика-химиялық және биологиялық қасиеттерінің бүкіл кешеніне әсер етеді. Бұл өзгерістердің дәрежесі климатқа, ландшафтқа және рельефке, топырақтың түріне және бастапқы күйіне, сондай-ақ поллютант әсерінің құрамына, қасиеттеріне, саны мен ұзақтығына байланысты. Сонымен қатар, мұнай күрделі ластаушы болып табылады, оның әсері оның органикалық және бейорганикалық компоненттерінің мөлшерімен, құрамымен және қасиеттерімен анықталады.

Біз зерттеп отырған Өзен мұнай-газ аумағының топырақ жамылғысын негізі сұр-кұба, сортаң топырақтар құрайды. Салыстырмалы түрде, кей аудандарды сұр-кұба эрозияланған және дамымаған топырақ, сондай-ақ сортаң, тақыр және сортаң жерлер алып жатыр. Бұл топырақтардың генетикалық ерекшеліктері мен қасиеттері биоклиматтық жағдайлармен, біркелкі емес гидротермиялық режим мен топырақ түзудің биохимиялық процестерін тудыратын жер бедері мен топырақ түзуші жыныстардың гетерогенділігімен

айқындалады. Мұнай өндірісінің алаңдарында топырақ жамылғысы барлық жерде қатты техногендік тұрғыдан жойылған, шикі мұнаймен, шламмен және өнеркәсіптік сарқынды сулармен ластанған [11].

Шөл топырақтары биосфераның ең қорғаныссыз және нәзік компоненті болып табылады. Қарашіріктің аз мөлшері, құрылымсыздық, сіңіру қабілетінің төмендігі, сондай-ақ карбонаттылықтың жоғары деңгейі және сульфаттың тұздануы оларды техногендік жүктемелерге тұрақсыз етеді. Сонымен қатар, кен орындарындағы топырақ жамылғысына техногендік жүктеме өте жоғары және жыл сайын артып келеді.

Топырақ экожүйелерінің химиялық заттармен ластануы тікелей ұңғымаларға жақын көмірсутегі шикізатын құю арқылы және оны тасымалдау кезінде, сондай-ақ ілеспе газдарды жағу кезінде атмосфера арқылы жүреді. Кен орнындағы химиялық ластанудың ең қауіпті көздері химиялық реагенттер, ұңғымаларды пайдалану кезінде қолданылатын ерітінділер, өнеркәсіптік және коммуналдық-тұрмыстық қалдықтар және т.б. болып табылады.

Топырақтағы барлық процестер, оның ішінде микробиологиялық процестер өзара байланысты, өзара тәуелді және тығыз үйлестірілген, экожүйелердің тепе-теңдігін қамтамасыз етеді.

Антропогендік әсерлер және топырақ жамылғысының бұзылуы олардың маңызды экологиялық функцияларды орындай алмауына, демек, тұтастай биосфера жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін. Сондықтан топырақ жамылғысының биологиялық және биохимиялық жағдайын және оның адам қызметінің әсерінен өзгеруін зерттеу өте маңызды [8].

Топырақтың микробиологиялық параметрлеріндегі өзгерістер алдымен маңызды экологиялық бұзылулар ретінде қарастырылады.

ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Ластанған топырақтарда топырақ микроорганизмдерінің қолайсыз эдафиялық жағдайлары туындайды, олардың азот және фосформен қоректену режимі, тотығу және ферментативті процестердің қарқындылығы бұзылады. Мұнай мен газдың апаттық күйген жерлерінде топырақтың генетикалық горизонттары күйіп кетеді және биологиялық

жансыз болады.

Топырақтағы мұнайдың жойылу жылдамдығы климатқа, механикалық құрамға, қарашірікпен және көміртегі тотықтыратын микроорганизмдердің тіршілік әрекетін ынталандыратын минералды қоректік элементтерімен қамтамасыз етуге байланысты. Сұр-кұба шөлді топырақтың микрофлорасының құрамы негізінен пенициллиум, аспергиллус, сондай-ақ қою түсті саңырауқұлақтардан тұрады. Жазда қатты құрғаған топырақта ылғал қажет емес актиномицеттер, көктемде және күзде бактериялар басым болады. Шөлдің құрғақ жағдайларында мұнаймен ластанған топырақтың өзін-өзі тазартуы баяу жүреді, бұл олардың төмен табиғи өнімділігімен және тұздануымен байланысты.

Топырақтық микология дербес ғылым ретінде С.Ваксманның (1916...1917 жж.) жұмыс нәтижелері жарияланғаннан кейін қалыптасты. Қазірдің өзінде оларда әртүрлі топырақтардың микромицеттерінің құрамын зерттеу негізінде белгілі бір топырақ жағдайларына тән түрлердің белгілі бір және тұрақты жиынтығының болуы көрсетілді. Сонымен қатар, кейбір топырақ түрлерінің жиынтығы басқа топырақтардағы түрлер жиынтығынан және барлық топырақтарға ортақ түрлерден ерекшеленді [1, 10].

Топырақ микромицеттері [12]:

- бұл өсімдіктер мен жануарлардың органикалық қалдықтарының ыдырауына және топырақ қарашірігінің пайда болуына қатысатын организмдердің көп түрлілік топтарының бірі;
- лигнинге дейін кез-келген органикалық

субстратты ыдырататын әртүрлі гидролитикалық ферменттерді синтездейді және сыртқы ортаға шығарады;

– қолжетімсіз фосфаттардың еруіне ықпал ететін, өсімдіктердің фосформен және минералдардан алынатын басқа элементтермен байытылуына әсер ететін органикалық қышқылдар түзіліп, ортаға шығарылады;

– калий, күкірт фосфорының және т.б. жоғары концентрациясы бар биомассаның үлкен қорларын жасайды;

– жер үсті экожүйелерінің қорек тізбегінің маңызды компоненттері;

– топырақтың әртүрінде уақыт пен кеңістікте өзгеріп, тұрақты дамып келе жатқан микроскопиялық микромицеттердің тән қауымдастығы қалыптасады.

Мұнаймен ластанған сұр-қоңыр топырақтың химиялық және микробиологиялық жағдайын зерттеу бойынша тәжірибелік зерттеу технологиясы 1-суретте көрсетілген.

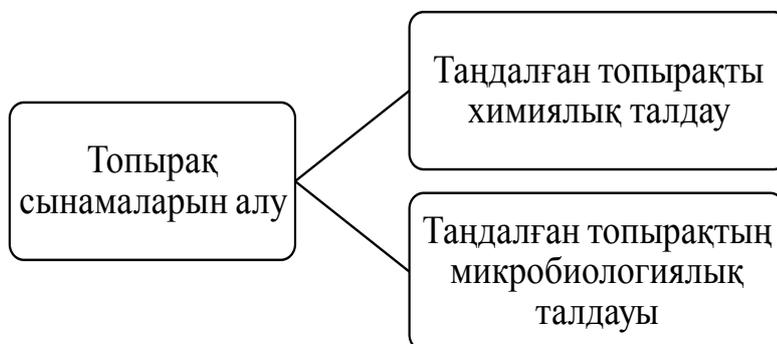
1-суреттен көрініп тұрғандай, зертханалық зерттеулер жүргізу үшін жұмыс үш кезеңде келесі әдістерді қолдана отырып жүргізілді:

Топырақ сынамаларын іріктеу [9] белгілі әдістеме бойынша жүзеге асырылды (2-сурет).

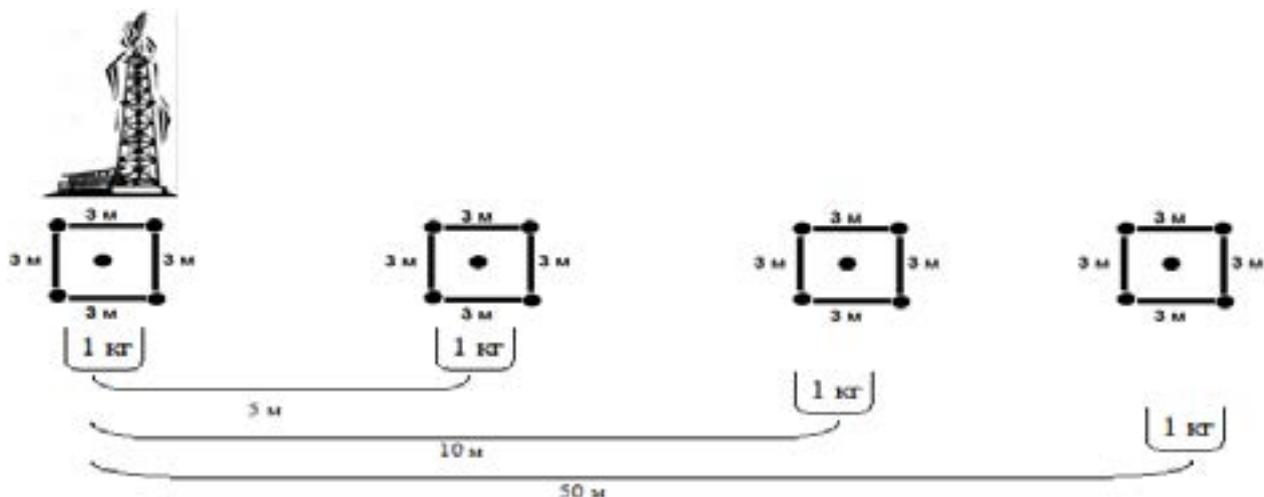
Зертханалық зерттеулерге химиялық [2, 5] және микробиологиялық [3] әдістерді қолдануға бағытталған жұмыстар кірді.

Топыраққа химиялық талдау "ҚР МШКҰЖ ҰО" РМК физика-химиялық зертханасында жүргізілді.

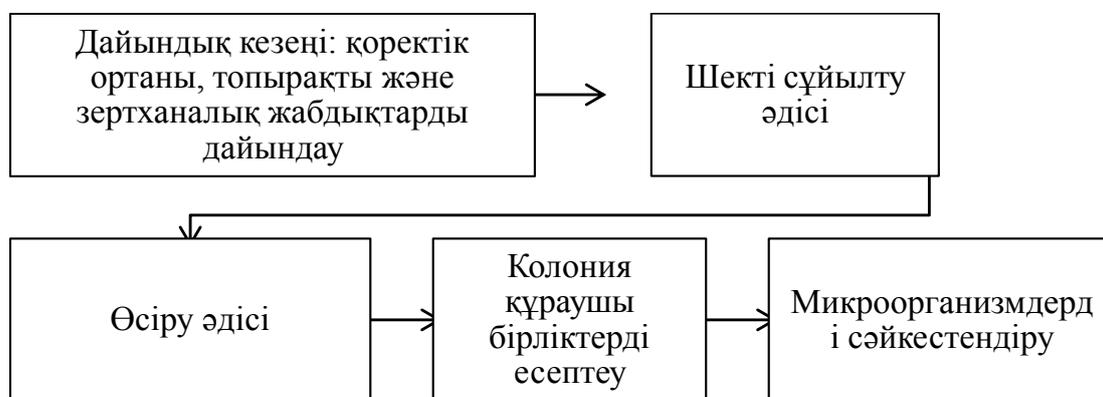
Микробиологиялық зерттеулер тиісті схема бойынша жүргізілді (3-сурет).



Сур. 1. Мұнаймен ластанған сұр-қоңыр топырақтың микробиологиялық жағдайын зерттеу бойынша тәжірибелік зерттеу технологиясы.



Сур. 2. Топырақ сынамаларын іріктеу схемасы [5].



Сур. 3. Микробиологиялық зерттеу схемасы.

3-сурет схемасынан көрініп тұрғандай, микробиологиялық талдау кезінде олар шартты түрде жұмыстың бес міндетті кезеңін ұстанады.

Көптеген стандартты микробиологиялық қоректік орта бар. Микробиологиялық талдау үшін біздің экспериментте гетеротрофты микроорганизмдердің жалпы микробтық санын анықтауға арналған балық-пептонды агар және көгерген саңырауқұлақтардың көбеюін анықтау үшін глюкозопептонды агар сияқты орталар қолданылды.

Сынамаларды алу орнына және олардың ауыр металдармен ластану дәрежесіне байланысты мұнаймен ластанған сұр-қоңыр топырақтарда микроорганизмдердің, атап айтқанда гетеротрофты микроорганизмдердің және зең саңырауқұлақтарының таралуын зерттеу бұрын жүргізілген жоқ.

Әртүрлі экологиялық жағдайдағы топырақ микробиотасындағы тұрақты өзгерістерді зерттеу қоректік заттардың динамикасын болжау үшін де, тұтастай экожүйенің тұрақтылығы үшін де маңызды болып табылады.

Гетеротрофты микроорганизмдер қауымдастығын мұнаймен ластанған сұр-күба топырақтардағы зең саңырауқұлақтармен бірге салыстырмалы зерттеу бұрын жүргізілген жоқ. Сонымен қатар, негізгі әдістемелік әдістер топырақ пен су экожүйелерінде қалыптарды зерттеуде бірдей, бұл зерттелген топырақтың суы мен топырағындағы микромицеттік қауымдастықтардың сандық және сапалық сипаттамаларын салыстыруға мүмкіндік береді.

1-кестеде және 4 және 5-суреттерде зерттелетін дақылдардың сандық өсу көрсеткіштерін зерттеу бойынша алынған нәтижелер көрсетілген.

ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Зерттелетін топырақтағы микроорганизмдерді сандық есепке алу, КОЕ/г

Ұңғымадан қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы, м	Өсіру кезеңі		
	24 сағат		120 сағат
	Гетеротрофты микроағзалар	Зең саңырауқұлақтары	Зең саңырауқұлақтары
0	2,0...10 ³	Өсім анықталған жоқ	1,2...10 ²
5	2,5...10 ⁴	Өсім анықталған жоқ	8,3...10 ²
10	0,7...10 ⁵	Дара өсуі	1,1...10 ³
50	1,5...10 ⁶	10-нан кем	3,2...10 ⁴

4 және 5-суреттерден көріп отырғанымыздай, зерттелетін топырақтың қарастырылып отырған микроорганизмдермен жалпы ластануы техногендік жүктеме дәрежесіне, атап айтқанда сынама алу орнына байланысты. 1-кестеде гетеротрофты микроорганизмдерді өсіру уақыты 24 сағаттан аспағаны көрсетілген, ал қалыптар үшін тұқым себу 24 және 120 сағаттан кейін анықталды. Ұңғымаға неғұрлым жақын топырақ таңдалса, тұқым мөлшері соғұрлым төмен болады.

Осылайша, зерттелетін сынамалардың тұқымдануы зерттеу, іріктеу орнына байланысты:

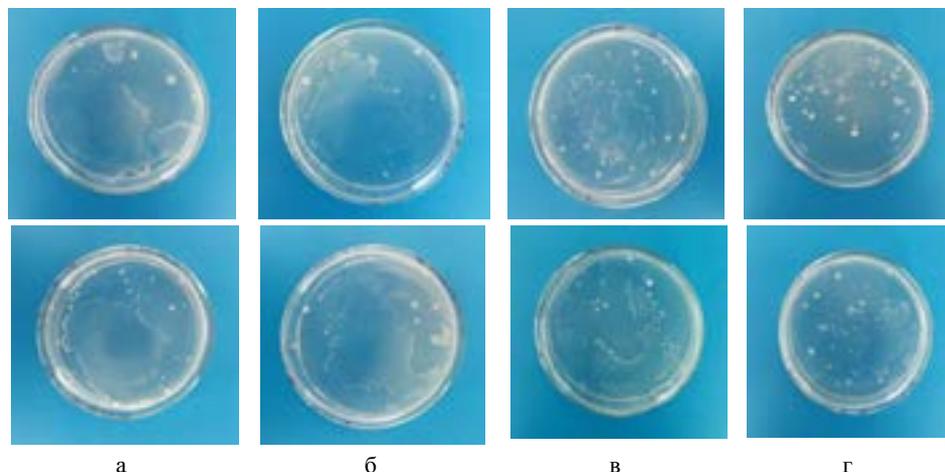
1) гетеротрофты микроорганизмдердің жалпы санына сынамаларды іріктеу орны елеулі әсер етеді:

– ұңғымадан сынамалар неғұрлым алыс алынса, олардың белсенділігі соғұрлым жоғары

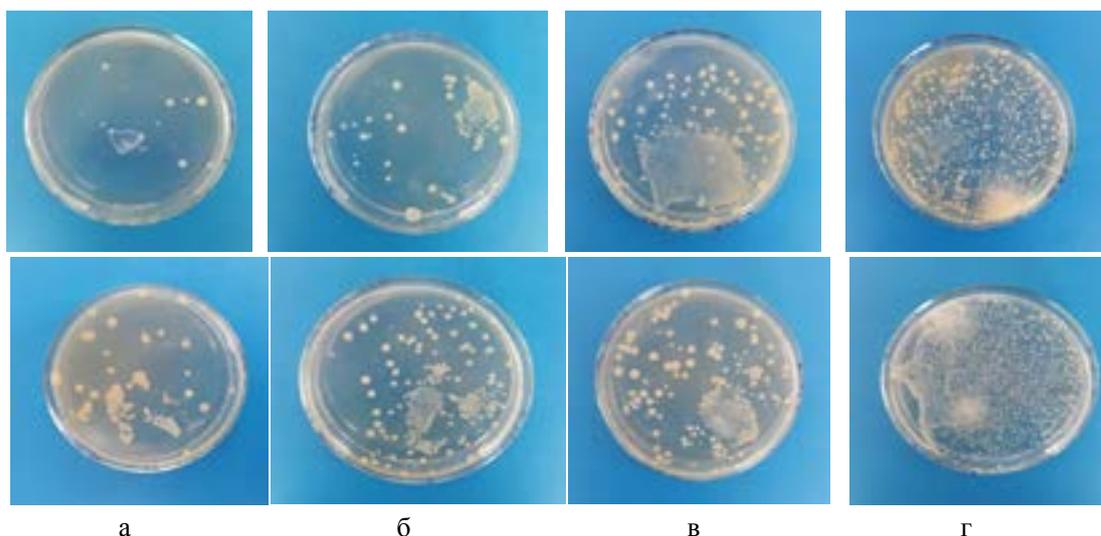
болады, ЦЦЦ

– микроорганизмдер санының үштен бірінен (ұңғыманың жанында тікелей іріктелген топырақ сынамасы үшін) төртіншіге дейін (ұңғымадан 5 м қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы үшін), бесінші (ұңғымадан 10 м қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы үшін) одан әрі алтыншы деңгейге дейін (ұңғымадан 50 м қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы үшін) біртіндеп ауысуы ұңғымаға неғұрлым жақын сынамалар алынса, топырақтың ластануы соғұрлым жоғары болатындығын көрсетеді,

– гетеротрофты микроорганизмдермен техногендік бұзылған топырақтың жалпы ластануы, біз алған мәліметтерден көрініп тұрғандай, топырақтың ластану деңгейінің жанама көрсеткіші бола алады;



Сур. 4. КҚБ/г ұңғымадан 5 м (б), 10 м (в) және 50 м қашықтықта 24 сағат культивациялау арқылы алынған топырақ сынамалары үшін РПА-да гетеротрофты микроорганизмдердің өсуі.



Сур. 5. КҚБ/Г ұңғымадан 5 м (б), 10 м (в) және 50 м қашықтықта 120 сағат культивациялау арқылы алынған топырақ сынамалары үшін ГПа-ға микромицеттердің өсуі.

2) зең саңырауқұлақтарының жалпы санына топырақ сынамаларын іріктеу орнымен және оларды өсіру уақытының көрсеткішімен тең әсер еткен:

а) егер ұңғымадан қашықтықты ескерсек, көгерген саңырауқұлақтармен себу тікелей ұңғымадан және ұңғымадан 5 м қашықтықта алынған сынамалар үшін бірдей екенін көреміз, ал ұңғымадан 10 және 50 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін өсу процесі белсендірілгенін көреміз;

б) өсіру уақытын есепке алу кезінде:

– 24 сағаттық өсіру ұңғымадан 10 және 50 м қашықтықта таңдалған сынамалар үшін тез өсетін қалыптардың шамалы өсуі байқалады (өсірудің бірінші деңгейі), ал ұңғыманың жанында және ұңғымадан 5 м қашықтықта тікелей таңдалған топырақ сынамалары үшін қалыптардың өсуі байқалмайды,

– 120 сағаттық өсіру баяу өсетін қалыптарды белсендіреді және сынама алу орнына байланысты екінші (ұңғыманың жанында және ұңғымадан 5 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін), үшінші (ұңғымадан 10 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін) және төртінші (ұңғымадан 50 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін) өсіру деңгейін құрайды.

Зерттеу барысында алынған нәтижелер туралы қорытынды жасауға болады:

1. Техногенді-бұзылған топырақтың тұқымдануы топырақтың ластану дәрежесінің жанама көрсеткіші болып табылады (2...3 кесте). 2 және 3 кестелерден көріп отырғанымыздай, осы 1 кестелерді ескере отырып, ұңғымаға неғұрлым жақын сынамалар алынса, тұқымдану соғұрлым төмен және анықталатын компоненттердің массалық үлесі жоғары болады.

Кесте 2

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақты химиялық талдау

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақ	Анықталатын компоненттердің массалық үлесі, мг/л*		
	Cu	Zn	Pb
0	4	8	30
Ұңғымадан қашықтықта	4	6	24
іріктелген топырақ сынамасы, м	3	6	20
50	2	-	15

* санитариялық-тұрмыстық су айдындары үшін Cu, Zn және Pb бойынша ШРК (мг/дм³) тиісінше 1,0; 1,0 және 0,03 құрайды.

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақтардан алынған су сығындысын химиялық талдау

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақ су сығындысы	Тұз құрамы, мг / л	Анықталатын компоненттердің массалық үлесі, мг / л*		
		Cu	Zn	Pb
0	162	0,013	<0,001	0,013
Ұңғымадан қашықтықта іріктелген сынама, м	5	0,009	<0,001	0,038
	10	0,009	<0,001	0,554
	50	0,004	<0,001	0,010

* топырақ үшін Cu, Zn және Pb бойынша ШРК (мг/дм³) тиісінше 1,0; 1,0 және 0,03 құрайды.

2. Зерттелетін техногендік бұзылған топырақтардағы табиғи экологиялық факторлардың өзгеруіне, атап айтқанда, сынама алу орнына және ауыр металдардың құрамына ерекше сезімталдықты зерттеу саңырауқұлақтары көрсетті.

Қарастырылып отырған техногендік факторларға байланысты алынған деректердің нақтылануы зерттеу құрамындағы елеулі айырмашылықтарды анықтады (3 сурет). Зерттеудің жалпы саны КҚБ/г көрсеткіштерінен мыңға дейінгі аралықта болды.

Жалпы алғанда, 120 сағат өсіруден кейін алынған мәліметтер зерттелетін топырақтың қалыңдығындағы микромицеттердің жоғары (1 г-да ондаған мың) санын көрсетеді, бұл топырақтың микроорганизмдермен байытылуының орташа деңгейіне сәйкес келеді [14].

Зерттелетін топырақ сынамаларындағы зерттеу саңырауқұлақтарының тіршілік ету жағдайлары су сынамаларына қарағанда едәуір тұрақты. Бұл зерттелген қауымдастықтардың сандық бөлінуінде де, олардың сапалық жағдайында да, көптеген өмірлік маңызды параметрлердің таралуында да көрінеді. Алынған нәтижелер зерттелетін топырақтың химиялық (мысалы, рН) және физикалық (мысалы, температура) көрсеткіштерінің белгілі бір стратификациясы, ондағы белгілі бір заттардың (табиғи және техногендік) құрамы және т.б.

Осылайша, зерттелетін антропогендік биотоптардағы микроорганизмдер қауымдастықтары арасындағы айырмашылықтар жақсы анықталған белгілерге, ең алдымен, олардың профильді таралу сипаты және колония құратын бірліктердің жалпы саны (зерттеу топырақтарындағы популяция тығыздығы) жатады.

Техногендік әсер ету жағдайында көгерудің жекелеген түрлерінің дамуындағы мұндай мінез-құлық микробиологиялық прогресс деп аталатын жағдайды сипаттау үшін жеткілікті, ол белгілі бір кезеңде, мысалы, экологиялық регрессия сатысында (мұнай ұңғымалары) антропогендік бұзылған экожүйелердің дамуымен бірге жүреді. Техногендік баспасөздің көбеюі, әдетте, экожүйе биотасының қайтымсыз жойылуына әкелуі мүмкін.

Ластанудың басқа түрлерінің, атап айтқанда, бейорганикалық табиғаттың токсиканттарының мөлшері өскен кезде (біздің жұмыстарымызда көрсетілгендей), олар толық болмағанға дейін колония түзуші бірліктердің төмендеуін байқауға болады.

Осыған байланысты техногендік бұзылған топырақтардағы кейбір қалыптар санының мәні өте кең ауқымда өзгереді. Техногендік престоу жағдайында микроорганизмдердің саны өзгеріссіз қалуы мүмкін екендігі белгілі, өйткені кейбір түрлердің жойылуы басқалардың мол дамуымен өтелуі мүмкін. Бұл көптеген қауымдастықтар үшін ортақ ереже саңырауқұлақ кешендеріне қатысты тәжірибелік растау алды [5]. Микромицеттер кешенін осындай қайта құру белгілі бір шекке дейін ғана болуы мүмкін. Өте қатты ластанумен, әдетте, көптеген микромицеттердің дамуын тежеу және олардың санының азаюы байқалады.

Қорытындыда атап өту керек, бұл:

– түрлердің алуан түрлілігінің көрсеткішін көптеген авторлар экожүйелердің бұзылуын сипаттауда ақпараттық ретінде атап өтеді [13];

– топырақтың түрлік құрылымын жеңілдету ластанудың жоғары деңгейіне тән;

– техногендік бұзылған экожүйелерді микробиологиялық талдау зерттелетін экожүйенің сапасын микроорганизмдердің жекелеген түрлерінің көптігі мен пайда болу жиілігі бойынша анықтауға болатындығын көрсетеді (жалпы саны өте күшті техногендік әсер ету жағдайында күрт өзгереді).

Жұмыста микроорганизмдердің әртүрлі экологиялық-трофикалық топтарының, атап айтқанда гетеротрофты микроорганизмдер мен қалыптардың биоиндикациялық маңызы көрсетілген.

Жер үсті экожүйелеріндегі техногендік әсердің әртүрлі түрлеріне зек реакцияларын талдау микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін толық бағалауға мүмкіндік береді. Алынған мәліметтерге сәйкес, зерттелген антропогендік экожүйеде әртүрлі микробтық қауымдастықтардың өмір сүру стратегиясын байқауға болады. Микроорганизмдер қоғамдастығы экологиясының негізгі ережелерінің қазіргі заманғы дамуы, сондай-ақ популяциялық биологияның жетістіктері және жекелеген түрлердің абиотикалық және биотикалық факторларға реакциясы туралы көптеген мәліметтер микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін экотехникалық жүйені ұйымдастырудың әртүрлі деңгейлерінде талдауға мүмкіндік береді. Біздің деректерді пайдалану қоршаған ортаны санитарлық сауықтыруға бағытталған іс-шаралар жоспарын әзірлеуге негіз болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бурова Л.Г. Экология грибов-макромицетов. – М., 1986. – 222 с.
2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
3. Звягинцев В.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 224 с.
4. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Биологическая активность нефтезагрязненных почв. – Уфа: Гил ем, 2001. – 376 с.
5. Мамонтов В.Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. лабораторный практикум. – Изд-во: Лань, 2019 г. – 328 с.
6. Нурпеисова М.Б. Экологическая безопасность освоения недр: моногр. / М.Б. Нурпеисова, Е.Г. Карибаев. – Алматы: Печ. Дом, 2013. – 240 с. ISBN 967-843-55-7.

7. Пархоменко А.Н. Влияние загрязнения нефтепродуктами и серой на микрофлору почв аридной зоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Пархоменко Анна Николаевна. – Уфа, 2011 – 26 с.

8. Переведенцева Л.Г. П 27 Микология: грибы и грибоподобные организмы: учеб. пособие / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009. – 199 с.

9. Подалов Ю.А. Экология нефтегазового производства. / Ю.А. Подалов. – Москва: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.

10. Принципы организации и методы стационарного изучения почв / Под ред. А.А. Роде, Н.А. Ногина, И.Н. Скрынникова. – М.: Наука, 1976. – 415 с.

11. Сабирова А.Р., Адильханова А.К. Экологическая оценка влияния нефтяных загрязнений на окружающую среду в Мангистауской области // КазККА Хабаршысы. – 2010. – № 5 (66). – С. 263-266.

12. Moharram A.M., El-Hissi F.T., El-Zayat S.A. Studies on the mycoflora of Aswan high dam lake, Egypt: vertical fluctuations // J. Basic Microbiol. – 1990. – V. 30. – N3. – P. 197-208.

13. Nordgren A.E., Baath E., Soderstrom J. Microfungi and microbial activity along a heavy metal gradient // Appl. Environ. Microbiol. – 1983. – V. 405. – P. 1829-1937.

14. Odu C.T.I. Oil degradation and microbial change in soils deliberately contaminated with petroleum hydrocarbons // Inst. Petrol. (Tech. Pap.). – 1977. – N5. – P. 1-11.

REFERENCES

1. Burova L.G. Ekologiya gribov-makromitssetov. – M., 1986. – 222 s.
2. Vorob'eva L.A. Khimicheskii analiz pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1998. – 272 s.
3. Zvyagintsev V.G. Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii. – M.: Izd-vo MGU, 1980. – 224 s.
4. Kireeva N.A., Vodop'yanov V.V., Miftakhova A.M. Biologicheskaya aktivnost' neftezagryaznennykh pochv. – Ufa: Gil em, 2001. – 376 s.
5. Mamontov V.G. Khimicheskii analiz pochv i ispol'zovanie analiticheskikh dannykh. laboratornyi praktikum. – Izd-vo: Lan', 2019 g. – 328 s.

6. Nurpeisova M.B. Ekologicheskaya bezopasnost' osvoeniya nedr: monogr. / M.B. Nurpeisova, E.G. Karibaev. – Almaty: Pech. Dom, 2013. – 240 s. ISBN 967-843-55-7.
7. Parkhomenko A.N. Vliyanie zagryazneniya nefteproduktami i seroi na mikrofloru pochv aridnoi zony: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.02.08 / Parkhomenko Anna Nikolaevna. – Ufa, 2011 – 26 s.
8. Perevedentseva L.G. P 27 Mikologiya: griby i gribopodobnye organizmy: ucheb. posobie / Perm. gos. un-t. – Perm', 2009. – 199 s.
9. Podavalov Yu.A. Ekologiya neftegazovogo proizvodstva. / Yu.A. Podavalov. – Moskva: Infra-Inzheneriya, 2010. – 416 s.
10. Printsipy organizatsii i metody statsionarnogo izucheniya pochv / Pod red. A.A. Rode, N.A. Nogina, I.N. Skrynnikova. – M.: Nauka, 1976. – 415 s.
11. Sabirova A.R., Adil'khanova A.K. Ekologicheskaya otsenka vliyaniya neftyanykh zagryaznenii na okruzhayushchuyu sredu v Mangistauskoj oblasti // KazKKA Khabarshysy. – 2010. – № 5 (66). – S. 263-266.
12. Moharram A.M., El-Hissi F.T., El-Zayat S.A. Studies on the mycoflora of Aswan high dam lake, Egypt: vertical fluctuations // J. Basic Microbiol. – 1990. – V. 30. – N3. – P. 197-208.
13. Nordgren A.E., Baath E., Soderstrom J. Microfungi and microbial activity along a heavy metal gradient // Appl. Environ. Microbiol. – 1983. – V. 405. – P. 1829-1937.
14. Odu C.T.I. Oil degradation and microbial change in soils deliberately contaminated with petroleum hydrocarbons // Inst. Petrol. (Tech. Pap.). – 1977. – N5. – P. 1-11.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Г.А. Джамалова¹, Б.Х. Тусупова², Л.С. Курбанова², М.Г. Накыпбек²

¹Университет Сампаева, г. Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

E-mail: k_lau@mail.ru

Основной экологической проблемой в регионах с развитой нефтегазовой отраслью является загрязнение объектов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. В нефтегазовых регионах страны уже сложилась крайне неблагоприятная экологическая ситуация, которая из года в год ухудшается. В данной статье проведена экологическая оценка микробиологического состояния и химического анализа серо-бурых почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

В работе отражено биоиндикационное значение разных эколого-трофических групп микроорганизмов, в частности, гетеротрофных микроорганизмов и плесневых грибов. Анализ реакций плесневых грибов на разные виды техногенного воздействия в наземных экосистемах дает возможность полнее оценить биоиндикационный потенциал микробиоты.

По полученным данным можно проследить стратегию выживания различных микробных сообществ по исследуемой антропогенной экосистеме. Современные развития основных положений экологии сообществ микроорганизмов, а также достижения популяционной биологии и многочисленные данные о реакции отдельных видов на абиотические и биотические факторы позволят проанализировать биоиндикационный потенциал микробиоты на разных уровнях организации экотехносистемы. Использование наших данных дает основания для разработки плана мероприятий, направленных на санитарное оздоровление окружающей среды.

Ключевые слова: нефть, нефтезагрязнение, серо-бурые почвы, микробиологический анализ, микроорганизмы, тяжелые металлы

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE MICROBIOLOGICAL STATE OF OIL-CONTAMINATED SOILS

G.A. Dzhamalova¹, L.S. Kurbanova², B.H. Tusupova², M.G. Nakypbek²

¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

²al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: k_lau@mail.ru

The main environmental problem in regions with a developed oil and gas industry is the pollution of environmental objects with oil and petroleum products. In the oil and gas regions of the country, an extremely unfavorable environmental situation has already developed, which is getting worse from year to year. In this article, an environmental assessment is carried out by microbiological and chemical analysis of gray-brown soils contaminated with oil and petroleum products.

The paper reflects the bioindication value of various ecological and trophic groups of microorganisms, in particular, heterotrophic microorganisms and mold fungi. Analysis of the responses of mold fungi to various types of anthropogenic impact in terrestrial ecosystems makes it possible to better assess the bioindication potential of the microbiota.

Based on the data obtained, it is possible to trace the survival strategy of various microbial communities in the studied anthropogenic ecosystem. Modern developments in the basic principles of microbial community ecology, as well as advances in population biology and numerous data on the response of individual species to abiotic and biotic factors will allow us to analyze the bioindication potential of the microbiota at different levels of the ecotechnosystem organization. The use of our data provides a basis for developing a plan of measures aimed at improving the health of the environment.

Keywords: oil, oil pollution, gray-brown soils, microbiological analysis, microorganisms, heavy metals

УДК 556.5.0.48:519.22

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА СТОКА ПОЛОВОДЬЯ РЕКИ ЕСИЛЬ МЕТОДОМ
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ****Н.Н. Абаев^{1,2}, Л.М. Биримбаева¹, Т.А. Тіллэкәрім^{1,2}, Н.Т.Серікбай^{1,2}**¹*РГП «Казгидромет», г. Нур-Султан, Казахстан*²*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан**E-mail: abayev_n@meteo.kz*

В исследовании приведены результаты прогнозирования объема стока половодья реки Есиль методом распознавания образов на 1 февраля и 1 марта. В расчетах использованы суточные данные о расходах воды, об объемах на гидрологическом посту р. Есиль – с. Турген, также в качестве предикторов о температуре воздуха, атмосферных осадках, декадные данные о запасах воды в снежном покрове за многолетний период 1980...2018 гг. Результаты показали, удовлетворительное качество прогноза по эффективности и корреляции. Статистический анализ показал достаточно хорошую корреляцию между наблюдаемыми и прогнозируемыми значениями: 0,76 по прогнозу на 1 февраля и 0,80 на 1 марта. В результате исследования выявлено что, прогнозирование по методу распознавания образов на основе данных на 1 марта по качеству показали более точные результаты.

Ключевые слова: объем стока половодья, метод распознавания образов, температура воздуха, атмосферные осадки, запасы воды в снежном покрове, река Есиль

Поступила 26.05.21

DOI: 10.54668/2789-6323-2021-102-3-27-35

ВВЕДЕНИЕ

Паводки, наводнения – стихийные бедствия, сопровождающиеся значительным экономическим и социальным ущербом для страны [17], которые также могут привести к гибели или ухудшению здоровья населения.

С целью предупреждения последствий опасных природных явлений, таких как наводнения, а также для решения задач по использованию и эффективному управлению водными ресурсами региона, необходимо заранее знать режим водных объектов. Особенно важно правильно прогнозировать режим рек в период весеннего половодья, когда на реках проходит большая часть годового стока. Поэтому прогнозирование наводнений является одной из основных задач современной науки [1].

В целом выделяют несколько подходов долгосрочного прогнозирования стока весеннего половодья: воднобалансовые методы, физико-

статистические и статистические методы, а также методы математического моделирования [10]. В оперативной практике гидрологических прогнозов во многих случаях для составления гидрологических прогнозов используют графически представленные зависимости различной сложности и нелинейности [8]. В данной работе использован статистический метод, включающий главным образом корреляцию, в том числе множественную, с отбором предикторов методами просеивания [10].

Ввиду интенсивного развития машинного обучения за последние несколько десятилетия распознавание образов, как и другие отрасли знаний (био-нейроинформатика, автономное управление и искусственный интеллект) получило широкое применение в различных отраслях науки [2].

В гидрологии метод распознавания образов используется в гидрологических расчетах [2] и при

прогнозировании гидрологических процессов [7, 15]. В работе [15] метод распознавания образов применяется для прогноза спада гидрографа весеннего половодья, в результате которого качество прогнозов оценивалось между удовлетворительной и хорошей по отношению средней квадратической ошибки к среднему квадратическому отклонению. Также данный метод нашел применение в прогнозировании образования ледовых заторов на реках [7], который позволяет учитывать этот фактор при составлении прогноза наводнений.

Учитывая алгоритм данного метода, авторами была предпринята попытка разработки методики прогнозирования объема весеннего половодья с применением метода распознавания образов. Так как прогнозирование стока весеннего половодья является важной практической задачей для исследуемого региона, где весенний сток, проходящий в апреле-мае, составляет в среднем около 80...90 % годового стока. Также нужно отметить, что для исследуемой реки весьма характерно крайне резкое изменение водности в течение основного периода их действия – весеннего сезона.

Все это предопределяет необходимость разработки методики прогноза весеннего половодья равнинных рек Казахстана, так как на равнинных реках Казахстана паводки в последние годы стали частым явлением во время весеннего половодья.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данное исследование произведено на основе многолетних данных объемов стока за половодье для р. Есиль – с. Турген и на основе метеорологических данных МС Аршалы, Родниковское за многолетний период 1980...2018 гг.

Основными предикторами при прогнозировании объема воды являются метеорологические данные минимальных температур воздуха, сумм осадков за различные периоды (с IX по IV месяцы), запасы воды в снежном покрове (S), потенциальное испарение, рассчитанное методом Пенмана-Монтейта [19], стандартизированный индекс осадков (SPEI) [20], увлажненность почвы, рассчитанная по методу Паршина [9], расчетная глубина

промерзания почвы [6].

Сущность метода распознавания образов состоит в определении степени близости конкретной ситуации к характерным ситуациям. Теория распознавания объектов представляет собой раздел информатики, который базируется на разработке основ и методов идентификации предметов, явлений и сигналов. Возможность распознавания основывается на схожести подобных объектов. Несмотря на то, что все явления и предметы не похожи друг на друга, между некоторыми из них всегда можно найти сходства по тому или иному признаку [12]. Под образом подразумевается некоторая упорядоченная совокупность признаков, в нашем случае это предикторы (данные МС). Классом образов называется совокупность объектов с одинаковыми свойствами. Классификатором или решающим правилом называется правило отнесения образа к одному из классов на основании его вектора признаков.

Методы, основанные на сопоставлении, представляют собой наборы векторов признаков каждого класса объектов. Новый образ будет отнесен к тому классу, который окажется наиболее близким, в пределах заранее заданной метрики (градации водной обеспеченности). Подход состоит в поиске минимального расстояния, которое вычисляется при помощи евклидовых норм между векторами признаков неизвестного объекта и векторами прототипа. Вывод о принадлежности объекта к определенной группе происходит по наименьшему из этих расстояний [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЯ

Алгоритм прогнозирования методом распознавания образов выполнен следующим образом.

Ряд среднегодовых значений объемов стока за половодье был разбит на группы, согласно водной обеспеченности: I группа $W_i \leq 30$ млн. м³; II группа $30 \text{ млн. м}^3 < W_i \leq 60 \text{ млн. м}^3$; III группа $60 \text{ млн. м}^3 < W_i < 115 \text{ млн. м}^3$; IV группа $115 \text{ млн. м}^3 \leq W_i < 160 \text{ млн. м}^3$; V группа $W_i \geq 160 \text{ млн. м}^3$.

Для каждой из этих групп рассчитаны средние многолетние значения предикторов и их стандартные отклонения (табл. 1).

Таблица 1

Среднемноголетние значения предикторов и их среднеквадратические отклонения

Группа	Параметр	S _I	S _{II}	X _{IX-X}	X _{XI-I}	X _{XI-II}	E _{IX-X}	E _{XI-I}	E _{XI-II}	SPEI _{IX-X}	SPEI _{XI-XII}	SPEI _{XI-I}	U	V _{XI-I}	V _{XI-II}	Y _{II}	Y _{III}	H _{XI-I}	H _{XI-II}	K _{XI-I}	K _{XI-II}
V	\bar{X}	39	47	54	56	71	112	31	43	0.8	1.8	2.1	42	98	113	81	89	1.3	1.5	-0.5	-0.2
	σ	14	13	13	18	20	8	3	3	0.8	1.2	1.0	10	15	17	15	14	0.1	0.1	0.3	0.2
IV	\bar{X}	34	41	52	56	67	112	30	43	0.6	1.4	1.4	40	96	107	74	81	1.3	1.6	-0.5	-0.4
	σ	12	12	15	16	15	10	3	4	0.8	1.3	1.1	12	22	21	18	19	0.1	0.1	0.2	0.3
III	\bar{X}	31	40	46	45	58	123	31	42	-0.4	0.2	0.1	36	81	94	67	77	1.3	1.6	-0.6	-0.4
	σ	11	21	6	15	18	5	4	5	0.7	0.7	1.1	4	15	20	11	21	0.1	0.1	0.2	0.5
II	\bar{X}	28	39	28	37	48	127	32	43	-0.9	-0.8	-0.9	25	62	73	53	64	1.4	1.6	-0.6	-0.6
	σ	15	21	13	15	13	10	5	7	0.6	0.7	0.7	5	15	13	12	18	0.1	0.1	0.3	0.2
I	\bar{X}	30	32	27	42	54	127	32	45	-1.0	-1.0	-1.0	24	65	78	54	56	1.4	1.6	-0.7	-0.6
	σ	10	11	16	6	9	12	3	3	0.9	1.1	1.2	9	12	13	11	16	0.1	0.1	0.2	0.2

Как уже указывалось выше, близость между ситуацией конкретного года и характерной ситуацией группы определялись по так называемому расстоянию между ними.

Используя отобранные предикторы, по фор-

муле 1 произведены расчеты расстояний на 1 февраля для каждой группы водной обеспеченности, и по формуле 2 произведены расчеты расстояний на 1 марта для каждой группы водной обеспеченности:

$$\begin{aligned}
 P_I = & \frac{(S_I - \bar{S}_I)^2}{\sigma_{S_I}^2} + \frac{(X_{IX-X} - \bar{X}_{IX-X})^2}{\sigma_{X_{IX-X}}^2} + \frac{(X_{XI-I} - \bar{X}_{XI-I})^2}{\sigma_{X_{XI-I}}^2} + \frac{(E_{IX-X} - \bar{E}_{IX-X})^2}{\sigma_{E_{IX-X}}^2} + \\
 & + \frac{(E_{XI-I} - \bar{E}_{XI-I})^2}{\sigma_{E_{XI-I}}^2} + \frac{(SPEI_{IX-X} - \bar{SPEI}_{IX-X})^2}{\sigma_{SPEI_{IX-X}}^2} + \frac{(SPEI_{IX-XII} - \bar{SPEI}_{IX-XII})^2}{\sigma_{SPEI_{IX-XII}}^2} + \frac{(U - \bar{U})^2}{\sigma_U^2} + \\
 & + \frac{(V_{XI-I} - \bar{V}_{XI-I})^2}{\sigma_{V_{XI-I}}^2} + \frac{(Y_{XI-I} - \bar{Y}_{XI-I})^2}{\sigma_{Y_{XI-I}}^2} + \frac{(H_{XI-I} - \bar{H}_{XI-I})^2}{\sigma_{H_{XI-I}}^2} + \frac{(K_{XI-I} - \bar{K}_{XI-I})^2}{\sigma_{K_{XI-I}}^2}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 P_I = & \frac{(S_{II} - \bar{S}_{II})^2}{\sigma_{S_{II}}^2} + \frac{(X_{IX-X} - \bar{X}_{IX-X})^2}{\sigma_{X_{IX-X}}^2} + \frac{(X_{XI-II} - \bar{X}_{XI-II})^2}{\sigma_{X_{XI-II}}^2} + \frac{(E_{IX-X} - \bar{E}_{IX-X})^2}{\sigma_{E_{IX-X}}^2} + \\
 & + \frac{(E_{XI-II} - \bar{E}_{XI-II})^2}{\sigma_{E_{XI-II}}^2} + \frac{(SPEI_{IX-X} - \bar{SPEI}_{IX-X})^2}{\sigma_{SPEI_{IX-X}}^2} + \frac{(SPEI_{IX-I} - \bar{SPEI}_{IX-I})^2}{\sigma_{SPEI_{IX-I}}^2} + \frac{(U - \bar{U})^2}{\sigma_U^2} + \\
 & + \frac{(V_{XI-II} - \bar{V}_{XI-II})^2}{\sigma_{V_{XI-II}}^2} + \frac{(Y_{XI-II} - \bar{Y}_{XI-II})^2}{\sigma_{Y_{XI-II}}^2} + \frac{(H_{XI-II} - \bar{H}_{XI-II})^2}{\sigma_{H_{XI-II}}^2} + \frac{(K_{XI-II} - \bar{K}_{XI-II})^2}{\sigma_{K_{XI-II}}^2}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Аналогичным образом рассчитываются «расстояния» между конкретной ситуацией данного года и характерными ситуациями соответственно II, III, IV и V групп водности. Прогнозируется та группа, для которой P_I имеет наименьшее значение.

Расчет значений расстояния

прогнозируемого года производится по формуле (1) на основе метеорологических данных по состоянию на 1 февраля. На основе метеорологических данных по состоянию на 1 марта, значения расстояния рассчитываются по формуле (2) аналогичным путем. Так значение объема стока за половодье прогнозируемого

года должно быть равно или варьироваться, приблизительно в той градации группы водной обеспеченности, которая покажет наименьшее значение расстояния Р1.

Результаты расчетов расстояний

представлены в таблице 2, на примере различных по водности лет, где значения объема стока за половодье прогнозного года будут близки к той группе водной обеспеченности, которые показали наименьшие значения Р.

Таблица 2

Рассчитанные значения расстояний

Год	Принадлежность к группе водной обеспеченности	Расстояние на 1 февраля, Р					Расстояние на 1 марта, Р				
		PV	PIV	PIII	PII	PI	PV	PIV	PIII	PII	PI
1989	II	41,2	27,9	37,9	<u>4,4</u>	14,4	44,9	27,3	31,2	<u>4,4</u>	10,5
2006	I	46,3	32,6	52,9	9,6	<u>5,5</u>	50,5	33,5	44,9	10,5	<u>9,7</u>
2007	III	20,2	17,7	<u>13,0</u>	31,9	43,4	50,3	23,6	<u>16,5</u>	52,8	60,7
2017	V	<u>3,1</u>	3,9	28,8	62,9	53,6	<u>3,7</u>	5,2	19,4	75,9	56,4
2018	IV	6,8	<u>4,5</u>	16,0	37,3	20,8	8,5	<u>4,0</u>	12,2	38,4	20,6

По результатам расчетов можно заметить, что к каждой группе водной обеспеченности соответственно получены наименьшие значения расстояний. К примеру, в 2017 году объем воды весеннего половодья составил 269 млн.м³, что характеризуют год очень многоводным, и относит его к V классу. Рассчитанные значения расстояний по состоянию на 1 февраля и 1 марта показывают соответствующие минимальные расстояния. Таким образом, произведены расче-

ты значений расстояний для всего периода.

По результатам значений расстояний проведен регрессионный анализ и обработка информации об объемах стока за половодье (предиктант) и значениях расстояний Р1 (предикторы), и с помощью полученных коэффициентов переменных X1, X2, X3, X4, X5 и Y-пересечения построены уравнения многомерной регрессии и получены формулы для прогнозирования весеннего половодья на 1 февраля (3) и 1 марта (4):

$$Y = -3,68 \cdot P_1 + 1,80 \cdot P_2 + 0,61 \cdot P_3 + 0,58 \cdot P_4 + 0,17 \cdot P_5 + 117,77, \quad (3)$$

$$Y = -3,68 \cdot P_1 + 2,98 \cdot P_2 + 0,49 \cdot P_3 + 0,58 \cdot P_4 - 0,47 \cdot P_5 + 126,70 \quad (4)$$

Далее подставив значения расстояний для 5-и групп в формулы (3) и (4), рассчитаны прогнозные объемы весеннего половодья на 1 февраля и 1 марта (рис. 6 и 7).

Таким образом, можно дополнительно спрогнозировать объем половодья уже в количественном значении.

Из данных, приведенных на графиках, видно, что объем стока за половодье часто зависит от осенней увлажненности почвы и осадков за осенне-зимний периоды. Чем более увлажнен-

ной ушла под снег почва, тем меньше будет потеря весной в период снеготаяния, вода по промерзшей почве скатывается в русла рек почти без потерь. Но если почва ушла под снег сухой, то какие бы морозы не стояли, в момент снеготаяния вода будет уходить в землю как в песок [13].

Для определения критериев применимости и качества методики принимается $\bar{S}/\bar{\sigma}$, т.е. отношение средней квадратичной ошибки проверочных прогнозов (\bar{S}) к среднему квадратичному отклонению ($\bar{\sigma}$) [5, 16].

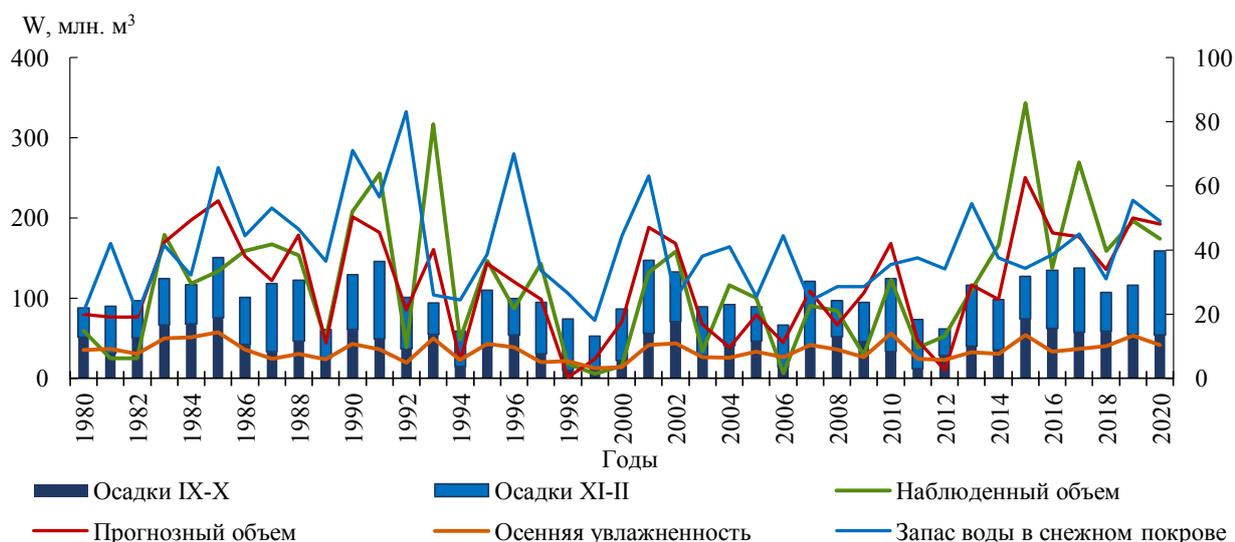


Рис. 1. Наблюдаемые и прогнозные значения объема стока половодья на основе данных по состоянию на 1 февраля.

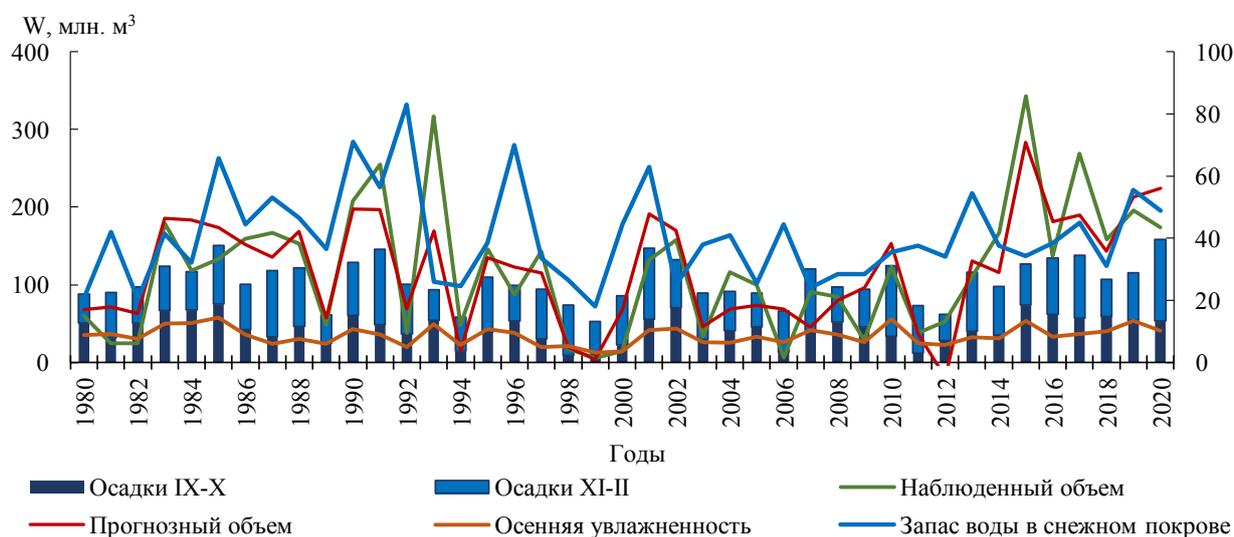


Рис. 2. Наблюдаемые и предсказанные прогнозные значения объема стока половодья на основе данных по состоянию на 1 марта.

Помимо критерия применимости качество прогноза, также было оценено по коэффициенту корреляции (r) и коэффициенту эффективности Нэша-Сатклиффа [18].

Результаты представлены в таблице 3.

Помимо критерия применимости качество прогноза, также оценено по коэффициенту корреляции (r) и коэффициенту эффективности Нэша-Сатклиффа [18], которые представлены в таблице 3.

Таблица 3

Критерии применимости методики при числе проверочных прогнозов более 25 лет

Коэффициенты эффективности	Показатели качества методики		Оценка методики
	1 февраля	1 марта	
S/σ	0,66	0,58	удовлетворительная
r	0,76	0,80	хорошая
NSE	0,58	0,64	удовлетворительная

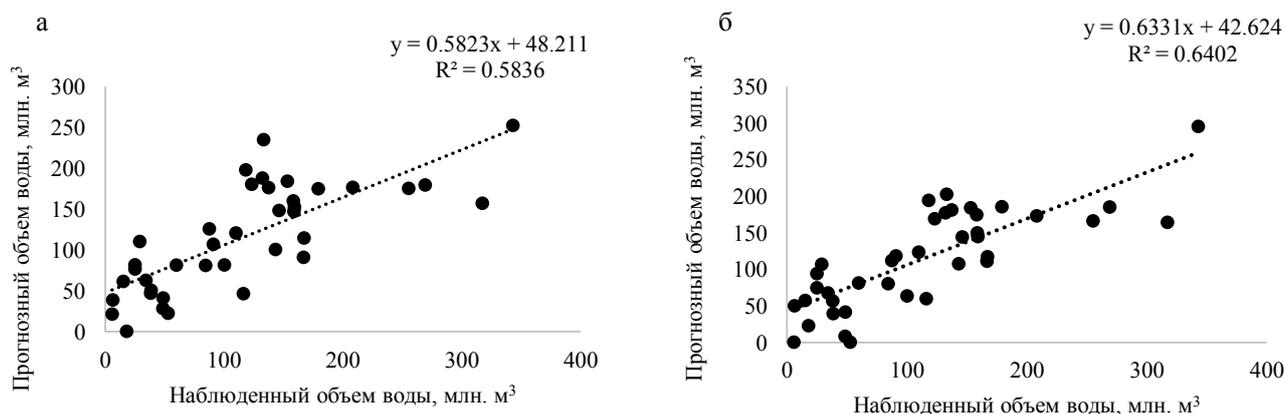


Рис. 3. График связи наблюдаемого и прогнозного объема рассчитанного методом распознавания образов: а – по состоянию на 1 февраля, б – по состоянию на 1 марта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам расчета отношения S/σ , можно сделать вывод что, согласно предельным значениям критерия применимости методики прогноза, метод распознавания образов показал удовлетворительное качество методики.

Прогнозные значения, рассчитанные с помощью уравнений многомерной регрессии показали достаточно близкие значения с фактически наблюдаемыми, с удовлетворительной корреляцией за многолетний период: 0,76 на 1 февраля и 0,80 на 1 марта. И лишь в некоторые многоводные годы прогнозные значения занижены.

Аналогичные результаты показала эффективность по методу Нэша-Сатклиффа составив 0,58 и 0,64 по состоянию на 1 февраля и на 1 марта соответственно.

Проведенные исследования дают основание полагать, что прогнозирование на основе данных по состоянию на 1 марта по качеству показали более точные результаты.

В целом, разработанная методика прогнозирования объемов весеннего половодья методом распознавания образов на примере р. Есиль – с. Турген показало удовлетворительные результаты и рекомендуется при прогнозировании стока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабян А.М., Зеленцов В.А., Крыленко И.Н., Потрясев С.А., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Оперативное прогнозирование наводнений на основе комплексного

упреждающего моделирования и интеграции разнородных данных // Труды СПИИРАН. – 2015. – Вып.4 (41). – С. 5-33.

2. Айзель Г.В., Гусев Е.М. Применение современных методов машинного обучения для расчетов речного стока с неизученных водосборов // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов IV Всероссийской научной конференции с международным участием. – 2015. – С. 50-53.

3. Борц С.В., Симонов Ю.А., Христофоров А.В., Чупин И.В., Юмина Н.М. Экстрополяция гидрографов как метод краткосрочного прогнозирования стока // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2018. – № 3 (369). – С. 74-86.

4. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов. – М.: Наука, 1980. – 416 с.

5. Давлетгалиев С.К. Статистические методы обработки гидрологической информации: учебник / С.К. Давлетгалиев. – Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 276 с.

6. Капотов А.А. Исследование водного режима почвогрунтов зоны аэрации, их промерзания, воднофизических и инфильтрационных свойств. // Труды ГГИ. – 1969. – Вып. 176. – С. 70-103.

7. Малыгин И.В. Методика прогноза образования ледовых заторов на реках на основе территории распознавания образов // Вестник Московского университета. Серия 5. География – 2014. – №3. – С. 43-47.

8. Мухин В.М. Методы прогнозирования притока воды в водохранилища за период весеннего половодья / В.М. Мухин // Труды Гидрометцентра России. Гидрометеорологические

прогнозы. – 2014. – Вып. 351. – 108 с.

9. *Паршин В.Н., Салов М.С.* Весенний сток в бассейне р. Дона и его предвычисления. – Л.: Гидрометеоздат, 1955. – 103 с.

10. Руководство по гидрологическим прогнозам. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 355 с.

11. Руководство по гидрологической практике / Гидрология: от измерений до гидрологической информации. – ВМО №168. – 6-издание, 2011. – 314 с.

12. Руководящий документ 52.04.306-92 ОХРАНА ПРИРОДЫ. АТМОСФЕРА. РУКОВОДСТВО ПО ПРОГНОЗУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ЦКБ ГМП № 306 от 10.03.92

13. СП-33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004.

14. *Черногорова, Ю.В.* Методы распознавания образов / Ю. В. Черногорова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 28 (132). – С. 40-43. – URL: <https://moluch.ru/archive/132/36964/> (дата обращения: 24.12.2020).

15. *Шаночкин С.В.* Применение распознающих систем в гидропрогнозах // Труды РГГМУ. – 1999. – Вып. 120 – С. 35-40.

16. *Шорохова И.С., Кисляк Н.В., Мариев О.С.* Статистические методы анализа: учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. – 300 с.

17. Manual on Flood Forecasting and Warning // WMO-No. 1072. – Geneva, 2011. – 138 p.

18. *Nash J.E. and Sutcliffe J.V.* River flow forecasting through conceptual models, part 1-a discussion of principles // Journal of Hydrology. – 1970. – № 10. – С. 282-290.

19. *Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith.* FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Crop Evapotranspiration. (guidelines for computing crop water requirements). – 300 p.

20. The Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index data [electronic resource] URL: <https://spei.csic.es/> (date of request: 03.09.2020).

REFERENCES

1. *Alabyan A.M., Zelentsov V.A., Krylenko I.N., Potryasev S.A., Sokolov B.V., Yusupov R.M.* Operativnoe prognozirovanie navodnenii na osnove

kompleksnogo uprezhdayushchego modelirovaniya i integratsii raznorodnykh dannykh // Trudy SPIIRAN. – 2015. – Vyp.4 (41). – S. 5-33.

2. *Aizel' G.V., Gusev E.M.* Primenenie sovremennykh metodov mashinnogo obucheniya dlya raschetov rechnogo stoka s neizuchennykh vodosborov // Fundamental'nye problemy vody i vodnykh resursov IV Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. – 2015. – S. 50-53.

3. *Borshch S.V., Simonov Yu.A., Khristoforov A.V., Chupin I.V., Yumina N.M.* Ekstropolyatsiya gidrografov kak metod kratkosrochnogo prognozirovaniya stoka // Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy. – 2018. – № 3 (369). – S. 74-86.

4. *Vapnik V.N., Chervonenkis A.Ya.* Teoriya raspoznavaniya obrazov. M.: Nauka, 1980. – 416 s.

5. *Davletgaliev S.K.* Statisticheskie metody obrabotki gidrologicheskoi informatsii: uchebnik / S.K. Davletgaliev. – Almaty: Kazak universiteti, 2015. – 276 s.

6. *Kapotov A.A.* Issledovanie vodnogo rezhima pochvogruntov zony aeratsii, ikh promerzaniya, vodnofizicheskikh i infil'tratsionnykh svoistv // Trudy GGI, 1969. – Vyp. 176. – S. 70-103.

7. *Malygin I.V.* Metodika prognoza obrazovaniya ledovykh zatorov na rekakh na osnove territorii raspoznavaniya obrazov // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya – 2014. – №3. – S. 43-47.

8. *Mukhin V.M.* Metody prognozirovaniya pritoka vody v vodokhranilishcha za period vesennego polovod'ya / V.M. Mukhin // Trudy Gidromettsentra Rossii. Gidrometeorologicheskie prognozy. – 2014 – Vyp. 351. – 108 s.

9. *Parshin V.N., Salov M.S.* Vesennii stok v basseine r. Dona i ego predvychesleniya. L.: Gidrometeoizdat, 1955. – 103 s.

10. Руководство по гидрологическим прогнозам. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 355 с.

11. Руководство по гидрологической практике / Гидрология: от измерения до гидрологической информации. ВМО №168, 6-издание, 2011. – 314 с.

12. РукOVodyashchii dokument 52.04.306-92 OKhRANA PRIRODY. АТМОСФЕРА RUKOVODSTVO PO PROGNOZU ZAGRYaZNENIYa VOZDUKha TsKB GMP № 306 от 10.03.92

13. SP-33-101-2003 Opređenje osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik. M.: Gosstroj Rossii, FGUP TsPP, 2004.
14. Chernogorova Yu.V. Metody raspoznavaniya obrazov / Yu. V. Chernogorova. – Tekst : neposredstvennyi // Molodoi uchenyi. – 2016. – № 28 (132). – S. 40-43. – URL: <https://moluch.ru/archive/132/36964/> (data obrashcheniya: 24.12.2020).
15. Shanochkin S.V. Primenenie raspoznavayushchikh sistem v gidroprognozakh // Trudy RGGMU. 1999. – Вып. 120. – S. 35-40.
16. Shorokhova I.S., Kislyak N.V., Mariev O.S. Statisticheskie metody analiza: uchebnoe posobie. – Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta, 2015. – 300 s.
17. Manual on Flood Forecasting and Warning // WMO-No. 1072. Geneva, 2011. – 138 p.
18. Nash J.E. and Sutcliffe J.V. River flow forecasting through conceptual models, part 1-a discussion of principles // Journal of Hydrology. – 1970. – № 10. – S. 282-290.
19. Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. FAO Irrigation and Drainage Pa-per No. 56. Crop Evapotranspiration. (guidelines for computing crop water requirements). – 300 p.
20. The Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index data [electronic resource] URL: <https://spei.csic.es/> (date of request: 03.09.2020).

ЕСІЛ ӨЗЕНІНІҢ СУ ТАСУ КЕЗІНДЕГІ АҒЫНДЫ КӨЛЕМІН БЕЙНЕЛЕРДІ ТАНЫП БІЛУ ӘДІСІ БОЙЫНША БОЛЖАУ

Н.Н. Абаев^{1,2}, Л.М. Биримбаева¹, Т.А. Тілләкәрім^{1,2}, Н.Т.Серікбай^{1,2}

¹«Қазгидромет» РМК, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

²әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

E-mail: abayev_n@meteo.kz

Зерттеуде жұмысында 1 ақпан мен 1 наурызға кезеңдеріне арналған бейнелерді тану әдісімен Есіл өзенінің су тасқыны ағысының көлемін болжамдау нәтижелері келтірілген. Есептеулерде өзен ағындысы туралы, Есіл өзені – Турген гидрологиялық бекетіндегі су көлемі туралы деректер, сондай-ақ минималды ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын туралы болжаушылар ретінде, 1980...2020 жылдардағы көпжылдық кезеңдегі қар жамылғысындағы су қоры туралы онкүндік деректер пайдаланылды. Статистикалық талдау байқалған және болжанған мәндер арасындағы жақсы корреляцияны көрсетті: 1 ақпандағы болжам бойынша 0,76 және 1 наурыздағы болжам бойынша 0,80. Зерттеу нәтижесінде 1 наурыздағы мәліметтерге негізделген үлгіні тану әдісі бойынша болжау сапасы бойынша дәлірек нәтижелер көрсетті.

Түйін сөздер: су тасу кезіндегі ағынды көлемі, бейнелерді танып білу әдісі, су өтімі, ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашындар, қар жамылғысындағы су қоры

FORECASTING THE VOLUME OF FLOOD RUNOFF OF THE YESIL RIVER USING THE PATTERN RECOGNITION METHOD

N.N. Abayev^{1,2}, L.M. Birimbayeva¹, T.A. Tillakarim^{1,2}, N.T. Serikbay^{1,2}

¹RSE «Kazhydromet», Nur-Sultan, Kazakhstan

²al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan

E-mail: abayev_n@meteo.kz

The research presents the results of forecasting the volume of flood flow of the Yesil River by pattern recognition method for 1th february and 1th march 1. The calculations used daily data of water consumption, the volumes at the hydrological post of the river Yesil gauge station Turgen, also as predictors of minimum air temperature, precipitation, decadal data on water reserves in the snow cover for the long-term period 1980...2020. The results showed a satisfactory quality of the forecast in terms of efficiency and correlation. Statistical analysis showed a good correlation between the observed and predicted values: 0.76 according to the forecast for February 1 and 0.80 on March 1. The result of the research, it revealed that the prediction using the image recognition method based on the data for March 1 showed more accurate results in terms of quality.

Keywords: flood runoff volume, pattern recognition method, water discharge, air temperature, precipitation, water reserves in the snow cover

УДК 551.4 (282.256.164.6)

КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ ГЕОСИСТЕМ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ж.О. Озгелдинова¹ Ph.D, асс.проф., Е.Б. Усалинов², А.А. Жангужина¹ Ph.D,
Н.Е. Рамазанова¹ Ph.D, асс.проф., Ж.С. Ержанова¹, Ж.Т. Мукаев³ Ph.D, асс.проф.

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан
E-mail: Ozgeldinova@mail.ru, Altyn8828@mail.ru, Nurgulram@gmail.com, Zhyzya_87@mail.ru

²Казахский агротехнический университет им. С. Сейфулина, г. Нур-Султан, Казахстан
E-mail: Erkin.usalinov@gmail.com

³Университет имени Шакарима, г. Нур-Султан, Казахстан
E-mail: Zhandos.mukaev@mail.ru

Приведены результаты выявления системообразующих факторов геосистем Павлодарской области, их иерархии на основе модели компонентного анализа, которые позволяют получить данные о структуре взаимосвязей параметров для формирования информации о современном состоянии и прогноза динамики геосистем при разработке оптимальной структуры природопользования.

С применением метода пространственной интерполяции рассмотрены отдельные количественные показатели геосистем, полученные на основе картографических материалов. В качестве исходных данных использованы численные значения следующих параметров: продолжительность солнечного сияния, радиационный баланс, среднегодовые осадки, среднегодовой речной сток, максимальный речной сток, коэффициент вариации или изменчивости годового стока, мутность, средний уклон, средняя экспозиция склона, среднее значение NDVI и т.д. В вычислении матрицы значений в геосистемах для построения компонент применена ПО «FACTOR» (программист Т.Ф. Савина по алгоритмам Л.М. Павличенко).

На основе анализа научных работ показана возможность компонентного анализа совмещать статистическое моделирование и системный анализ конкретных объектов (геосистем). Продемонстрировано применение системного анализа при построении компонентного анализа, который позволяет выделять функции геосистемы и ранжировать их по вкладу в суммарную дисперсию системы, учитывает характер взаимосвязи и самоорганизацию системы.

Ключевые слова: компонентный анализ, геосистема, главные компоненты геосистем, системообразующие факторы, системный анализ

Поступила 29.05.21

DOI: 10.54668/2789-6323-2021-102-3-36-43

ВВЕДЕНИЕ

Природные компоненты геосистем являются результатом взаимодействия различных тел, по этой причине мы имеем основание рассматривать их как начальную ступень географиче-

ской интеграции. По отношению к природным системам их компоненты рассматриваются как структурные части первого порядка, конкретнее – частями их вертикальной структуры.

Особенность географических компонентов состоит в том, что в каждом из них присутству-

ет вещество всех остальных компонентов, и это придает им новые свойства, которыми не могло бы обладать химически чистое и физически однородное вещество [8].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из методов многомерной статистики является компонентный анализ, в основу которого составляет гипотеза: измеряемые параметры исследуемого объекта или явления

являются лишь косвенными составляющими характеристиками. Исследуемому объекту наряду с измеряемыми присуща и внутренние (скрытые) не измеряемые параметры, определяемыми главными компонентами. Главная задача компонентного анализа представить известные параметры в виде линейных комбинаций главных компонентов и определить их. Данная модель компонентного анализа может быть записана в виде [1, 3], формула (1):

$$Y[n \cdot m] = F[n \cdot m] \cdot A[m \cdot m] \quad (1)$$

где $Y [n \cdot m]$ совокупность всех n наблюдаемых значений всех t параметров; $F [n \cdot m]$ – матрица, включающая совокупность всех n получаемых значений всех t главных компонент; $A [m \cdot m]$ – матрица компонентных нагрузок, которая является связующим звеном между старыми (известными) и новыми переменными.

Полученные главные компоненты характеризуют не просто сумму параметров, они являются результатом взаимодействия исследуемых параметров. Интерпретация полученных результатов (главных компонент) характеризуется в выявлении и анализе общих причин.

Исходным материалом для выявления главных компонент нами были изучены фондовые материалы геоморфологических, гидрогеологических, почвенных исследований, данные метеослужб, картографический материал. На основе собранных материалов [4] с применением метода пространственной интерполяции выполнена серия карт, характеризующих отдельные количественные показатели геосистем, и в качестве исходных данных использованы численные значения следующих параметров: продолжительность солнечного сияния, радиационный баланс, среднегодовые осадки, среднегодовой речной сток, максимальный речной сток, коэффициент вариации или изменчивости годового стока, мутность, средний уклон, средняя экспозиция склона, среднее значение NDVI и т.д.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе картографических материалов, с применением метода пространственной интерполяции получены отдельные количественные показатели геосистем, и в качестве исходных данных использованы численные значения сле-

дующих параметров: продолжительность солнечного сияния (SunHrs), радиационный баланс (RadBal), среднегодовые осадки (PrecYrAvg), среднегодовой речной сток (RivFlow/YrAvg), максимальный речной сток (RivFlow/Max), коэффициент вариации или изменчивости годового стока (RivFlow/Var), мутность (WaterTrb), средний уклон (Slope), средняя экспозиция склона (Aspect), среднее значение NDVI (Ndvi) и т.д. Для построения главных компонент в геосистемах региона исследования применена ПО «FACTOR» (программист Т.Ф. Савина по алгоритмам Л.М. Павличенко).

Результаты обработки измеряемых параметров, матрица главных компонент отражены в таблице 1. Выделилось 11 главных компонент (ГК), описывающих 100 % общей дисперсии. Графики изменения значений четырех главных компонент представлены на рисунках 1 и 2. Полученные значения компонент имеют как положительные так и отрицательные значения. Различия в знаках означает не разную направленность исследуемых показателей, а разную степень его проявления [2].

При анализе таблицы 1 мы выяснили следующую закономерность: по мере увеличения номера компоненты количество статистически значимых нагрузок уменьшается, что проявляется через уменьшение вклада компоненты в суммарную депрессию.

Ниже представлена запись вида компонент через сочетание характеристик геосистем при учете только статистически значимых нагрузок:

ГК 1 (34%): + [SunHrs, RadBal, Slope, PrecYrAvg, RivFlow/Max, RivFlow/YrAvg, Aspect, WaterTrb], – [RivFlow/Var, Ndvi];

ГК 2 (18%): + [WaterTrb, RivFlow/YrAvg, RivFlow/Var, RadBal, Slope, SunHrs, Ndvi], –

[PrecYrAvg, RivFlow/Max, Aspect];

ГК 3 (12%): + [RivFlow/Max, RivFlow/YrAvg, Aspect], – [PrecYrAvg, Slope, WaterTrb, Ndvi, SunHrs, RivFlow/Var];

ГК 4 (11%): + [Ndvi, Slope, Aspect, PrecYrAvg, RivFlow/YrAvg, RivFlow/Max, WaterTrb], – [RivFlow/Var, RadBal, SunHrs];

ГК 5 (9%): + [Aspect, SunHrs, RivFlow/Var, RadBal, WaterTrb],

– [RivFlow/Max, Ndvi, RivFlow/YrAvg, PrecYrAvg, Slope];

ГК 6 (7%): + [RadBal, SunHrs, Slope, RivFlow/Var], – [Aspect, WaterTrb, RivFlow/YrAvg, PrecYrAvg, Ndvi, RivFlow/YrAvg];

ГК 7 (4%): + [PrecYrAvg, WaterTrb, RivFlow/YrAvg, RivFlow/Max],

– [Slope, Ndvi, RadBal, RivFlow/Var, Aspect, SunHrs].



Рис. 1. График изменения значений главных компонент для геосистем 1...39.

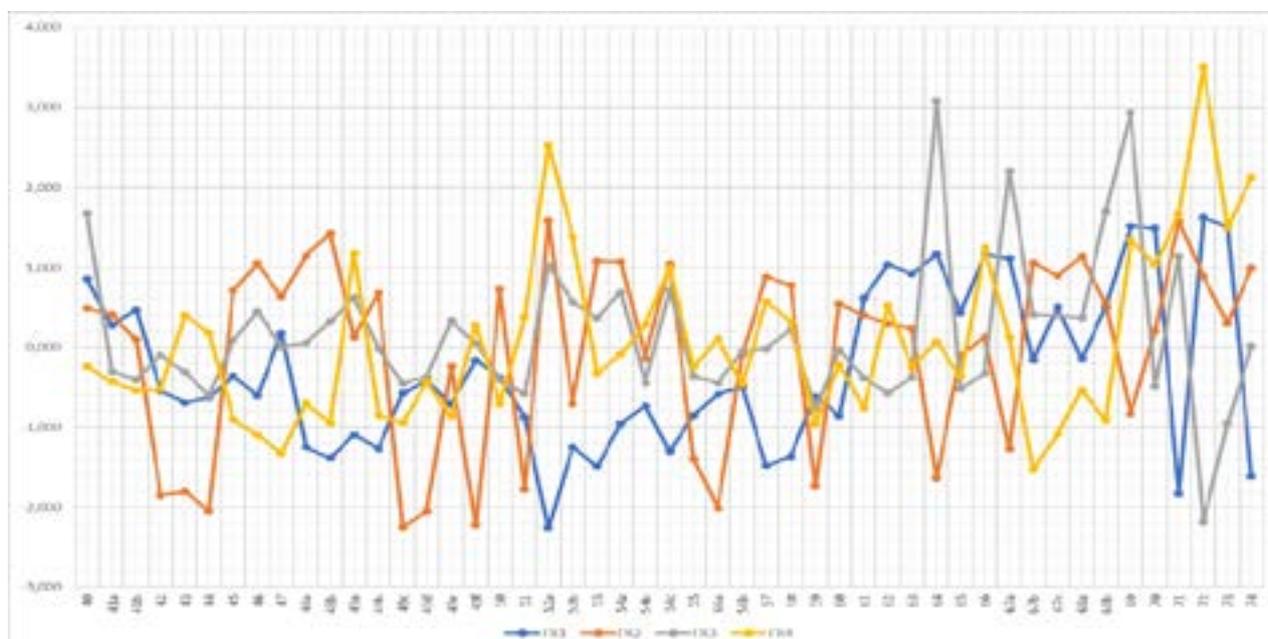


Рис. 2. График изменения значений главных компонент для геосистем 40...74.

Противоположность знаков нагрузок на исходные переменные свидетельствует о разнонаправленности воздействия изучаемого показателя на геосистемы, выделившихся в одну компоненту. Интерпретация полученных результатов базируются на детальном изучении и

сопоставлении показателей геосистем, выделившихся в различных соотношениях и, в первую очередь, выявлении наиболее общих признаков сходства между ними, при этом использовались общегеографические закономерности формирования геосистем.

Таблица 1

Матрица нагрузок главных компонент

Показатели геосистем	Компонентные нагрузки										
	ГК1	ГК2	ГК3	ГК4	ГК5	ГК6	ГК7	ГК8	ГК9	ГК10	ГК11
SunHrs	00,9176	00,1656	-0,0922	-0,0981	00,1671	00,1984	-0,0195	-0,1202	00,1128	-0,0181	00,1314
RadBal	00,8542	00,2282	0,1056	-0,1479	00,1140	00,3200	-0,1641	00,0350	00,1661	00,0523	-0,1069
PrecYrAvg	00,5602	-0,4064	-0,4516	00,2903	-0,1570	-0,1208	00,3834	00,1700	00,1121	00,0708	-0,0038
RivFlow/ YrAvg	00,2923	00,7694	0,3600	0,1936	-0,2392	-0,1533	00,1691	00,1214	00,0571	-0,1680	-0,0050
RivFlow/Max	00,3305	-0,1928	0,8475	00,1337	-0,3022	-0,0209	00,0120	00,0291	-0,0417	00,1478	00,0337
RivFlow/Var	-0,7294	00,5182	-0,0827	-0,2184	0,1238	00,0314	-0,1083	00,3123	00,0850	00,0981	00,0504
WaterTrb	00,1437	00,8877	-0,1934	00,0120	0,0878	-0,2173	00,1861	-0,1905	-0,0919	00,1380	-0,0197
Slope	00,6964	00,1687	-0,3149	00,4528	-0,1039	00,0929	-0,2988	00,1494	-0,2265	00,0011	00,0090
Aspect	00,1614	-0,1454	0,2543	00,4145	0,7481	-0,3853	-0,0711	00,0406	0,0397	-0,0030	-0,0040
Ndvi	-0,5728	00,1265	-0,1316	00,6586	-0,2986	-0,0227	-0,2326	-0,1474	0,1960	00,0294	0,0058

На основе полученных данных была создана карта главных компонент геосистем Павлодарской области. Карта приведена на рисунке 3.

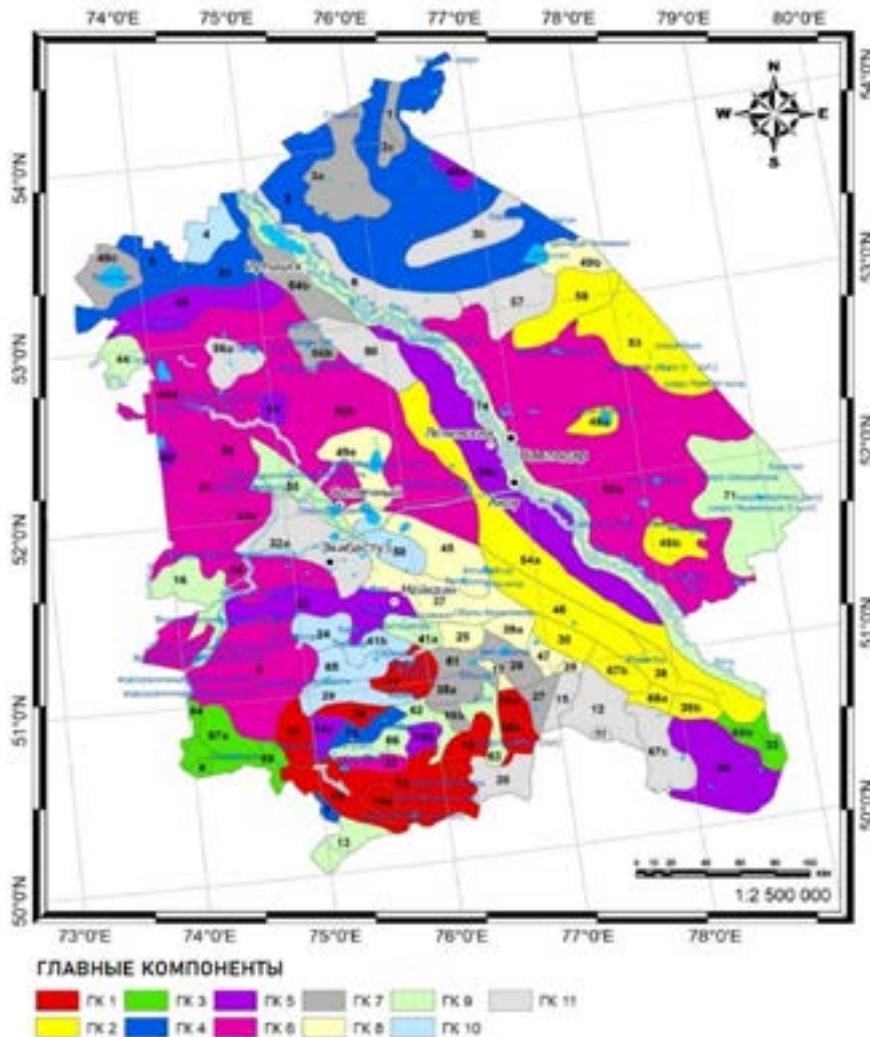


Рис.3. Карта главных компонент геосистем Павлодарской области.

ОБСУЖДЕНИЕ

ГК 1 преимущественно является главной компонентой для денудационных и тектонически-денудационных равнин на юго-западе Павлодарской области. ГК 2 является по большей части главной компонентой геосистем левобережья реки Ертыс вдоль её верхнего течения. Эти геосистемы в основном представлены озерно-аллювиальными аккумулятивными равнинами. На юго-западе и юге исследуемого региона имеются скопления находящихся по соседству относительно друг друга геосистем, где главная компонента – это ГК 3. В основном представлены делювиально-пролювиальными равнинами. На севере озёрно-аллювиальные аккумулятивные равнины представлены с главной компонентой ГК 4. Кроме них, ГК 4 является главной компонентой для Баянаульского низкогорья и для увалисто-холмистой равнины в юго-западной части области. Ландшафты с главной компонентой ГК 5 равномерно распределены по территории региона, они в равной степени представлены аккумулятивными и денудационными равнинами. ГК 6 является главной компонентой небольшого количества ландшафтов, однако они занимают большую площадь относительно ландшафтов с другими ГК. Эти ландшафты в равной степени представлены озёрно-аллювиальными аккумулятивными и цокольными денудационными равнинами. ГК 7 оказывает наибольшее влияние на разрозненные ландшафты в северной части области. В большинстве случаев ландшафты представлены холмистыми денудационными равнинами. Ландшафты, испытывающие наибольшее влияние от ГК 8 расположены группой рядом расположенных геосистем в центральной части области на левобережье реки Ертыс.

Проведем анализ ГК 1, на который приходится 34 % суммарной дисперсии. Из введенного набора показателей с большими положительными нагрузками выделились следующие показатели геосистем: SunHrs, RadBal, Slope, PrecYrAvg, RivFlow/Max, RivFlow/YrAvg, Aspect, WaterTrb. Следовательно, значения первой главной компоненты будут больше в тех геосистемах, где имеются повышенные по отношению к среднему значения всех этих характеристик. В совокупности данные показатели с высокими положительными нагрузками характеризуют основные факторы формирования и

дифференциаций геосистем – геолого-геоморфологический и климатический. В условиях континентального и резкоконтинентального климата, при разновысотном, местами дробно расчлененном рельефе, литологической пестроты почвообразующих, нередко достаточно засоленных, сложилась своеобразная ландшафтная структура геосистем Павлодарской области. Из физико-географического описания территории следует, что среднегодовое количество атмосферных осадков имеет в разных зонах разный диапазон колебаний. Так, на востоке области осадки составляют 250...270 мм, на севере держатся в районе 300 мм, а на юго-востоке составляют 300...330 мм. Продолжительность солнечного сияния зависит от широты местности, времени года и условий облачности; в течение года продолжительность солнечного сияния относительно более длительна на юге, юго-западе и западе области, где максимально достигает 2652 часов в год. На северо-востоке и востоке исследуемого региона, напротив, продолжительность солнечного сияния достаточно низкая колеблясь от 2437 до 2478 часов. Такая же дисперсия наблюдается и в показателях радиационного баланса. Единственное отличие от распределения продолжительности солнечного сияния заключается в более ярко выраженном уменьшении показателей на севере области. Слой стока определяется сочетанием атмосферных осадков и уклонов поверхности, поэтому его значения выше в геосистемах с большей средней высотой.

С высокими по модулю отрицательными нагрузками в ГК 1 выделились следующие показатели – RivFlow/Var, NdvI. Поскольку знак нагрузок этих показателей отрицательный, рост значений ГК 1 будет наблюдаться при уменьшении их значений. Наблюдается закономерность, при которой на территориях ландшафтов, где главная компонента – ГК 1 с повышением количества часов солнечного сияния, а так радиационного баланса (которые являются основными положительными параметрами ГК 1) понижается значение коэффициента NDVI. Это также связано с низким количеством осадков, которые как параметр имеют меньшее, но все же положительное влияние в этой главной компоненте. Вследствие, повышение величины NDVI также коррелирует с уменьшением влияния ГК 1. Вегетативный индекс выше на восточной половине территории Павлодарской области и в пой-

менном ландшафте, то есть в геосистемах, где влияние ГК 1 низко относительно геосистем в других частях региона. Коэффициент вариации стока уменьшается на равнинных территориях, а также на территориях, покрытых хорошо поглощающими воду породами и это, также обуславливает расположение геосистем под влиянием ГК 1 на юго-западе области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что компонентный анализ совмещает возможности статистического моделирования и системного анализа конкретных объектов (геосистем). Системный анализ при построении компонентного анализа позволяет выделять функции геосистемы и ранжировать их по вкладу в суммарную дисперсию системы, учитывает характер взаимосвязи и самоорганизацию системы. Основным результатом модели является не только выявление функции системы (системообразующих факторов) на основе интерпретации системы взаимосвязей исходных признаков, но и территории по интенсивности проявления этой функции [6].

Таким образом, компонентный анализ позволяет выявлять взаимосвязи в системе, исследовать структуру взаимосвязей, ранжировать процессы по степени влияния на формирование состояния геосистемы [7, 8].

Полученные результаты о структуре взаимосвязей параметров геосистем на основе компонентного анализа являются дополнительной информацией для оценки современного состояния и прогноза динамики природных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андерсон Т.* Введение в многомерный статистический анализ. – М.: ГИФМЛ, 1963. – 500 с.
2. *Большев Л.Н., Смирнов Н.В.* Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 417 с.
3. *Йёреског К.Г., Клован Д.И., Реймент Р.А.*

Геологический факторный анализ. – Л.: Недра, 1980. – 223 с.

4. Национальный Атлас Республики Казахстан / под ред. А.Р. Медеу и др. – Алматы, 2010. – Т. 1. – 150 с.

5. *Павличенко Л.М.* К технологии построения моделей прогноза изменений экогеосистем // *Гидрометеорология и экология.* – 2000. – №1. – С. 37-60.

6. *Павличенко Л.М.* Многомерные статистические модели в геоэкологии. – Алматы: ProService LTD, 2007. – 173 с.

7. *Павличенко Л.М.* Системное моделирование природно-технических геосистем // В кн.: Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – С. 132-135.

8. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука СО, 1978. – 319 с.

REFERENCES

1. *Anderson T.* Vvedenie v mnogomernyi statisticheskii analiz. – M.: GIFML, 1963. – 500 s.
2. *Bolşev L.N., Smirnov N.V.* Tablisy matematicheskoi statistiki. – M.: Nauka, 1983. – 417 s.
3. *Ïereskog K.G., Klován D.Í., Reiment R.A.* Geologicheskii faktornyi analiz. – L.: Nedra, 1980. – 223 s.
4. *Nasionalnyi Atlas Respubliki Kazahstan / pod red. A.R. Medeu i dr.* – Almaty, 2010. – T. 1. – 150 s.
5. *Pavlichenko L.M.* Mnogomernye statisticheskie modeli v geokologii. – Almaty: ProService LTD, 2007. – 173 s.
6. *Pavlichenko L.M.* Sistemnoe modelirovanie prirodno-tehnicheskikh geosistem // V kn.: Novye podhody i metody v izuchenii prirodnyh i prirodno-hozjajstvennyh sistem. – Almaty: Qazaq universiteti, 2000. – S. 132-135.
7. *Pavlichenko L.M.* K tehnologii postroeniya modelei prognoza izmenenii ekogeosistem // *Gidrometeorologiya i ekologiya.* – 2000. – №1. – S. 37-60.
8. *Sochava V.B.* Vvedenie v uchenie o geosistemah. — Novosibirsk: Nauka SO, 1978. – 319 s.

**ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ ГЕОЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖҮЙЕ ҚҰРАУШЫ ФАКТОРЛАРЫНА
КОМПОНЕНТТІК ТАЛДАУ**

Ж.О. Озгелдинова¹ Ph.D, қауым.проф., **Е.Б. Усалинов**², **А.А. Жангужина**¹ Ph.D,
Н.Е. Рамазанова¹ Ph.D, қауым.проф., **Ж.С. Ержанова**¹, **Ж.Т. Мукаев**³ Ph.D, қауым.проф.

¹*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*
E-mail: Ozgeldinova@mail.ru, Altyn8828@mail.ru, Nurgulram@gmail.com, Zhyzya_87@mail.ru

²*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*
E-mail: Erkin.usalinov@gmail.com

³*Шәкәрім атындағы университет, Семей қ., Қазақстан*
E-mail: Zhandos.mukaev@mail.ru

Табиғатты пайдаланудың оңтайлы құрылымын әзірлеу кезінде геожүйелердің қазіргі жай-күйі туралы ақпаратты қалыптастыру және геожүйелердің динамикасын болжау үшін параметрлердің өзара байланысының құрылымы туралы деректерді алуға мүмкіндік беретін компоненттік талдау моделі негізінде геожүйелер мен Павлодар облысының жүйе құраушы факторларын анықтау нәтижелері келтірілген.

Кеңістіктік интерполяция әдісін қолдана отырып, картографиялық материалдар негізінде алынған геожүйелердің жеке сандық көрсеткіштері қарастырылды және бастапқы деректер ретінде келесі параметрлердің сандық мәндері пайдаланылды: күн сәулесінің ұзақтығы, радиациялық тепе-теңдік, орташа жылдық жауын-шашын, орташа жылдық өзен ағыны, максималды өзен ағыны, жылдық ағынның өзгеру немесе өзгергіштік коэффициенті, бұлдырлық, орташа көлбеу, көлбеу орташа экспозиция, NDVI орташа мәні және т. б.. Геожүйелердегі мән матрицасын есептеу кезінде компонентті құру үшін "FACTOR" (л.м. Павличенко алгоритмдері бойынша бағдарламашы т. ф. Савина) қолданылады.

Ғылыми жұмыстарды талдау негізінде статистикалық модельдеу мен нақты объектілерді (геожүйелерді) жүйелік талдауды біріктіру үшін компоненттік талдау мүмкіндігі көрсетілген. Жүйелік талдауды компоненттік талдауды құру кезінде қолдану көрсетілді, бұл Геожүйенің функцияларын бөлуге және оларды жүйенің жалпы дисперсиясына қосқан үлесі бойынша саралауға мүмкіндік береді, жүйенің өзара байланысының сипаты мен өзін-өзі ұйымдастыруын ескереді.

Түйін сөздер: компоненттік талдау, геожүйе, геожүйелердің негізгі компоненттері, жүйені құрайтын факторлар, жүйелік талдау

COMPONENT ANALYSIS SYSTEM-FORMING FACTORS OF GEOSYSTEMS OF PAVLODAR REGION

Zh.O. Ozgeldinova¹ Ph.D, assoc.prof., **E.B. Usalinov**², **A.A. Zhanguzhina**¹ Ph.D,
N.E. Ramazanova¹ Ph.D, assoc.prof., **Zh.S.Yerzhanova**¹, **Zh.T.Mukaev**³ Ph.D, assoc.prof.

¹*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

E-mail: Ozgeldinova@mail.ru, Altyn8828@mail.ru, Nurgulram@gmail.com, Zhyzya_87@mail.ru

²*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

E-mail: Erkin.usalinov@gmail.com

³*Shakarim University, Semey, Kazakhstan*

E-mail: Zhandos.mukaev@mail.ru

The article presents the results of identifying the system-forming factors of geosystems and their hierarchy in the Pavlodar region on the basis of the component analysis model, which allow us to obtain data on the structure of the relationships of parameters for the formation of information about the current state and forecast of the dynamics of geosystems in the development of the optimal structure of nature management.

Separate quantitative indicators of geosystems obtained on the basis of cartographic materials, using the spatial interpolation method, are considered, and numerical values of the following parameters are used as initial data: duration of sunshine, radiation balance, average annual precipitation, average annual river runoff, maximum river runoff, coefficient of variation or variability of annual runoff, turbidity, average slope, average slope exposure, average NDVI value, etc.. In the calculation of the value matrix in geosystems, the "FACTOR" software is used to build components (programmer T. F. Savina on algorithms of L. M. Pavlichenko).

Based on the analysis of scientific papers, the possibility of component analysis to combine statistical modeling and system analysis of specific objects (geosystems) is shown. The use of system analysis in the construction of component analysis is demonstrated, which allows you to identify the functions of the geosystem and rank them by their contribution to the total variance of the system, taking into account the nature of the relationship and self-organization of the system.

Keywords: component analysis, geosystem, main components of geosystems, system-forming factors, system analysis

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ВОДЫ РЕК ТЕРРИТОРИИ Г. АЛМАТЫ

А.Г. Чигринец¹ к.г.н., К.К. Дускаев¹ к.т.н., А.А. Сатмурзаев¹, А.Е. Инсигенова¹,
Ж.Т. Салаватова¹

¹Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
E-mail: ch.al.georg@mail.ru, kduskaev@gmail.com, s_ahmetzhan@mail.ru,
insigenova.aiym@gmail.com, salavatova.07@gmail.com

Статья посвящена исследованию стока рек мегаполиса Алматы. Малые реки г. Алматы с каждым годом привлекают к себе всё большее внимание, так как их водные ресурсы широко используются для хозяйственно-питьевых нужд, орошения, в энергетике, и для других целей. От их водности зависит здоровье и благополучие населения. В статье подробно анализируются условия формирования стока воды рек, пересекающих урбанизированную территорию г. Алматы, климатические характеристики, влияющие на сток. Дается описание методики и результаты расчёта характеристик среднегодового стока воды и внутригодового распределения стока. Оцениваются изменения характеристик стока рек, обусловленные климатическими факторами последних десятилетий.

Ключевые слова: гидрографическая сеть, урбанизированная территория, жидкий сток рек, норма стока, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, внутригодовое распределение стока, антропогенное влияние, тренды стока

Поступила 25.09.21

DOI:10.54668/2789-6323-2021-102-3-44-62

ВВЕДЕНИЕ

Оценка влияния природных и антропогенных факторов на формирование стока рек урбанизированных территорий – одна из сложных, важных и весьма актуальных проблем, решение которой имеет большое научное, социальное и прикладное значение.

Процессы климатических изменений и урбанизации территорий водосборов, как правило, обостряют проблему рационального и комплексного использования водных ресурсов. В свою очередь, водные ресурсы оказывают огромное влияние на особенности урбанизации и вместе с тем они испытывают часто обратное негативное её воздействие. Следует отметить, что климатические условия формирования стока рек претерпевают изменения. Меняется и внутригодовое распределение стока, оказывающего влияние на рациональное использование водных ресурсов.

Процессы эти происходят более сложно, когда территория города охватывает несколько природных зон, как это имеет место в г. Алматы.

Исследования характеристик стока проведены на примере четырех речных бассейнов северного склона Илейского Алатау, охваченных антропогенным влиянием крупнейшего города Республики Казахстан – г. Алматы.

Методика исследований основана на географо-гидрологическом методе. При уточнении существующих и разработке новых расчетных методов применялись приемы физического и математического моделирования, методы гидрологической аналогии, интерполяции, экстраполяции, математической статистики.

При выполнении исследований были использованы данные о стоке воды по 2017 год включительно, взятые из гидрологических ежегодников и кадастровых изданий для замыкающих створов рек.

Илейский Алатау расположен глубоко внутри Евразийского материка на юго-востоке Республики Казахстан. Северный склон Илейского Алатау, на котором расположен г. Алматы, включает территорию от западного водораздела р. Узынкаргалы на западе до водораздела с р. Шилик на востоке. Реки рассматриваемого района относятся к бассейну р. Иле, которая впадает в озеро Балкаш. Город Алматы расположен у подножья северного склона хребта Илейский Алатау. Город расположен на конусах выноса древних и молодых отложений рек Киши и Улькен Алматы, Каргалы, Аксай и их притоков. Это крупный научный, культурный, финансовый и производственный центр, ядро Алматинской агломерации.

Характерными чертами климата данной территории являются континентальность, изменение его характеристик с высотой местности. Характерны теплое, а для низкогорной и предгорно-равнинной зон – жаркое лето, мягкая с чередованием оттепелей и похолоданий зима, большие суточные и годовые амплитуды колебаний температуры воздуха, значительная сухость воздуха, увеличение прозрачности атмосферы и солнечной радиации с поднятием вверх в горы. Основными климатическими характеристиками, оказывающими влияние на формирование стока воды рек являются солнечная радиация, температура воздуха, атмосферные осадки, снежный покров и др.

Общая климатическая характеристика. Климат в городе – резко-континентальный [1, 11] со значительными колебаниями в температуре не только между сезонами, но и между временами суток, характеризуется влиянием ярко выраженной горно-долинной циркуляции и высотной поясности, что особенно проявляется в северной части города, расположенной непосредственно в зоне перехода горных склонов к равнине.

Радиационный баланс. Величины радиационного теплоприхода в горах меняются по территории весьма существенно и зависят от многих факторов: от высоты местности, прозрачности атмосферы, от изменения облачности, экспозиции местности, закрытости горизонта и других факторов.

По данным [34], суммарный приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность в районе г. Алматы равен $160,7 \text{ Вт/м}^2$ в год, из

них на прямую радиацию приходится 59 % теплоприхода за ноябрь-апрель или около 31 % от годового значения. Доля прямой радиации в зимнее время – 46 %. По данным [30], с ростом высоты местности увеличивается приход радиационного тепла и доля прямой солнечной радиации. В зимние месяцы месячные суммы радиационного баланса значительно варьируют в зависимости от наличия или отсутствия снежного покрова [11].

Температура воздуха. Основной закономерностью изменения температуры воздуха в рассматриваемом регионе является уменьшение ее значений с высотой местности, а также наличие температурной инверсии в зимнее время до высоты 1400...1700 м. Это явление связано со стремлением холодного воздуха занять самые низкие участки земной поверхности.

Континентальный климат г. Алматы обуславливает значительную амплитуду колебаний температуры воздуха. Амплитуда среднемесячных значений температуры по МС Алматы ГМО составляет $40 \text{ }^\circ\text{C}$, абсолютных значений $82 \text{ }^\circ\text{C}$. Большую климатообразующую роль в формировании термического режима г. Алматы играет рельеф. Учитывая влияние горно-долинной циркуляции и трансформацию солнечного тепла, можно отметить уменьшение континентальности климата южных (предгорных) районов города по сравнению с северными. Среднегодовая среднемноголетняя температура воздуха по мере поднятия вверх по северному склону Илейского Алатау постепенно понижается, переходя в отрицательную в высокогорных районах. Так, на метеостанции Мынжилки она равна минус $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ [12]. Климат города Алматы мягче за счёт относительно высоких температур в зимний период. Средняя многолетняя температура воздуха равна $+9 \text{ }^\circ\text{C}$ (по МС ОГМС г. Алматы) [1].

Среднегодовая среднемноголетняя температура воздуха в г. Алматы $9 \text{ }^\circ\text{C}$. Средний месячный ($29,8 \text{ }^\circ\text{C}$) и абсолютный ($43,0 \text{ }^\circ\text{C}$) максимумы температуры воздуха наблюдаются в июле. В предгорьях эти показатели ниже. В годовом ходе минимум температуры воздуха наблюдается в январе (минус $6,5 \text{ }^\circ\text{C}$), тогда как абсолютный минимум (минус $38 \text{ }^\circ\text{C}$) приходится на февраль. В предгорьях минимальные температуры выше, чем в городе. В настоящее время климат города приобрел черты субтропического: лето душное с ливневыми дождями, грозами и штормовыми

ветрами. Зима теплая с обильным мокрым снегопадом.

Атмосферные осадки. Илейский Алатау имеет благоприятное расположение по отношению к вторжениям северных и северо-западных влагоносных воздушных масс.

Наиболее четко выраженной закономерностью является увеличение осадков с ростом высоты местности, которое объясняется обострением атмосферных фронтов вблизи гор, образованием конвективной облачности в теплый период года, а также орографическим восхождением влагоносных воздушных масс [15, 31, 33]. Они изменяются в бассейне р. Киши Алматы от 616 мм на высоте 847 м (Алматы, ГМО) до 1200 мм на высоте 3500...3600 м абс. [15, 31, 33], а далее с увеличением абсолютной высоты – убывают.

Годовые суммы осадков в г. Алматы и предгорьях соответствуют зоне достаточного увлажнения, но своеобразие годового их распределения и высокий температурный фон теплого периода создают здесь условия засушливости [11].

Снежный покров. Высота и плотность снежного покрова, запас воды в снеге, а также продолжительность его залегания являются основными фактором эрозии от талого стока, так как в период снеготаяния и обилия воды смытые твердые частицы и загрязняющие вещества, накопившиеся за зимний период в снежном покрове, доходят до русла в большом количестве, повышая величину мутности и показатели фонового загрязнения реки. Решающее влияние на режим снежного покрова оказывают высота местности, экспозиция склонов и вид деятельной поверхности.

Увеличение высоты места над уровнем моря внутри города с севера на юг оказывает влияние на распределение во времени и характер залегания снежного покрова в Алматы.

Высота снежного покрова на равнине и в предгорье изменяется в пределах от 10 до 30 см, при максимальных значениях 40...60 см. На высоте 3017 м она достигает значений, порядка 90 см, а в гляциальной зоне – еще больше.

Для Алматы не являются редкостью поздние майские снегопады и резкие, но кратковременные похолодания.

Снегозапасы также увеличиваются с высотой местности и с переходом от южной экспози-

ции к северной. Максимальные снегозапасы на высоте 456 м (Иле, ж.д. ст.) составляют 78 мм, на высотах около 1000 м – от 50 до 100 мм, на высотах около 3000 м – от 260 до 270 мм, а на высотах свыше 3600 м – от 500 до 700 мм [32]. Наибольшие снегозапасы приходятся на центральную часть хребта (басс. рр. Киши Алматы и Талгар).

Среднегодовое количество осадков и изменчивость годового стока воды рек г. Алматы. Жидкий сток рек Илейского Алатау впервые стал изучаться в начале XX века. Первые гидрологические посты были открыты на р. Есик (5 км ниже оз. Есик) – в 1915 г. и на р. Киши Алматы (г. Алматы) – в 1916 г. Систематическое изучение стока воды рек и других гидрологических характеристик было начато позднее, в 30...40 гг. XX века.

Изучением стока воды рек и временных водотоков занимались различные учреждения и ведомства, но наиболее регулярными и качественными наблюдениями характеризуются гидропосты РГП "Казгидромет".

Для создания исходной базы данных использовались кадастровые материалы [7...9, 17, 24...27]. Для данного исследования были собраны данные о жидком стоке по 20 гидрологическим постам на реках Илейского Алатау, относящихся к территории г. Алматы.

Расчет среднегодовых характеристик годового стока воды рек и его изменчивости. Характеристики годового стока воды рек данного района впервые были обобщены Б.Д. Зайковым [10]. В последующем норма годового стока рек района для различных целей в зоне формирования стока определялась В.Л. Шульцем [38], З.Т. Беркалиевым [3], П.Ф. Лаврентьевым, В.В. Голубцовым, Е.Г. Юриной [13], И.С. Соседовым [31], Л.П. Мазур [14, 16], Л.Ю. Чигринцев [36], А.Г. Чигринцев [21, 35] и др.

Норма годового стока, выраженная расходом воды, определена нами для 20 пунктов, имеющих ряды наблюдений. Анализ разностных интегральных кривых годового стока, построенных по опорным постам, свидетельствует о том, что вследствие имеющейся асинхронности колебаний среднегодовых расходов по различным постам, общим расчетным репрезентативным периодом может быть период с 1940 по 2017 гг., так как внутри этого периода по разным рекам во многих случаях наблюдается асинхронность

колебаний стока. Поэтому более короткие репрезентативные периоды могут для разных рек не совпадать, как по длительности, так и по хронологии.

При расчете нормы и изменчивости годового стока были проанализированы все имеющиеся ряды наблюдений за стоком воды, произведено восстановление многих пропусков наблюдений, ряды проверены на однородность и внутреннюю корреляцию смежных членов ряда. В ряде случаев ряды наблюдений дополнены до репрезентативных периодов, продолжительность которых определялась по разностным интегральным кривым рек-аналогов. Однородность рядов годового стока преимущественно оценивалась построением интегральных кривых годового стока.

Кроме того, анализ однородности рядов годового стока воды рек был произведен с помощью параметрических критериев Фишера, Стьюдента и непараметрических критериев Вилкоксона. Выявлено, что ряды в большинстве случаев являются однородными.

Имеющиеся пропуски в рядах наблюдений годового стока восстановлены.

Для восстановления пропусков в рядах наблюдений и при продлении рядов в различных случаях использованы следующие методы:

- построение графиков связи смежных среднемесячных расходов воды по одному и тому же гидрологическому посту;
- построение графиков связи среднегодовых и средних за вегетационный период расходов воды по одному и тому же гидрологическому посту;
- построение связей среднегодовых и средних за вегетационный период расходов воды рассматриваемого пункта и пункта-аналога.

Для каждого исследуемого гидрологического поста было апробировано несколько способов восстановления пропусков наблюдений и принят наиболее эффективный.

В результате восстановления данных наблюдений продолжительность рядов по многим гидрологическим постам увеличилась.

При выборе аналогов для расчета нормы стока и оценке погрешностей её определения учитывались общепринятые рекомендации, изложенные в [4, 6, 18...20, 22, 28...29], а также рекомендации Л.П. Мазур, Р.И. Гальперина по рассматриваемому району [4, 23].

К сожалению, в отдельных редких случаях, принимался более низкий коэффициент корреляции (до 0,6), так как для горных рек исследуемого района характерны свои особенности формирования жидкого стока, значительно отличающиеся даже от рядом расположенных речных бассейнов. Вследствие этого возникали большие трудности при подборе реки-аналога. В качестве аналогов принимались гидрологические посты с длительными и надежными рядами наблюдений. По данным [4, 23], поправки на смещённость при определении основных статистических параметров (C_v , C_s , нормы стока) можно не вводить, так как коэффициенты автокорреляции смежных членов рядов годового стока в среднем для района Илейского Алатау около 0,2.

Определение нормы стока рек производилось параллельно методами: моментов, графоаналитическим, а в некоторых случаях для расчетов приняты эмпирические кривые годового стока.

Наибольшие ошибки в вычислении среднегодовых значений годового стока относятся к пунктам наблюдений, фиксирующим сток рек, искаженный неучтенными водозаборами и сбросами, что более характерно для предгорно-равнинной зоны. Следует отметить, что такие гидрологические посты, также как и посты на протоках рек, сток которых регулируется гидротехническими сооружениями, часто дают сведения лишь о проходящих среднегодовых расходах, а не о норме стока, которая формируется природными закономерностями. В связи с этим был восстановлен естественный сток по основным рекам района исследования.

Построение кривых обеспеченности производилось с помощью программы Easy Line, разработанной к.г.н., доцентом Л.Ю. Чигринцев для биномиальной кривой распределения Пирсона III типа [37].

Вторым параметром, необходимым для оценки характеристик стока различной обеспеченности, является коэффициент вариации годового стока. Погрешность расчёта коэффициента вариации годового стока в соответствии с требованиями нормативных документов [19], не должна превышать 15 %. Коэффициенты вариации годового стока воды рек исследуемой территории рассчитаны по 20 гидрометрическим створам. Получены значения коэффици-

ента вариации (C_v) за весь расчетный период (1940...2017 гг.).

Для исследуемых гидрологических постов средняя ошибка вычисления нормы стока составила $\pm 3,15 \%$, крайние значения: $\pm 5,79 \%$ (р. Левый Шыбынсай – устье) и $\pm 1,67 \%$ (р. Шыбынсай (Прав. Чабын-Сай, Чабынсай, Шыбынсай) – в 2 км выше устья).

Средняя ошибка коэффициента вариации составила $\pm 2,46 \%$, а крайние значения: $\pm 5,03 \%$ (р. Левый Шыбынсай-устье) и $\pm 1,00 \%$ (р. Улькен Алматы – в 2 км выше устья р. Проходная). Результаты расчета ошибки вычисления нормы стока и коэффициента вариации по рассматриваемым гидрологическим створам приведены в таблице 1.

Таблица 1

Средние квадратические ошибки вычисления нормы стока и коэффициента вариации по рассматриваемым гидрологическим створам за расчетный период 1940...2017

№ поста	Река-пункт	Q_0 , м ³ /с	σ_0 , %	C_v	σ_{C_v} , %
1	Аксай – кордон Аксайский верхний (Аксайское ущелье)	2,29	1,69	0,14	1,22
2	ручей Тастыбулак – с. Аксай	0,048	3,39	0,30	2,60
3	ручей Ойжайлау – с. Каменка	0,037	3,59	0,32	2,78
4	ручей Каргалы (Кукузек, Кокозек, Каргалы-Булак, Каргалинка) – клх им. Чапаева	0,66	2,92	0,26	2,20
5	Улькен Алматы – в 2 км выше оз. Улькен Алматы	1,77	2,68	0,24	2,00
6	Улькен Алматы – в 2 км выше устья р. Проходная	3,03	1,39	0,12	1,00
7	Проходная – устье (Лесной кордон)	1,55	1,93	0,17	1,40
8	Терисбутак – устье (г. Алма-Ата)	0,43	4,09	0,35	3,24
9	Киши Алматы – ниже устья р. Сарысай	1,35	1,85	0,17	1,34
10	Киши Алматы – г. Алматы	2,28	1,80	0,17	1,30
11	Сарысай – устье	0,17	2,73	0,24	2,04
12	Руч. Куйгенсай – турбаза «Горельник» (устье)	0,21	3,03	0,26	2,29
13	Кимасар – устье	0,12	3,37	0,30	2,58
14	)*Левый Ортасай – устье	5,83	3,31	0,29	2,53
15	)*Правый Ортасай – устье	3,99	3,91	0,34	3,08
16	Бутак – с. Бутак	0,23	3,92	0,34	3,08
17	Бутак – устье	0,26	4,69	0,41	3,83
18	)*Шыбынсай (Прав. Чабын-Сай, Чабынсай, Шыбынсай) – в 2 км выше устья	2,3	1,67	0,15	1,21
19	)*Шыбынсай – устье р.Левый Шыбынсай	4,8	5,17	0,46	4,35
20	)*Левый Шыбынсай – устье	1,63	5,79	0,50	5,03
	Среднее значение		$\pm 3,15$		$\pm 2,46$

Примечание:)* – расходы приведены в л/с

Таким образом, были получены ряды стока воды рек за репрезентативный период с 1940 по 2017 годы.

Рассчитанные величины среднего многолетнего годового стока различной обеспеченности по опорным пунктам исследуемого района приведены в таблице 2.

Изменение нормы годового стока исследуемых рек по сравнению с данными, приведенными в «Ресурсах поверхностных вод» [24], показало незначительное увеличение стока на 4,6 % по р. Бутак – мкр. Бутак, Каменское Плато, на 2,9 % по р. Улькен Алматы – в 2 км выше оз. Улькен Алматы и значительное снижение стока на 42 % по руч. Шыбынсай (Прав. Чабын-Сай, Чабынсай, Шибынсай) – в 2 км выше устья, на 30 % руч. Куйгенсай – турбаза «Горельник» (устье) в среднем по рассматриваемым рекам составив $\pm 9,0$ %.

Внутригодовое распределение стока.

Одной из важнейших задач, решение которой необходимо для рационального и комплексного использования водных ресурсов различными отраслями экономики, является исследование закономерностей внутригодового распределения стока рек.

Основные параметры водохозяйственных сооружений, и, следовательно, экономическую эффективность водохозяйственных мероприятий и объектов определяет, прежде всего, внутригодовой режим стока рек. Это связано с тем, что внутригодовое распределение стока от года к году постоянно изменяется в связи с различиями в величинах расхода воды в одинаковые фазы водного режима (низкая межень, пики половодья, паводки и т.п.) и из-за сдвига дат наступления однозначных фаз режима в различные по водности годы.

На внутригодовое распределение стока воды рек прежде всего оказывает влияние и ряд таких факторов, как климатические условия, рельеф местности, тип питания рек, гидрогеология и т.д. В горных районах, которые имеются в пределах исследуемой территории, особенно большое влияние оказывает рельеф. Он определяет условия доступности речных бассейнов влажным воздушным массам для их увлажнения, величину и распределение

атмосферных осадков. При этом вертикальная поясность горного рельефа – один из основных факторов внутригодового распределения речного стока.

Для расчета внутригодового распределения к настоящему времени имеется достаточно много методов.

Наиболее известны следующие группы методов.

- 1) Среднеарифметического (фиктивного) гидрографа.
- 2) Гидрографа реального характерного года.
- 3) Равнообеспеченного гидрографа.
- 4) Применение специальных показателей расчета внутригодового распределения стока.
- 5) Использование кривых продолжительности суточных расходов для описания внутригодового распределения стока.
- 6) Метод компоновки.

В последние годы в практике гидрологических расчетов получил наибольшее распространение метод компоновки. Впервые метод компоновки был разработан Г.И. Швецом, а В.Г. Андреянов [2] усовершенствовал метод и разработал метод расчета внутригодового распределения стока, который пригоден для любых задач проектирования и любых физико-географических условий, при любых типах внутригодового режима.

В этом методе принимается одинаковая обеспеченность стока за год, за лимитирующий период года и внутри последнего – за лимитирующий сезон. Обеспеченность принимается заданной.

Расчет внутригодового распределения производится для нескольких градаций водности. Раздельно рассматривается посезонное и внутрисезонное распределение стока. Лимитирующий период и сезон выбираются в зависимости от преобладающего вида хозяйственного использования. Поэтому эта методика была принята нами для расчета внутригодового распределения стока рек территории г. Алматы.

Результаты расчета внутригодового распределения стока по месяцам методом компоновки (Андреянова В.Г.) представлены в таблице 3.

Таблица 2

Средний многолетний годовой сток воды и сток различной обеспеченности рек территории
г. Алматы

Река - пункт	Водосбор		Период наблюдений	Число лет наблюдений	Средн. расход за период наблюдений, м ³ /с	Средн. расход за много-летний период, м ³ /с (1940...2017 гг.)	Принятые значения		Расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с							
	площадь, км ²	средняя					Cv	Cs	10%	25%	50%	75%	90%	95%	97%	
Аксай – кордон Аксайский верхний (Аксайское ущелье)	136	2890	1928...31, 1960...61, 1963...88	32	2,28	2,29	0,14	0,059	2,71	2,50	2,27	2,07	1,89	1,80	1,73	
ручей Тастыбулак - с. Аксай	10,9	1840	1941, 1943...61, 1963...85	42	0,049	0,048	0,30	3,01	0,067	0,057	0,047	0,038	0,031	0,027	0,025	
ручей Ойжайлау (Ой-Джайлау, Ой-Жайлау) – с. Каменка	9,97	1620	1941...85	45	0,037	0,037	0,32	1,99	0,053	0,044	0,036	0,028	0,023	0,020	0,018	
ручей Каргалы – с. Чапаева	44,9	2770	1938...41, 1944...61, 1963...83	43	0,61	0,66	0,25	0,50	0,88	0,77	0,65	0,54	0,46	0,42	0,39	
Улькен Алматы - в 2 км выше оз. Улькен Алматы	71,8	3590	1929, 1952...93, 1995, 1997, 2000...2017	67	1,77	1,77	0,26	0,90	2,39	2,03	1,71	1,44	1,25	1,16	1,10	
Улькен Алматы – в 2 км выше устья р. Проходная	155	3120	1953...76, 1978...80, 1982...85, 1989...92, 1995, 1997, 2008...09, 2017	58	2,24	3,03*	0,12*	0,08*	3,52*	3,27*	3,02*	2,78*	2,58*	2,47*	2,40*	
Проходная устье	82,0	3160	1952...76, 1978...87, 1989...2002, 2004...2017	65	1,58	1,55	0,17	0,097	1,87	1,70	1,52	1,35	1,20	1,11	1,05	
Терисбутак устье	31,0	2250	1948...2002, 2004...2005, 2007...2017	69	0,45	0,43	0,35	0,89	0,63	0,51	0,41	0,32	0,25	0,22	0,21	
Киши Алматы – ниже устья р. Сарысай	45,2		1973...2017	43	1,38	1,35	0,16	0,48	1,64	1,49	1,33	1,19	1,08	1,02	0,98	
Киши Алматы – г. Алматы	118	2560	1916...17, 1928...30, 1934...2017	91	2,03	2,28*	0,16*	0,22*	2,75*	2,52*	2,27*	2,03*	1,82*	1,70*	1,63*	
Сарысай – устье	10,0	2760	1942...44, 1946, 1948...66, 1969...98	53	0,16	0,17	0,24	0,43	0,22	0,20	0,17	0,14	0,12	0,11	0,10	
Куйгенсай – турбаза «Горельник» (устье)	11,9	2930	1940...44, 1950...88	44	0,21	0,21	0,26	0,52	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,12	0,11	
Кимасар – устье (д. о. им. Х-летия КазССР, Медео)	7,60	2340	1937...39, 1941...72	39	0,13	0,12	0,30	0,48	0,18	0,15	0,13	0,10	0,083	0,073	0,067	
*)Левый Оргасай – устье	1,44	-	1962...71	10	6,30	5,83	0,29	1,06	8,18	6,96	5,73	4,67	3,84	3,41	3,13	

Река - пункт	Водосбор		Период наблюдений	Число лет наблюдений	Средн. расход за период наблюдений, м ³ /с	Средн. расход за много-летний период, м ³ /с (1940...2017 гг.)	Принятые значения		Расходы воды различной обеспеченности, м ³ /с							
	площадь, км ²	средняя					Cv	Cs	10%	25%	50%	75%	90%	95%	97%	
*)Правый Орта-сай – устье	0,90	-	1962...71	10	4,38	3,99	0,34	1,07	5,90	4,90	3,90	3,06	2,42	2,10	1,90	
Бутак (Бутакова щель) – мкр. Бутак	17,2	2120	1940...44, 1946...2015	75	0,23	0,26	0,36	0,65	0,34	0,28	0,22	0,17	0,13	0,11	0,10	
Бутак – устье	24,8	1960	1950...69	20	0,26	0,26	0,41	0,57	0,40	0,32	0,25	0,18	0,14	0,11	0,10	
*)Прав. Шыбынсай – в 2 км выше устья	0,91	1660	1948...69	22	3,51	2,30	0,68	1,74	5,07	3,49	2,17	1,36	0,93	0,77	0,70	
*)Правый Шыбынсай – устье р. Левый Шыбынсай	1,37		1964...92	28	4,50	4,80	0,46	0,40	7,74	6,06	4,45	3,18	2,27	1,84	1,58	
*)Левый Шыбынсай – устье	1,63		1964...71	8	2,09	1,63	0,50	0,77	2,71	2,08	1,49	1,03	0,70	0,55	0,47	

Примечание: * – приведен восстановленный естественный сток;)* – расходы приведены в л/с

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате анализа рядов наблюдений за расходами воды рек территории г. Алматы в многолетние периоды выявлены изменения годового стока рек, как под влиянием климатических изменений (р. Киши Алматы – ниже устья р. Сарысай, р. Улькен Алматы – 2 км выше оз. Улькен Алматы), так и в связи с усилением антропогенного влияния (р. Киши Алматы – г. Алматы, р. Улькен Алматы – в 2 км выше устья р. Проходная).

Климатические изменения подтверждаются положительными трендами среднегодовой температуры воздуха и атмосферных осадков, а анализ трендов годового стока показывает, что по основным рекам наблюдаются положительные тенденции изменения речного стока.

В ходе исследования был проведен совместный анализ динамики атмосферных осадков, температуры воздуха по метеостанциям и расходов воды по гидрологическим постам исследуемого района.

На рисунках 1 и 2 показан совмещенный

график многолетнего хода пятилетних скользящих сумм осадков, температуры воздуха и расходов воды для метеостанции Алматы ОГМС и БАО, а также для гидропостов Киши Алматы – Алматы и Улькен Алматы – 1,1 км выше оз. БАО.

По данным, приведенным на рисунке 2, можно судить о том, что с увеличением выпадения атмосферных осадков и температуры воздуха, расходы воды увеличиваются.

Сток исследуемых рек внутри года связан не только с изменением количества осадков и температуры воздуха, но и с антропогенными факторами.

Как видно из данных, приведенных на рисунке 1 на совмещенном графике для метеостанции Алматы ОГМС и поста Киши Алматы – г. Алматы отмечен заметный спад расходов воды и отрицательный тренд для бытового стока реки, обусловленный антропогенным влиянием урбанизированной территории. При этом естественно-восстановленный по аналогу сток показывает рост расходов воды, обусловленный ростом осадков и температуры воздуха.

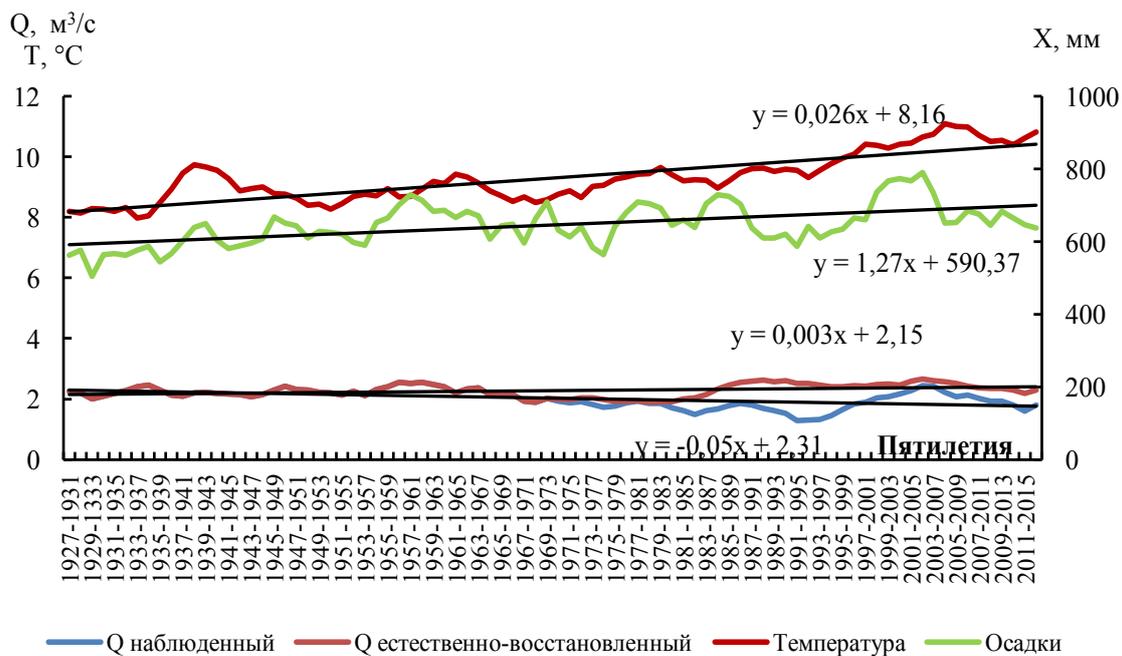


Рис. 1. Совмещенный график многолетнего хода пятилетних скользящих сумм атмосферных осадков, температуры воздуха по данным метеостанции Алматы ОГМС и расходов воды в створе гидропоста р. Киши Алматы – г. Алматы.

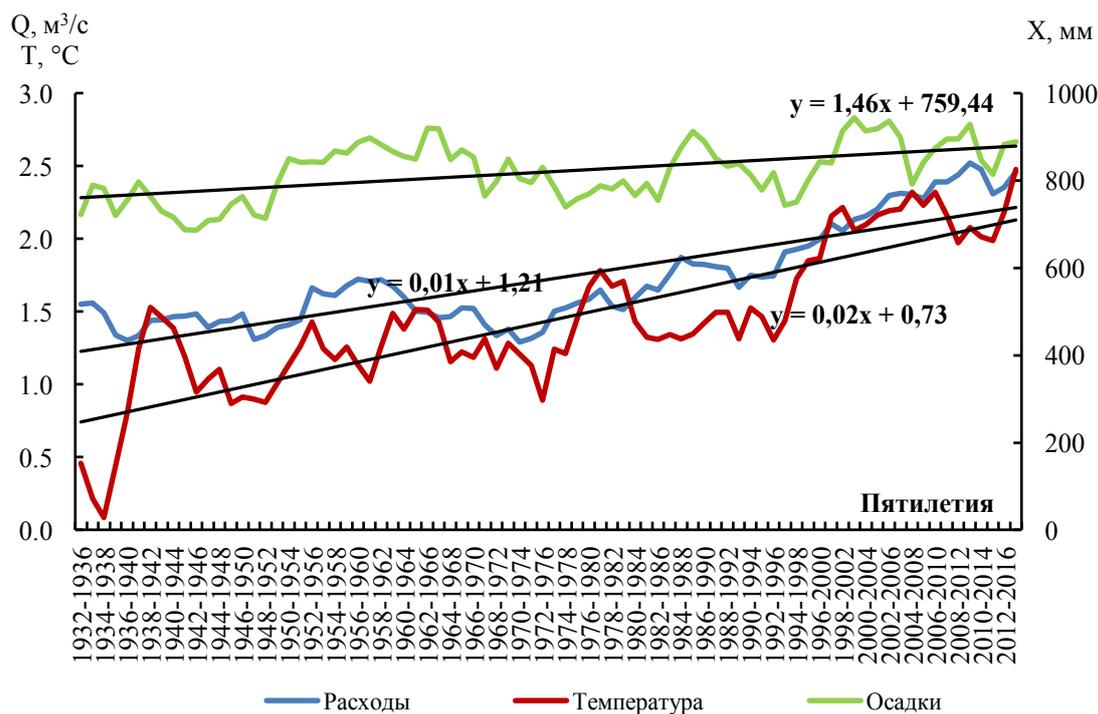


Рис. 2. Совмещенный график многолетнего хода пятилетних скользящих сумм атмосферных осадков, температуры воздуха по данным метеостанции БАО и расходов воды в створе гидропоста р. Улькен Алматы – выше 1,1 км оз. БАО.

Как видно из данных, приведенных на рисунке 1 на совмещенном графике для метеостанции Алматы ОГМС и поста Киши Алматы – г. Алматы отмечен заметный спад расходов воды и отрицательный тренд для бытового сто-

ка реки, обусловленный антропогенным влиянием урбанизированной территории. При этом естественно-восстановленный по аналогу сток показывает рост расходов воды, обусловленный ростом осадков и температуры воздуха.

Таблица 3

Расчетное распределение стока рек территории г. Алматы методом компоновки

Река-пункт	Период	Водность года	Месяцы											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Район XIIIБ														
Месячный сток в % от годового														
р. Аксай - кордон Аксайский	1928...1987	Многоводный	2,54	2,22	1,99	4,66	8,99	20,78	24,92	19,06	5,08	3,26	3,49	3,02
		Средний	3,94	3,52	3,70	4,65	9,06	15,03	22,86	19,05	4,87	3,03	5,65	4,65
		Маловодный	4,03	3,62	3,78	4,93	8,49	14,89	22,30	20,12	4,80	3,16	5,30	4,59
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с												
		Многоводный, 25 %	1,14	0,99	0,89	2,09	4,02	9,30	11,15	8,53	2,27	1,46	1,56	1,35
		Средний, 50 %	0,95	0,85	0,90	1,13	2,19	3,64	5,54	4,61	1,18	0,73	1,37	1,13
		Маловодный, 75 %	0,85	0,77	0,80	1,04	1,80	3,15	4,72	4,26	1,02	0,67	1,12	0,97
		Месячный сток в % от годового												
		р. Тастыбулак – с. Аксай	1941...1985	Многоводный	0,32	0,32	0,56	0,89	1,12	0,80	0,65	0,55	0,45	0,43	0,38	0,36
Средний	0,75			0,70	0,70	1,07	0,90	0,72	0,57	0,49	1,96	1,80	0,85	0,76
Маловодный	0,36			0,34	0,63	0,88	0,80	0,70	0,58	0,52	0,52	0,48	0,49	0,40
Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с														
Многоводный, 25 %	0,03			0,03	0,05	0,08	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
Средний, 50 %	0,06			0,05	0,05	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,14	0,13	0,06	0,06
Маловодный, 75 %	0,02			0,02	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Месячный сток в % от годового														
р. Ойжайлау – с. Каменка	1941...1985			Многоводный	0,30	0,28	0,42	0,76	1,00	0,65	0,50	0,40	0,38	0,35	0,34	0,34
		Средний	0,49	0,45	0,47	0,49	0,65	0,57	0,45	0,39	1,37	1,17	0,62	0,52
		Маловодный	0,37	0,35	0,35	0,49	0,39	0,35	0,30	0,29	0,36	0,36	0,43	0,41
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с												
		Многоводный, 25 %	0,03	0,03	0,04	0,07	0,09	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
		Средний, 50 %	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,10	0,09	0,05	0,04
		Маловодный, 75 %	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
		Месячный сток в % от годового												
		руч. Каргалы – с. Чапаева	1953...1983	Многоводный	4,70	4,17	4,06	5,76	7,77	15,21	19,00	11,35	8,35	6,80	6,72	6,10
Средний	4,29			4,64	5,70	6,23	8,82	17,83	12,01	14,20	8,56	6,58	6,18	4,94
Маловодный	4,78			4,12	5,10	6,93	9,15	11,32	17,53	14,17	8,22	6,95	6,33	5,40
Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с														
Многоводный, 25 %	0,42			0,37	0,36	0,52	0,70	1,37	1,71	1,02	0,75	0,61	0,60	0,55
Средний, 50 %	0,31			0,33	0,41	0,45	0,64	1,29	0,87	1,03	0,62	0,48	0,45	0,36
Маловодный, 75 %	0,28			0,24	0,30	0,40	0,53	0,66	1,02	0,82	0,48	0,40	0,37	0,31

Река-пункт	Период	Водность года	Месяцы												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Улькен Алматы – в 2 км выше оз. Улькен Алматы	1952...2016	Месячный сток в % от годового													
		Многоводный	3,21	2,61	2,17	2,47	5,01	13,23	19,64	22,85	12,84	6,80	5,08	4,09	
		Средний	3,37	2,91	2,53	2,58	5,52	13,46	22,19	19,48	12,00	7,00	5,01	3,95	
		Маловодный	3,50	2,94	2,55	2,79	6,13	11,59	19,84	22,92	11,70	6,53	5,30	4,21	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,81	0,66	0,55	0,62	1,27	3,34	4,96	5,77	3,24	1,72	1,28	1,03	
	Средний, 50 %	0,72	0,62	0,54	0,55	1,18	2,88	4,76	4,17	2,57	1,50	1,07	0,85		
	Маловодный, 75 %	0,62	0,52	0,46	0,50	1,09	2,07	3,54	4,09	2,09	1,17	0,95	0,75		
	Улькен Алматы – в 2 км выше устья р. Проходная	1952...2016	Месячный сток в % от годового												
			Многоводный	5,89	5,12	4,56	4,44	6,98	11,92	15,57	14,44	10,29	7,48	6,90	6,41
			Средний	5,51	5,26	5,04	5,31	8,12	11,22	13,72	15,70	10,39	7,30	6,47	5,96
			Маловодный	5,17	4,94	4,39	6,15	8,20	11,20	13,79	15,87	9,80	7,76	6,62	6,11
Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с															
Многоводный, 25 %			2,17	1,89	1,68	1,64	2,58	4,40	5,75	5,33	3,80	2,76	2,55	2,37	
Средний, 50 %	1,49	1,43	1,37	1,44	2,20	3,04	3,71	4,25	2,81	1,98	1,75	1,61			
Маловодный, 75 %	0,95	0,90	0,80	1,13	1,50	2,05	2,53	2,91	1,79	1,42	1,21	1,12			
Проходная – устье	1952...2016	Месячный сток в % от годового													
		Многоводный	5,89	5,12	4,56	4,44	6,98	11,92	15,57	14,44	10,29	7,48	6,90	6,41	
		Средний	5,51	5,26	5,04	5,31	8,12	11,22	13,72	15,70	10,39	7,30	6,47	5,96	
		Маловодный	5,17	4,94	4,39	6,15	8,20	11,20	13,79	15,87	9,80	7,76	6,62	6,11	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,87	0,80	0,76	0,78	1,77	3,52	4,11	3,09	2,09	1,51	1,16	0,98	
Средний, 50 %	0,78	0,71	0,67	1,58	0,79	2,68	3,53	3,08	1,87	1,30	1,06	0,88			
Маловодный, 75 %	0,69	0,62	0,58	0,76	1,46	2,33	2,95	2,62	1,61	1,15	0,94	0,80			
Терисбутак – устье	1948...2016	Месячный сток в % от годового													
		Многоводный	4,40	4,11	3,88	6,57	12,48	20,48	15,68	9,10	6,98	5,99	5,60	4,73	
		Средний	4,44	4,14	3,90	8,06	15,99	20,81	11,33	7,14	6,98	6,05	6,16	5,01	
		Маловодный	4,61	4,23	4,90	9,00	18,90	15,15	11,18	7,67	6,91	6,19	5,96	5,29	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,28	0,27	0,25	0,43	0,81	1,33	1,02	0,59	0,45	0,39	0,36	0,31	
Средний, 50 %	0,23	0,21	0,20	0,42	0,83	1,08	0,59	0,37	0,36	0,31	0,32	0,26			
Маловодный, 75 %	0,18	0,17	0,20	0,36	0,76	0,61	0,45	0,31	0,28	0,25	0,24	0,21			

Река-пункт	Период	Водность года	Месяцы												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Киши Алматы – ниже устья р. Сарысай	1974...2016	Многоводный	3,97	3,63	3,38	3,31	5,40	13,34	19,54	17,44	11,90	7,65	5,75	4,68	
		Средний	4,16	3,73	3,54	4,10	6,45	11,75	19,28	17,94	11,38	7,11	5,68	4,89	
		Маловодный	4,13	3,79	3,61	3,98	5,83	10,71	16,88	20,15	12,77	7,92	5,44	4,79	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,74	0,68	0,63	0,62	1,01	2,49	3,65	3,26	2,22	1,43	1,07	0,87	
		Средний, 50 %	0,68	0,60	0,57	0,66	1,05	1,90	3,13	2,91	1,84	1,15	0,92	0,79	
	Маловодный, 75 %	0,60	0,55	0,52	0,58	0,84	1,55	2,44	2,92	1,85	1,15	0,79	0,69		
	Киши Алматы – г. Алматы	1934...2016	Многоводный	4,32	3,61	4,03	6,05	10,79	17,05	14,76	13,35	9,38	6,53	5,36	4,77
			Средний	4,22	3,47	3,92	6,29	11,16	13,63	16,49	14,91	9,49	6,55	5,30	4,58
			Маловодный	3,89	3,40	3,57	6,31	10,20	13,64	17,22	15,70	9,66	6,53	5,34	4,55
Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с															
Многоводный, 25 %			1,23	1,03	1,14	1,72	3,06	4,84	4,19	3,79	2,66	1,85	1,52	1,35	
Средний, 50 %			1,01	0,83	0,94	1,50	2,67	3,26	3,94	3,56	2,27	1,56	1,27	1,09	
Маловодный, 75 %	0,77	0,67	0,70	1,24	2,01	2,69	3,40	3,10	1,91	1,29	1,05	0,90			
р. Сарысай – устье	1942...1997	Многоводный	4,92	4,18	4,28	4,91	8,60	16,3	13,7	11,6	9,25	7,35	9,16	5,74	
		Средний	5,34	4,76	4,95	6,04	9,62	14,1	13,0	11,9	9,35	7,90	6,94	6,04	
		Маловодный	5,29	4,79	5,18	7,14	10,2	13,0	12,3	11,6	9,96	8,10	6,67	5,87	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,11	0,10	0,10	0,11	0,20	0,37	0,32	0,27	0,21	0,17	0,21	0,13	
		Средний, 50 %	0,10	0,09	0,09	0,12	0,18	0,27	0,25	0,23	0,18	0,15	0,13	0,12	
Маловодный, 75 %	0,08	0,07	0,08	0,11	0,16	0,20	0,19	0,18	0,16	0,13	0,10	0,09			
р. Куйгенсай – турбаза "Горельник", устье	1941...1988	Многоводный	4,53	3,71	4,04	4,08	16,7	21,0	12,1	8,60	8,01	6,20	5,92	5,06	
		Средний	4,56	4,12	4,32	5,17	15,3	20,0	12,8	9,21	7,67	6,32	5,57	4,97	
		Маловодный	4,75	4,20	4,44	5,68	15,0	21,3	10,6	9,20	7,25	6,59	5,91	5,10	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,14	0,11	0,13	0,13	0,52	0,65	0,38	0,27	0,25	0,19	0,18	0,16	
		Средний, 50 %	0,11	0,1	0,11	0,13	0,38	0,5	0,32	0,23	0,19	0,16	0,14	0,12	
Маловодный, 75 %	0,09	0,08	0,09	0,11	0,29	0,41	0,21	0,18	0,14	0,13	0,12	0,1			

Научные статьи

Река-пункт	Период	Водность года	Месяцы												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
р. Кимсар – устье	1937...1972	Месячный сток в % от годового													
		Многоводный	3,8	3,6	3,9	10,0	16,1	16,0	10,1	6,5	4,9	5,0	4,4	3,7	
		Средний	9,7	9,5	11,0	6,8	11,9	9,0	5,8	6,8	2,9	3,0	2,6	6,0	
		Маловодный	3,6	3,4	6,1	11,5	16,1	15,5	10,6	6,5	5,4	7,2	6,2	5,8	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,12	0,11	0,12	0,29	0,45	0,45	0,29	0,19	0,15	0,15	0,14	0,12	
		Средний, 50 %	0,42	0,41	0,47	0,30	0,51	0,40	0,27	0,19	0,15	0,15	0,16	0,52	
		Маловодный, 75 %	0,14	0,13	0,15	0,33	0,45	0,44	0,25	0,19	0,16	0,16	0,13	0,12	
		Месячный сток в % от годового													
р. Левый Оргасай - устье	1962...1971	Многоводный	4,2	3,8	6,0	12,0	13,0	12,2	9,6	7,2	5,3	6,0	5,1	3,8	
		Средний	10,1	9,0	12,2	8,8	9,7	7,5	5,6	4,3	3,5	3,9	3,2	10,2	
		Маловодный	4,3	3,8	5,3	13,7	12,8	12,0	8,1	6,7	5,9	5,9	5,2	4,3	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,003	0,002	0,003	0,006	0,007	0,007	0,005	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	
		Средний, 50 %	0,008	0,007	0,009	0,007	0,008	0,008	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,008	
		Маловодный, 75 %	0,002	0,003	0,004	0,008	0,007	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004	0,003	0,003	
		Месячный сток в % от годового													
		р. Правый Оргасай – устье	1962...1971	Многоводный	3,1	3,0	4,9	18,1	6,9	35,7	6,1	5,1	3,0	5,1	4,6	3,6
Средний	7,7			7,4	16,3	14,2	12,1	8,2	6,1	4,8	4,3	2,9	2,7	10,8	
Маловодный	2,4			2,7	6,2	21,0	17,2	11,4	8,0	7,7	5,0	4,0	3,3	4,8	
Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с															
Многоводный, 25 %	0,002			0,002	0,004	0,018	0,012	0,026	0,005	0,005	0,004	0,005	0,004	0,004	
Средний, 50 %	0,008			0,007	0,019	0,018	0,015	0,009	0,006	0,005	0,004	0,002	0,003	0,01	
Маловодный, 75 %	0,003			0,002	0,006	0,019	0,021	0,010	0,008	0,008	0,005	0,004	0,003	0,002	
Месячный сток в % от годового															
р. Бутак – с. Бутак	1940...2017			Многоводный	4,8	4,6	4,9	11,0	17,1	17,0	11,1	7,5	5,9	6,0	5,4	4,7
		Средний	10,7	10,5	12,0	7,8	12,9	10,0	6,8	4,8	3,9	4,0	3,6	13,0	
		Маловодный	4,6	4,4	5,1	12,5	17,1	16,5	9,6	7,5	6,4	6,2	5,2	4,8	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,13	0,12	0,13	0,30	0,46	0,46	0,30	0,20	0,16	0,16	0,15	0,13	
		Средний, 50 %	0,44	0,43	0,49	0,32	0,53	0,41	0,28	0,20	0,16	0,16	0,15	0,53	
		Маловодный, 75 %	0,13	0,12	0,14	0,34	0,46	0,45	0,26	0,20	0,17	0,17	0,14	0,13	

Река-пункт	Период	Водность года	Месяцы												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
р. Бутак – устье	1950...1969	Месячный сток в % от годового													
		Многоводный	6,1	5,3	6,2	10,0	15,8	19,2	8,8	5,4	5,4	4,8	7,7	5,3	
		Средний	11,1	10,3	12,4	8,0	13,0	10,5	6,3	3,9	3,9	4,3	4,5	11,8	
		Маловодный	5,9	5,4	6,1	12,7	17,6	14,1	7,8	5,9	6,5	6,2	6,2	5,5	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, м ³ /с													
		Многоводный, 25 %	0,19	0,16	0,19	0,31	0,49	0,59	0,27	0,17	0,16	0,15	0,24	0,16	
		Средний, 50 %	0,48	0,45	0,54	0,35	0,57	0,45	0,28	0,17	0,17	0,19	0,20	0,51	
		Маловодный, 75 %	0,18	0,17	0,19	0,39	0,54	0,43	0,24	0,18	0,20	0,19	0,19	0,17	
		р. Правый Шыбынсай – устье р. Левый Шыбынсай	1964...1992	Месячный сток в % от годового											
Многоводный	5,2			4,8	7,0	13,0	14,0	13,2	10,6	8,2	6,3	7,0	6,1	4,8	
Средний	11,1			10,0	13,2	9,8	10,7	8,5	6,6	5,3	4,5	4,9	4,2	11,2	
Маловодный	5,3			4,8	6,3	14,7	13,8	13,0	9,1	7,7	6,9	6,9	6,2	5,3	
Месячные расходы воды для лет различной водности, л/с															
Многоводный, 25 %	5,19			4,76	6,98	8,00	13,9	13,1	10,5	8,15	6,32	6,96	6,10	4,80	
Средний, 50 %	4,10			4,00	3,20	9,77	10,6	8,45	6,46	5,32	4,54	4,91	4,20	4,10	
Маловодный, 75 %	5,32			4,76	6,32	10,0	13,7	13,0	9,10	7,65	6,94	6,90	6,16	5,34	
р. Левый Шыбынсай – устье	1964...1971			Месячный сток в % от годового											
		Многоводный	0,0	0,0	2,9	44,2	34,1	10,8	3,2	1,1	0,5	1,5	0,7	1,1	
		Средний	0,0	0,0	47,7	23,7	17,1	4,4	2,4	1,2	0,6	0,8	0,4	1,7	
		Маловодный	0,0	0,0	2,4	44,8	29,7	12,3	4,4	1,9	0,7	1,5	0,7	2,8	
		Месячные расходы воды для лет различной водности, л/с													
		Многоводный, 25 %	0,00	0,00	2,90	44,1	34,0	10,7	3,19	1,13	0,47	1,52	0,68	1,07	
		Средний, 50 %	0,00	0,00	2,70	23,6	17,1	4,45	2,37	1,23	0,59	0,80	0,36	1,73	
		Маловодный, 75 %	0,00	0,00	2,38	44,7	29,7	12,2	4,38	1,93	0,72	1,52	0,68	1,59	

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований могут быть применены в практике гидрологических, метеорологических, воднобалансовых и водохозяйственных расчетов, при составлении гидрологических прогнозов, проектировании водохозяйственных сооружений, а также для анализа условий формирования стока и выполнения различных теоретических исследований для горных условий Илейского Алатау и территории г. Алматы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленные цели данного исследования

выполнены полностью. Получены как новые, так и уточненные данные о гидрологических характеристиках годового стока рек, территории г. Алматы, приведенные к единому расчетному периоду. Рассчитано внутригодовое распределение речного стока методом компоновки, одного из наиболее распространенных и пригодных для любых задач проектирования и любых физико-географических условий, при любых типах внутригодового режима.

Выявлены основные тренды годового стока, дающие в будущем возможность составить сценарный прогноз изменения стока и водных ресурсов рассматриваемой территории. Выявлены основные факторы, влияющие на величину формирующегося на данной территории речно-

го стока. Даны рекомендации для использования полученных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алма-Ата. Энциклопедия / Гл. ред. Козыбаев М. К. – Алма-Ата: Гл. ред. Казахской советской энциклопедии, 1983. – С. 12.
2. *Андреев В.Г.* Внутригодовое распределение стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 328 с.
- 3) *Беркалиев З.Т.* Гидрологические основы водохозяйственного использования бассейна р. Или. – Алма-Ата: Казахское государственное издательство, 1960. – 148 с.
4. *Гальперин Р.И., Чигринец Л.Ю.* Многолетние колебания твердого стока как показателя экологического состояния рек Юго-Восточного Казахстана // Вестник КазГУ, Серия экологич. – Алматы, 2000. – №1, 2 (6, 7). – С. 10.
5. Гидрологические и воднобалансовые расчеты / под ред. Н.Г. Галущенко. – Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1987. – 248 с.
6. *Горошков И.Ф.* Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 1-144.
7. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек оз. Балхаш и оз. Алаколь (2001-2015 гг.). – Алматы (Астана): РГП «Казгидромет».
8. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. (за 1981-1990 гг.) – Алматы: Гидрометеиздат, 2002. – Кн. 2, вып.4, ч.1. – 247 с.
9. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана (за 1976-1980 гг.). – Л.: Гидрометеиздат, 1998. – Т.V, вып.4. – 576 с.
10. *Зайков Б.Д.* Средний сток и его распределение в году по территории СССР // Тр.НИУ ГУГМС. Сер. IV. – Л.–М.: Гидрометеиздат, 1946. – Вып.24. – С. 5-20.
11. Казахская ССР: краткая энциклопедия / Гл. ред. Р. Н. Нургалиев. – Алма-Ата: Гл. ред. Казахской советской энциклопедии, 1988. – Т. 2. – С. 69-71.
12. Климат Алма-Аты. Под редакцией к. т. н. Х. А. Ахмеджанова, д. г. н. Ц. А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 264 с.
13. *Лаврентьев П.Ф., Голубцов В.В., Юрина Е.Г.* Средний сток и его колебания в басс. озер. Балхаш – Алакольской впадины // Тр. КазНИГМИ. – 1963. – Вып.18. – С. 3-28.
14. *Мазур Л.П.* Анализ и расчёт элементов водного баланса горных водосборов (на примере северного склона Заилийского Алатау): автореф. ...канд. геог. наук. – Ленинград, 1989. – 19 с.
15. *Мазур Л.П.* Исследование и расчет атмосферных осадков на горных водосборах Заилийского Алатау // Вопросы гидрологического и гидравлического режима рек Казахстана. – Алматы: КазГУ, 1993. – С. 12-18.
16. *Мазур Л.П.* Методика расчета стока рек при исследовании водного баланса горных водосборов (на примере северного склона Заилийского Алатау) // Проблемы комплексного использования водных ресурсов Или-Балхашского бассейна. – Алма-Ата: КазГУ, 1985. – С. 54-64.
17. Материалы наблюдений Алматинской селестоковой станции. КазНИГМИ.1960-1961 гг. Под ред. Л.П. Мазур и В.Р. Рындиной. Алма-Ата, фотоофсетная лаборатория УГМС, 1966. – Вып.3. – 331 с.
18. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. Санкт-Петербург, ГУ «ГГИ», 2009. – 193 с.
19. Определение расчетных гидрологических характеристик (СНиП 2.01.14-83) / Гос.комитет по делам строительства. – М., 1983. – 97 с.
20. Оценить водные ресурсы трансграничной реки Или с учетом климатических изменений и разработать принципы их охраны и совместного использования: отчет о НИР (заключительный) // ИГ МОН РК. – Алматы, 2002. – 237 с. – №ГР-0100РК00308. – Инв.№0203РК00170.
21. Оценка влияния природных факторов и хозяйственной деятельности на состояние водных объектов урбанизированных территорий (на примере г. Алматы): отчет о НИР (промежуточный)/ КазНУ. – Алматы, 2019. – 155 с.
22. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
23. Провести уточнения и дать оценку ресурсов поверхностных вод Или-Балхашского

бассейна в зоне формирования стока с определением основных характеристик в замыкающих створах: Отчет о НИР // КазГУ. – Алма-Ата, 1987. – 145 с. – №ГР 01860110031

24. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш.- Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – Т.13. – вып.2. – 643 с.

25. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. Основные гидрологические характеристики. Центральный и Южный Казахстан (за 1965-1970 гг.). – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – Т.13, вып.2. – 316 с.

26. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. Основные гидрологические характеристики. Центральный и Южный Казахстан. - Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – Т.13, вып.2. – 472 с.

27. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. Основные гидрологические характеристики. Центральный и Южный Казахстан (за 1971-1975 гг.). – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – Т.13, вып.2. – 288 с.

28. Руководство по гидрологическим расчетам при проектировании водохранилищ. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – С. 3-82.

29. Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Издание официальное. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.

30. *Соседов И.С.* Исследование баланса снеговой влаги на горных склонах. – Алма-Ата: Наука, 1967. – 199 с.

31. *Соседов И.С.* Методика территориальных воднобалансовых обобщений в горах. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 150 с.

32. *Судаков П.А., Вилесов Е.Н.* Режим снежного покрова и его распределение на Малоалма-тинских ледниках // Гляциологические исследования в период МГГ. – Алма-Ата: Наука, 1962. – Вып.2. – С. 99-114.

33. *Токмагамбетов Г.А.* Ледники Заилийского Алатау. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 366 с.

34. *Челпанова О.М.* Климат СССР. Средняя Азия.– Л.: Гидрометеоиздат, 1963. – Вып.3. – 447 с.

35. *Чигринец А.Г.* Гидролого-экологическая оценка малых рек горно-предгорной зоны Илейского Алатау и разработка рекомендаций по их охране. Дис. канд. геогр. наук. – Алматы, 2006. – 303 с.

36. *Чигринец Л.Ю.* Анализ и расчёт стока

наносов горных рек Юго – Восточного Казахстана: автореф. ... канд. геог. наук. – Алматы, 2000. – 24 с.

37. *Чигринец Л.Ю.* Определение расчетных гидрологических характеристик с применением персонального компьютера. – Алматы: Казак университеті, 2009. – 211 с.

38. *Шульц В.Л.* Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963.– 691 с.

REFERENCES

1. Alma-Ata. Entsiklopediya / Gl. red. Kozybaev M. K.. — Alma-Ata: Gl. red. Kazakhskoi sovetskoi entsiklopedii, 1983. – S. 12.

2. *Andreyanov V.G.* Vnutrigodovoe raspredelenie stoka. – L.: Gidrometeoizdat, 1960. – 328 s.

3. *Berkaliev Z.T.* Gidrologicheskie osnovy vodokhozyaistvennogo ispol'zovaniya basseina r. Ili. – Alma-Ata: Kazakhskoe gosudarstvennoe izdatel'stvo, 1960. – 148 s.

4. *Gal'perin R.I., Chigrinets L.Yu.* Mnogoletnie kolebaniya tverdogo stoka kak pokazatelya ekologicheskogo sostoyaniya rek Yugo-Vostochnogo Kazakhstana // Vestnik KazGU, Seriya ekologich. – Almaty, 2000. №1, 2 (6, 7). – S 10.

5. Gidrologicheskie i vodnobilansovye raschety / pod red. N.G. Galushchenko. – Kiev: Vishcha shkola, Golovnoe izd-vo, 1987. – 248 s.

6. *Goroshkov I.F.* Gidrologicheskie raschety. – L.: Gidrometeoizdat, 1979. – S. 1-144.

7. Gosudarstvennyi vodnyi kadastr Respubliki Kazakhstan. Ezhegodnye dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. Basseiny rek oz. Balkhash i oz. Alakol' (2001-2015 gg.). – Almaty (Astana): RGP «Kazgidromet».

8. Gosudarstvennyi vodnyi kadastr Respubliki Kazakhstan. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. Basseiny rek oz. Balkhash i besstochnykh raionov Tsentral'nogo Kazakhstana. (za 1981-1990 gg.) – Almaty: Gidrometeoizdat, 2002. – Kn. 2, vyp.4, ch.1. – 247 s.

9. Gosudarstvennyi vodnyi kadastr Respubliki Kazakhstan. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. Kazakhskaya SSR. Basseiny rek oz. Balkhash i besstochnykh raionov Tsentral'nogo Kazakhstana (za 1976-1980 gg.). – L.: Gidrometeoizdat, 1998.– T.V, vyp.4. – 576 s.

10. *Zaikov B.D.* Srednii stok i ego raspredelenie v godu po territorii SSSR // Tr.NIU GUGMS. Ser. IV. – L.- M.: Gidrometeoizdat, 1946. – Vyp.24. – S. 5-20.
11. Kazakhskaya SSR: kratkaya entsiklopediya / Gl. red. R. N. Nurgaliev. – Alma-Ata: Gl. red. Kazakhskoi sovetskoi entsiklopedii, 1988. – T. 2. – S. 69-71.
12. Klimat Alma-Aty. Pod redaktsiei k. t. n. X. A. Akhmedzhanova, d. g. n Ts. A. Shver. – L.: Gidrometeoizdat, 1985. – 264 s.
13. *Lavrent'ev P.F., Golubtsov V.V., Yurina E.G.* Srednii stok i ego kolebaniya v bass. ozer. Balkhash – Alakol'skoi vpadiny // Tr. KazNIGMI. – 1963. – Vyp.18. – S. 3-28.
14. *Mazur L.P.* Analiz i raschet elementov vodnogo balansa gornykh vodosborov (na primere severnogo sklona Zailiiskogo Alatau): avtoref. ... kand. geog. nauk. – Leningrad, 1989. – 19 s.
15. *Mazur L.P.* Issledovanie i raschet atmosferykh osadkov na gornykh vodosborakh Zailiiskogo Alatau // Voprosy gidrologicheskogo i gidravlicheskogo rezhima rek Kazakhstana. – Alma-Ata: KazGU, 1993. – S. 12-18.
16. *Mazur L.P.* Metodika rascheta stoka rek pri issledovanii vodnogo balansa gornykh vodosborov (na primere severnogo sklona Zailiiskogo Alatau) // Problemy kompleksnogo ispol'zovaniya vodnykh resursov Ili-Balkhashskogo basseina. – Alma-Ata: KazGU, 1985. – S. 54-64.
17. Materialy nablyudenii Almatinskoi selestokovoi stantsii. KazNIGMI.1960-1961 gg. Pod red. L.P. Mazur i V.R. Ryndinoi. Alma-Ata, fotoofsetnaya laboratoriya UGMS, 1966. – Vyp.3.– 331 s.
18. Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik pri otsutstvii dannykh gidrometricheskikh nablyudenii. Sankt-Peterburg, GU «GGI», 2009. – 193 s.
19. Opredelenie raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik (SNiP 2.01.14-83) / Gos.komitet po delam stroitel'stva. – M., 1983. – 97 s.
20. Otsenit' vodnye resursy transgranichnoi reki Ili s uchetom klimaticheskikh izmenenii i razrabotat' printsipy ikh okhrany i sovместnogo ispol'zovaniya: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyi) // IG MON RK. – Alma-Ata, 2002. – 237 s. – №GR0100RK00308. – Inv.№0203RK00170.
21. Otsenka vliyaniya prirodnykh faktorov i khozyaistvennoi deyatelnosti na sostoyanie vodnykh ob'ektov urbanizirovannykh territorii (na primere g. Almaty): otchet o NIR (promezhutochnyi) / KazNU. – Alma-Ata, 2019. – 155 s.
22. Posobie po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 448 s.
23. Provesti utochneniya i dat' otsenku resursov poverkhnostnykh vod Ili-Balkhashskogo basseina v zone formirovaniya stoka s opredeleniem osnovnykh kharakteristik v zamykayushchikh stvorakh: Otchet o NIR // KazGU. – Alma-Ata, 1987. – 145 s. – №GR 01860110031
24. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Bassein oz. Balkhash.– L.: Gidrometeoizdat, 1970. – T.13, vyp.2. – 643 s.
25. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Bassein oz. Balkhash. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki. Tsentral'nyi i Yuzhnyi Kazakhstan (za 1965-1970 gg.). – L.: Gidrometeoizdat, 1977. – T.13, vyp.2. – 316 s.
26. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Bassein oz. Balkhash. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki. Tsentral'nyi i Yuzhnyi Kazakhstan. – L.: Gidrometeoizdat, 1967. – T.13, vyp.2. – 472 s.
27. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Bassein oz. Balkhash. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki. Tsentral'nyi i Yuzhnyi Kazakhstan (za 1971-1975 gg.). – L.: Gidrometeoizdat, 1980. – T.13, vyp.2. – 288 s.
28. Rukovodstvo po gidrologicheskim raschetam pri proektirovanii vodokhranilishch. – L.: Gidrometeoizdat, 1983. – S.3-82.
29. Svod pravil SP 33-101-2003. Opredelenie osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik. Izdanie ofitsial'noe. – M.: Gosstroj Rossii, 2004. – 73 s.
30. *Sosedov I.S.* Issledovanie balansa snegovoi vlagi na gornykh sklonakh. – Alma-Ata: Nauka, 1967. – 199 s.
31. *Sosedov I.S.* Metodika territorial'nykh vodnobalansovykh obobshchenii v gorakh. – Alma-Ata: Nauka, 1976. – 150 s.
32. *Sudakov P.A., Vilesov E.N.* Rezhim snezhnogo pokrova i ego raspredelenie na Maloalmatinskikh lednikakh // Glyatsiologicheskie issledovaniya v period MGG. – Alma-Ata: Nauka, 1962. – Vyp.2. – S. 99-114.
33. *Tokmagambetov G.A.* Ledniki Zailiiskogo Alatau. – Alma-Ata: Nauka, 1976. – 366 s.
34. *Chelpanova O.M.* Klimat SSSR. Srednyaya Aziya. – L.: Gidrometeoizdat, 1963. – Vyp.3. –

447 s.

35. *Chigrinets A.G.* Hidrologo-ekologicheskaya otsenka malykh rek gorno-predgornoi zony Pleiskogo Alatau i razrabotka rekomendatsii po ikh okhrane. Dis. kand. geogr. nauk. – Almaty, 2006. – 303 s.

36. *Chigrinets L.Yu.* Analiz i raschet stoka nanosov gornyx rek Yugo – Vostochnogo

Kazakhstana: avtoref. ... kand. geog. nauk. – Almaty, 2000 – 24 s.

37. *Chigrinets L.Yu.* Opredelenie raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik s primeneniem personal'nogo komp'yutera. – Almaty: Kazak universiteti, 2009. – 211 s.

38. *Shul'ts V.L.* Reki Srednei Azii. – L.: Gidrometeoizdat, 1963. – 691 s.

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ ӨЗЕНДЕРДІҢ АҒЫНДЫСЫНЫҢ НЕГІЗГІ СИПАТТАМАЛАРЫ МЕН ЖЫЛШІЛІК ТАРАЛУЫН ЗЕРТТЕУ

А.Г. Чигринец¹ география ғылымдарының кандидаты, **К.К. Дускаев**¹ техника ғылымдарының кандидаты, **А.А. Сатмурзаев**¹, **А.Е. Инсигенова**¹, **Ж.Т. Салаватова**¹

¹*әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*
E-mail: *ch.al.georg@mail.ru, kduskaev@gmail.com, s_ahmetzhan@mail.ru, insigenova.aiym@gmail.com, salavatova.07@gmail.com*

Мақала Алматы мегаполисіндегі өзен ағындысын зерттеуге арналған. Алматының шағын өзендері жыл сайын өзіне көбірек назар аудартып келеді, өйткені олардың су ресурстары шаруашылық-ауызсу қажеттіліктеріне, суаруға, энергетикаға және басқа да мақсаттарға кеңінен пайдаланылады. Халықтың денсаулығы мен амандығы олардың сулылығына байланысты.

Мақалада Алматы қаласының урбанизацияланған аумағын кесіп өтетін өзендердегі ағындының қалыптасу жағдайлары, ағындыға әсер ететін климаттық сипаттамалар жан-жақты талданған. Әдістеменің сипаттамасы және орташа жылдық ағындыны есептеу нәтижелері, сондай-ақ ағындының жылышылық таралуы келтірілген. Соңғы онжылдықтардағы климаттық факторлардың әсерінен өзен ағындысы сипаттамаларының өзгеруі бағаланады.

Түйін сөздер: гидрографиялық желі, урбанизацияланған аймақ, өзендердің сұйық ағындысы, ағынды нормасы, вариация коэффициенті, асимметрия коэффициенті, ағындының жылышылық таралуы, антропогендік әсер, ағындының трендтері

**STUDY OF THE MAIN CHARACTERISTICS AND INTRA-ANNUAL DISTRIBUTION OF
THE WATER FLOW OF THE RIVERS OF THE TERRITORY ALMATY CITY**

**A.G. Chigrinets¹ PhD, K.K. Duskaev¹ PhD, A.A. Satmurzayev¹, A.E. Insignova¹,
Zh.T. Salavatova¹**

¹al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: ch.al.georg@mail.ru, kduskaev@gmail.com, s_ahmetzhan@mail.ru,

insigenova.aiym@gmail.com, salavatova.07@gmail.com

The article is devoted to the study of the flow of the rivers of the metropolis of Almaty. Small rivers of Almaty attract more and more attention every year, as their water resources are widely used for household and drinking needs, irrigation, energy, and for other purposes. The health and well-being of the population depends on their water content.

The article analyzes in detail the conditions for the formation of the water flow of rivers crossing the urbanized territory of Almaty, climatic characteristics affecting the flow. The description of the methodology and the results of calculating the characteristics of the average annual water flow and intra-annual flow distribution are given. Changes in the characteristics of river flow caused by climatic factors of recent decades are estimated.

Keywords: hydrographic network, urbanized territory, liquid river flow, flow rate, coefficient of variation, coefficient of asymmetry, intra-annual flow distribution, anthropogenic influence, flow trends

UDC 574.58(262.81)

VISUALIZING THE CHANGES OF THE CASPIAN COASTLINE**Mamayeva Natalya¹, Mátyás Gede¹** Associate professor, PhD¹*Eötvös Loránd university, Budapest, Hungary**E-mail: gretta-forever@mail.ru*

The purpose of this work is to present the sea level data of the Caspian Sea, through a web browser with an interactive approach. Caspian Sea Level has undergone significant fluctuations over the last century. In this project, we tried to reconstruct the long-term changes in Caspian Sea Level for the period from 1900 to 2018 and show forecasts up to 2050. As a supplement to the main goal, an animated video of the Caspian Sea Level changes was recorded and uploaded on the webpage.

Keywords: Caspian Sea, Caspian Sea Level, Caspian coastline, WEB map page, prognosis model

Поступила 29.09.21

DOI:10.54668/2789-6323-2021-102-3-63-67

INTRODUCTION

The Caspian Sea is the largest water body that is enclosed in landmass with an area of 376 000 sq. m at level minus 28 meters. Five countries have the access to a shoreline of the sea: Iran, Russia, Azerbaijan, Turkmenistan and Kazakhstan. These countries signed the Tehran Convention in 2003 in order “to protect the marine environment of the Caspian Sea from pollution, including the protection, conservation, restoration, sustainable and rational use of its biological resources” (Article 2 of the Convention). [1] The Caspian Sea lies within a land depression; the surface of the sea is about 28 meters below mean sea level. The sea is completely isolated; there is no connection to other oceans. The main feeder is the Volga River (80...85% of the Caspian's inflow); other inflows are the Ural, the Kura, and the Terek rivers. There is no discharge by any river; water leaves the sea only by evaporation. The sea is also known for its abundance of energy resources (oil and natural gas reserves in offshore fields and onshore on the coast of the sea), and all states around the Caspian exploit the reserves in cooperation with international oil companies. However, much of the offshore oil and natural gas resources in the Caspian Sea have not been tapped yet. [3] Throughout the previous centuries, the Caspian area has always been an

interesting topic for various powers. The first map of the Caspian shoreline was developed by Lieutenant Captain Alexandr Bekovich-Cherkassky, a Russian explorer during his expedition to the Caspian Sea in 1715. The expedition was ordered personally by the Russian Emperor Peter I as part of his endeavor to find a trade route from Russia to India.

The Caspian Sea is the biggest inner water body of the world and there is a great deal of research, as well as projects, publications and webpages dedicated to it. During the last century, the Caspian Sea level (CSL) has changed by three meters. The aim of this thesis is to create a webpage that visualizes the Caspian coastline changes over time. I consider this important to represent, because there are no equivalent interactive representations of sea level changes on the web regarding the Caspian topic as it is designed in the webpage of this thesis. Another reason is that there is no common opinion regarding the reason for these sea level changes. While still there are debates regarding this topic, the web visualization would be quite helpful to project and represent corresponding alerts to the public.

In order to achieve my goal I had to adhere to several stages. Firstly, I created a reliable dataset of the Caspian region, including bathymetry data and the data of adjoining areas. The detailed algorithm is described in the Data Processing chapter. Secondly, I visualized the data in a web application.

This step is related to coding and uploading; the resultant dataset is described in the Web Map Page chapter. Thirdly, I created an animated video of the change of the CSL over time. This is a minor, additional step described in the Animated video chapter. This algorithm has been designed under the supervision of Dr. Gede Mátyás and was based on several datasets. The first dataset was obtained from the general catalog of the Caspian Sea level presented by the Coordinating Committee for Hydrometeorology and Pollution Monitoring of the Caspian Sea (<http://www.caspcom.com/>). The data itself was recorded at the measurement stations around the Caspian Sea. The second dataset of the Caspian Sea level prediction changes model was obtained from RSE “KAZHYDROMET” as the most pessimistic scenario. As a result, based on this data I reconstructed changes of the CSL over the last century and added the prognosis model for the next 50 years. The Caspian Sea Level changing model webpage will be a useful tool for visual representation of the spatial-temporal changes of the sea level for scholars, researchers, government associates and for general information for common citizens.

Importance of the regular observation

Sea level in the Caspian Sea is a topic of growing concern to all five surrounding countries. The Caspian Sea is subject to significant water level fluctuations, which have had serious consequences for low-lying and densely populated coastal areas, displacing thousands of people, destroying investments in industry and infrastructure and causing severe pollution threats via inundation of nearshore waste sites.

Understanding its variability at all scales is a complicated task due to a combination of several factors such as climatic (atmospheric variations), anthropogenic (e.g., river drainage and water use, especially Volga), and geologic (e.g. subsidence) [6].

For the North Caspian Sea, the chance of level fluctuation appears to be more dramatic and might be more catastrophic regarding environmental sustainability, social impact, and industrial crisis. This is due to its physiographic features of the extensive lowland areas along the coast, for example, the Caspian Depression. The North Caspian is a shallow basin with a depth of not more than 10 to 15 meters, and about 20 % of its area has a depth of <1 meter. Due to this, the variation in the mean

Caspian Sea level by 2 to 3 meters (for example, in 1974 to 1994) leads to the colossal changes in the hydrological and dynamical regimes. [4]

At this time, the water level has been monitored since 1900. Thus, according to observations from 1930 to 1977, the sea level decreased by 2.7 meters, and from 1977 to 1995, it increased at the rate of 15 centimeters per year. However, numerous transgressions and regressions of the Caspian Sea have occurred in the recent past. The Holocene sea-level history has been reconstructed based on a marine terrace section along the Dagestan coast. Five transgressional phases have been described and dated around 8000, 7000, 6000, 3000 and 200 BP. The lowest documented sea level is estimated at -50 meters below global sea level at the very end of the Pleistocene or very early Holocene (Mangyshlak regression) [5].

Many scholars have dedicated their research to the topic of Caspian Sea level variability. The enormous models simulate the statistical data of tides, meteorological data, and wind stress and so on. Still there is no consensus about the reason for these level changes.

Sea level contradiction

That was the most interesting part of contradicting raster set values. The SRTM dataset (date of creation is Feb 2000) distinguishes the water level at the point of -29 meters, however, according to scientific monitor data, the last time the CSL was at the point of 29 meters below mean sea level was from 1976 to 1978 years. For the last decade, it is considered to have stayed at -28 meters.

Web map interface

As the goal of this thesis is a visualization of the Caspian coastline changes through overtime, this webpage can be considered as the result. One may access this webpage following this link <http://terkeptar.elte.hu/caspian/>.

Under the title Caspian Sea Level Changing Model, there is a button, pressing which will display a short description about the thesis project. The most important tools that were created for the visualization are Sea level and Date sliders in the left-bottom corner. These features have two options for modification. For example, one may use a slider to change the year or the level of the sea; or, it is possible to type a desired value in the appropriate text box. The Sea level parameter may be changed from 26 to 1020 meters below the mean sea level. The interval is half a meter. However,

by default after starting the page the Caspian Sea surface appears at the level of -28 meters. The Date parameter can be changed between year 1900 and 2050. If the year is changed the surface of the sea displays the 21 level that was recorded for that year. The data of the CSL from 1900 to 2018 is taken from the general catalog. For the year 2019, the value is transferred the same as in 2018. The data of the CSL from 2020 to 2050 is a pessimistic prognosis that was modelled by RSE “KAZHYDROMET”. Under the sliders, there is a button download map, which produces results in png format without additional elements. The next link is Animated video. This is a new tab with a video of CSL changes from 1900 to 2050. Another link is Thesis, a new tab of this document in pdf format. On the upper right corner, there are the layer switcher and zooming tool.

DISCUSSION

Nowadays many scientists are concerned about global climate change, so it is increasingly important to regular observe and monitor the level change of the biggest inner water body – the Caspian Sea. The real factors of sea level fluctuations are still under discussion, so the effects that global warming or other climatic cataclysms will have on these levels is still unpredictable. It is a vital topic, because much scientific research predicts a long-term increase in surface temperature, which would lead to dramatic ecosystem consequences. The history of the nearby Aral Sea over the past several decades shows how long-term water flux imbalance altering the level of an enclosed lake can lead to dramatic ecosystem consequences. While similar consequences in the Southern Caspian Sea are unlikely, the shallow (~5 meter depth) northern part of the sea and the Kara-Bogaz-Gol Gulf are much more vulnerable [2]. For this reason, this thesis is aimed to represent the data of the previous sea level fluctuations and visualize it with the help of the online, interactive map. Although the principle of this project is not sophisticated, there are still some problems and contradictions during the editing process. The problem is related to the areas of the depressed lands that could be left after the water level of the sea itself shrinks. Such water bodies can remain for long period before they evaporate completely, but the case of evaporation time is harder to predict, even for big areas. For example, in the case of Kara-Bogaz-Gol Gulf, scientists

forecasted complete evaporation in 25 years after installation of the dam. In fact, this process took 10 times faster. This possibility is not taking into consideration in our project. For instance, if the water level drops to -30 meters, the gulf disappears. Ignoring this phenomenon that cannot be foreseen, the webpage has the only straight visualization of the bathymetry and adjoining area. Manipulation of the new algorithm may lead to a new topic and subsequent research. This particular case shows that the GIS system and designed database is not appropriate for the drying effect in order to represent clear, appropriate conditions of the separated water bodies while the water is in the process of drying and separating from the main body.

Due to fast-paced development of new technologies and software, there are many ways to display monitoring data of phenomena or process throughout time. In particular, it is much easier now to propagate it through the web. More and more sources on the web are in development and becoming free of charge for use. Because of this, I offer several ideas to implement in a future:

1. Button for measuring located on the webpage, like a ruler. This implementation will be useful to measure distances on the map from point A (settlement) to a coastline;
2. Opportunity to calculate the area of the water surface;
3. Opportunity to calculate the volume of water of the particular sea level. In reality, this data will be very approximate, but for the general vision and understanding it will be enough;
4. Any vector data to add as a layer. For example, height and direction of tides or velocity and direction of the wind.

CONCLUSION

As a result, using data recorded from measurement stations in the past and scenario-predicted figures, I have reconstructed long-term CSL changes during a 150-year period, from 1900 to 2050. This project has a number of advantages. First, as it is implemented in the web browser, the bigger audience is able to see and use this information. Second, visualization of the Caspian Sea bathymetry is possible from the present level of the sea at the point -28m to the deepest point of the sea. Third, the webpage has a slider tool that corresponds CSL with the year. Using this

interactive tool, you may find and see the CSL in a particular year. Fourth, in the webpage there is a short video demonstration of the CSL changes over the last century. As there are many opportunities to create fascinating webpages, we anticipate new data to be upload and accessed along with what we can see now.

REFERENCES

1. Casp info Project – Remote sensing data – Sea level altimetry http://www.caspinfo.net/content/content.asp?menu=0050019_000000
2. *Chen J.L., Pekker T., Wilson C.R., Tapley B.D., Kostianoy A.G., Cretaux J.F., Safarov E.S.*, 2017, Long-term Caspian Sea level change // *Geophysical Research Letters.* – Volume 44. – Issue 13. – 6993-7001. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2017GL073958>
3. Map of the Caspian Sea with surrounding countries. <https://www.nationsonline.org/oneworld/map/Caspian-Sea-map.htm>
4. *Medvedeva I.P., Kulikova E.A., Fineb I.V., and Kulikova A.E.* 2019. Numerical Modeling of Sea Level Oscillations in the Caspian Sea. In ISSN 1068-3739, Russian // *Meteorology and Hydrology.* – 2019. – Vol. 44. – No. 8. – Pp. 529-539. https://www.researchgate.net/publication/335548501_Numerical_Modeling_of_Sea_Level_Oscillations_in_the_Caspian_Sea
5. *Overeem I., Kroonenberg S.B., Veldkamp A., Groenesteijn K., Rusakov G.V., Svitoch A.A.* 2002. Small-scale stratigraphy in a large ramp delta: recent and Holocene sedimentation in the Volga delta, Caspian Sea. // In Elsevier, *Sedimentary Geology* – 159 (2003). – Pp. 133-157.
6. The Tehran Convention <http://www.tehranconvention.org/spip.php?article1>

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ЖАҒАЛАУ СЫЗЫҒЫНДАҒЫ ӨЗГЕРІСТЕРДІ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ

Мамаева Наталья¹, Матиас Геде¹ доцент, PhD

¹*Этвеш Лоранд Университеті, Будапешт, Венгрия*

E-mail: gretta-forever@mail.ru

Бұл жұмыстың мақсаты интерактивті тәсілмен веб-браузер арқылы Каспий теңізінің деңгейі туралы деректерді визуализациялау болып табылады. Каспий теңізінің деңгейі соңғы жүз жылдықта айтарлықтай ауытқуларға ұшырады. Бұл жобада біз 1900 жылдан бастап 2018 жылға дейінгі кезеңде Каспий теңізі деңгейінің ұзақ мерзімді өзгерістерін реконструкциялауға және 2050 жылға дейінгі болжамдарды көрсетуге тырыстық. Негізгі мақсатқа қосымша ретінде Каспий теңізі деңгейінің өзгеруі туралы анимациялық бейне жазылып, веб-бетке жүктелді.

Түйін сөздер: Каспий теңізі, Каспий теңізінің деңгейі, Каспий жағалау сызығы, веб-карта беті, болжам моделі

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Мамаева Наталья¹, Матиас Геде¹ доцент, PhD

¹Университет Эвеша Лоранда, Будапешт, Венгрия

E-mail: gretta-forever@mail.ru

Целью данной работы является визуализация данных об уровне Каспийского моря через веб-браузер с интерактивным подходом. Уровень Каспийского моря за последнее столетие претерпел значительные колебания. В этом проекте мы попытались реконструировать долгосрочные изменения уровня Каспийского моря за период с 1900 по 2018 год и показать прогнозы до 2050 года. В дополнение к основной цели было записано и загружено на веб-страницу анимированное видео об изменениях уровня Каспийского моря.

Ключевые слова: Каспийское море, Уровень Каспийского моря, береговая линия Каспия, страница ВЕБ-карты, модель прогноза

УДК 910.3: 631.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТАЛАССКОГО РАЙОНА ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.К. Салихов¹ к.г.н., Т.С. Салихова¹

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан
E-mail: tuatai_76@mail.ru

Данная работа посвящена сохранению и повышению плодородия почв, так как их состояние является основной частью общей проблемы рационального использования земельных ресурсов, увеличения продуктивности и улучшения почвенной экологии агроландшафтов. Современная оценка почв является актуальной для развития государства и общества, так как обеспечивает информацией об учете географического распределения, о стоимости почв, о рациональном использовании, об охране и планировании использования почв. В результате работы сформированы тематические карты почв и атрибутивные базы данных. В результате исследований на основе ГИС-технологии разработана цифровая почвенная карта Таласского района Жамбылской области с помощью программного продукта ArcGIS.

Ключевые слова: геоинформационные системы, программный продукт ArcGIS, база данных ГИС, почвенная карта, почвенный покров, серозем, горные каштановые и луговые почвы, Таласский район, Жамбылская область

Поступила 28.10.20

DOI:10.54668/2789-6323-2021-102-3-68-73

ВВЕДЕНИЕ

Казахстан располагает крупнейшими земельными ресурсами. Общая площадь земельного фонда составляет 272 млн. гектар. В связи с этим изучение почвенного покрова Казахстана – очень интересный и актуальный вопрос. Объектом почвенного покрова является вся земля в пределах территории Республики Казахстан, отдельные земельные участки независимо от того, что на них расположено.

Повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения на основе сохранения и повышения плодородия почв является одной из приоритетных задач почвоведения, решение которой имеет ключевое значение в обеспечении устойчивого развития аграрного сектора экономики и продовольственной безопасности страны.

Сохранение и повышение плодородия почв является основной частью общей проблемы рационального использования земельных ресурсов, увеличения продуктивности и улучшения

почвенной экологии агроландшафтов.

Данные агентства по земельным ресурсам свидетельствуют, что в Казахстане опустыниванию подвержены 70 % территории или около 190 миллионов га земель, весомая часть которых приходится на юг и юго-восток Казахстана. Актуальность исследований обостряется еще и тем, что на юге и юго-востоке Казахстана проживает почти половина (46,9 %) населения Казахстана. Поэтому обеспечение продовольственной безопасности для данного региона имеет огромное значение.

По масштабам деградации первое место приходится на земли, занятые природными кормовыми угодьями, второе место – на почвы пахотных земель, третье – на техногенно-нарушенные почвы часто с полным уничтожением почвенного покрова.

Естественное восстановление растительности деградированных природных кормовых угодий происходит в результате восстановительной сукцессии в течение нескольких десятков лет, а естественное восстановление почв техногенно-на-

рушенных территорий занимает от нескольких сот до нескольких тысяч лет, что зависит от степени деградации почвенного покрова. Поэтому, восстановление деградированных земель в результате чрезмерной эксплуатации и нарушения естественного круговорота веществ требует разработки инновационных методов, как для сельскохозяйственных, так и для техногенно-нарушенных земель.

Рациональное использование и охрана почв в рыночных условиях требует адекватного применения новых научно-методических подходов. Одним из таких системно-аналитических способов организаций почвенного кадастра является сочетание традиционных наземных методов с технологиями геоинформационных систем (ГИС) на базе широкого использования аэрокосмических изображений разного разрешения. Такой подход лежит в основе аграрных геоинформационных систем развитых стран мира [1...6], где почвы являются основной подсистемой этого информационного продукта. Развитие научных исследований в данном направлении имеет большую значимость, так как соответствует требованиям Государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан и Программе развитию космической деятельности в Республике Казахстан.

Современная оценка почв является актуальной для развития государства и общества, т.к. обеспечивает информацией об учете географического распределения, о стоимости почв, о рациональном использовании, об охране и планировании использования почв.

Создание современной картографической основы традиционными наземными методами потребует нескольких десятилетий и огромных финансовых вложений. Решением данной проблемы является интеграция усилий ведомств так или иначе связанных с производством картографической продукции. Одной из составляющих сокращения сроков является переход на новые технологии в картографо-геодезическом производстве. Это и переход в геоцентрическую систему координат (на автономные методы спутниковых координатных определений) и создание тематических карт с использованием цифровой картографии. Внедрение этих технологий позволит сократить как сроки, так и объ-

емы финансовых вложений примерно в два раза [5].

Цель исследования – создание почвенной карты Таласского района Жамбылской области на основе применения ГИС-технологий.

При проведении работ использованы методы геоинформационных исследований [1...13]. Разработку крупномасштабной почвенной карты с применением ГИС-технологий осуществляли на основе программного продукта ArcGIS 10.1, с использованием отсканированных бумажных карт (для поиска и выделения эталонных участков) для оцифровки, а также использовались систематические почвенные названия почв Жамбылской области [4, 8,13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Таласский район расположен на юго-востоке Жамбылской области Республики Казахстан, общая площадь составляет 1220562 гектара [8]. Население составляет 54525 человек. Районный административный центр – Каратау, расстояние от областного центра – 130 км. Крупнейшие населенные пункты: город Каратау, села Акколь, Ойык, Ушарал, Шакиров и Аккум (рис. 1).

Земли, пригодные для сельского хозяйства составляют 453928 га, в том числе орошаемые земли – 5484 га, пашни – 5484 га, многолетних насаждений – 98 га, сенокосов – 16018 га и пастбищ – 423682 га [8, 13].

Таласский район граничит с Мойынкумским, Сарысуским, Жамбылским и Жуалынским районами Жамбылской области и Южно-Казахстанской областью.

Территория Таласского района расположена в четырех агро-климатических зонах. Северная часть региона расположена в очень сухой и жаркой пустынной местности (Мойынкумы), центральная и южная часть – в сухой и жаркой, и в очень сухой зоне предгорий.

Почвы, как географические объекты, распределяются по известным закономерностям поверхности Земли. Тематическое картирование почв при наличии опыта аналитика может выполняться в автоматизированном режиме. В то же время следует подчеркнуть, что технологии ГИС могут максимально облегчить учет и картирование почв, но не могут заменить полностью интеллектуальный потенциал почвоведателя, исследователя и традиционные методы.

Традиционные полевые, камеральные и лабораторные методы исследования почв являются фундаментом, на котором развиваются геоинформационные и космические технологии, способствуя автоматизации процессов учета и картирования почвенного покрова.

Кроме того, когда идет формирование общества, основанного на рыночных отношениях, особую актуальность приобретает размещение производительных сил, благодаря которым происходит рациональнее использование ресурсов

почвенного покрова.

Разработка крупномасштабной почвенной карты выполнена с применением ГИС-технологий на основе программного продукта ArcGIS 10.1 с использованием отсканированных бумажных карт масштаба – 1:50000 (рис. 1).

На рис. 1 представлена крупномасштабная почвенная карта Каратау Таласского района Жамбылской области, которая была создана с применением вышеописанной методики на основе сканированных почвенных карт.

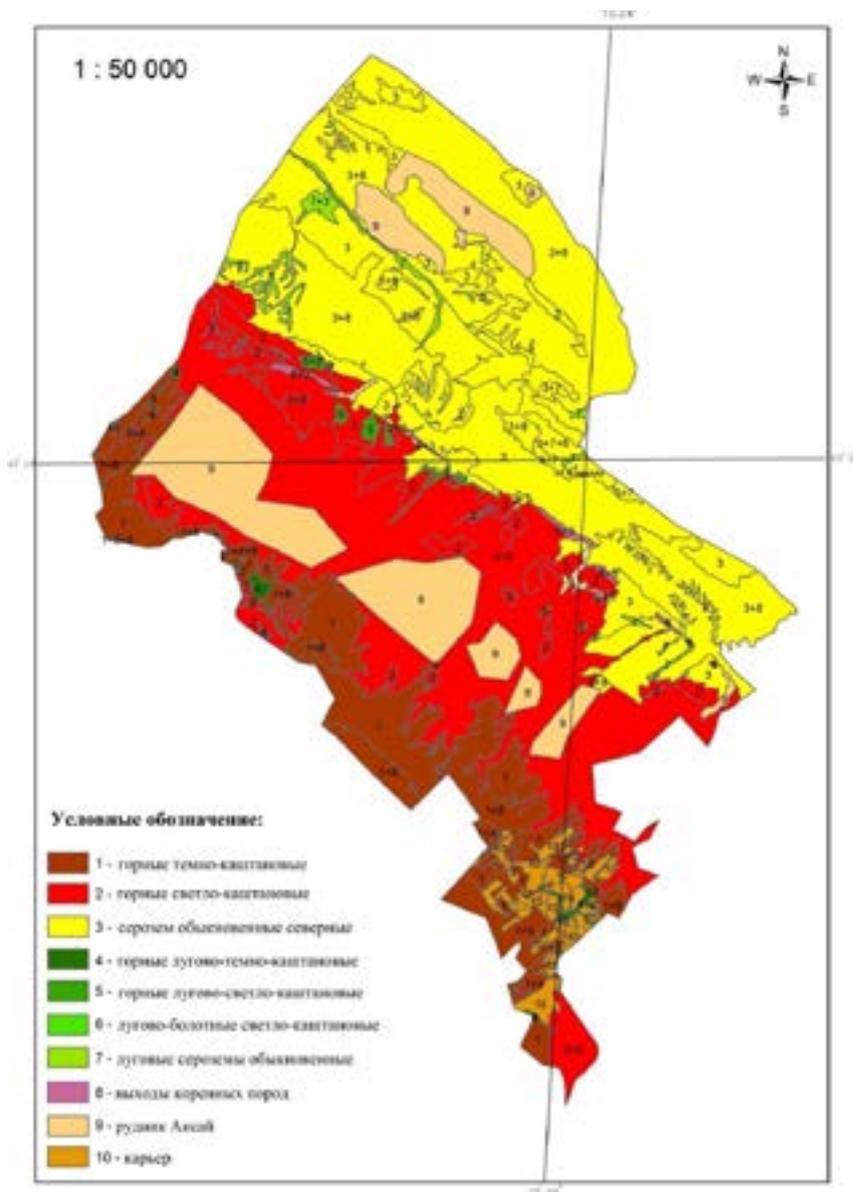


Рис.1. Почвенная карта-схема Таласского района Жамбылской области.

ВЫВОДЫ

Совокупность информации, необходимой для картографирования структур почвенного покрова и их количественной оценки, описывается в набо-

ре инструментов ArcToolBox. Интеграция данных реализуется через пространственную и атрибутивную составляющую в виде обновленных тематических карт. При этом создание атрибутивных баз данных ГИС предполагает оцифровку тема-

тических карт (в качестве которой служила топографическая карта масштаба 1:50000). В результате работы сформированы тематические карты почв и атрибутивные базы данных.

Таким образом, в результате выполнена обновленная крупномасштабная почвенная карта Таласского района Жамбылской области с применением геоинформационных технологий (ArcGIS).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алипбеки О.А.* Разработка и внедрение электронного сельского хозяйства путь к повышению конкурентоспособности аграрного производства Казахстана // Повышение конкурентоспособности сельскохозяйственного производства Казахстана: проблемы и пути решения: сборник трудов международной научно-практической конференции – Алматы: Агроуниверситет. – 2007. – С.14-17.

2. *Алтаев Ж.* ГИС и земельный кадастр Казахстана // ArcReview. – 2003. – № 2 (25) – [Электронный ресурс]: http://dataplus.ru/Arcrev/Number_25/2_Kazah.htm.

3. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.

4. *Ассинг И.А.; Орлова М.А., Серпиков С.К.* и др. Почвы Казахской ССР. Вып. 7. Почвы Джамбулской области. – М.: Наука, 1967. – 367 с.

5. *Дмитриев Е.А.* Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.

6. *Есполов Т.И., Алипбеки О.А., Сейфуллин Ж.Т. и др.* О разработке агрогеоинформационной системы Казахстана: постановка проблемы // Исследования. Результаты. – 2006. – №6. – С. 3-8.

7. *Есполов Т.И., Алипбеки О.А., Кешуов С.А.* О проблеме устойчивого развития агроресурсов и фондов: международная научно-практическая конференция посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства Республики Казахстан Байжуманова А.Б. – Алматы: Бастау. – 2008. – С. 4-6.

8. *Омаш С.Б., Баймаганбетов Б.У., Бимендина Г.А.* и др. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель в Республике Казахстан за 2018 г. – Астана: Агентство по управлению земельными ресурсами РК, 2018. –

275 с.

9. Практикум по почвоведению /под ред. *И.С.Кауричева* – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.

10. *Салихов Т.Қ.* Топырақтану: оқулық – Алматы: «Эверо» баспасы, 2016. – 457 б.

11. *Салихов Т.К.* Современное состояние плодородия почвенного покрова геоэкосистем Лубенского сельского округа //Вестник Казахско-Британского технического университета. – 2017. – № 1. – С. 52-55.

12. *Салихов Т.К.* Лубен ауылдық округінің геоэкожүйелеріндегі топырақ жамылғысының қазіргі кездегі жағдайы // Вестник Национального ядерного центра Республики Казахстана. – 2017. – № 1. – С. 113-119.

13. Статистический ежегодник области. – Жамбыл: Управление статистики Жамбылской области, 2018. – 167 с.

REFERENCES

1. *Alipbeki O.A.* Razrabotka i vnedrenie elektronnoho sel'skogo khozyaistva put' k povysheniyu konkurentosposobnosti agrarnogo proizvodstva Kazakhstana // Povyshenie konkurentosposobnosti sel'skokhozyai-stvennogo proizvodstva Kazakhstana: problemy i puti resheniya: sbornik trudov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii – Almaty: Agrouniversitet. – 2007. – S. 14-17.

2. *Altaev Zh.* GIS i zemel'nyi kadastr Kazakhstana // ArcReview. – 2003. – № 2 (25) – [Elektronnyi resurs]: http://dataplus.ru/Arcrev/Number_25/2_Kazah.htm.

3. *Arinushkina E.V.* Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.

4. *Assing, I.A.; Orlova, M.A., Serpikov, S.K. i dr.* Pochvy Kazakhskoi SSR. Vyp. 7. Pochvy Dzhambul'skoi oblasti. – M.: Nauka, 1967. – 367 s.

5. *Dmitriev E.A.* Matematicheskaya statistika v pochvovedenii. – M.: Izd-vo MGU, 1995. – 320 s.

6. *Espolov T.I., Alipbeki O.A., Seifullin Zh.T. i dr.* O razrabotke ag-rogeoinformatsionnoi sistemy Kazakhstana: postanovka problemy // Issledovaniya. Rezul'taty. – 2006. – №6. – S. 3-8.

7. *Espolov T.I., Alipbeki O.A., Keshuov S.A.* O probleme ustoichivogo razvitiya agroresursov i fondov: mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya posvyashchennoi 70-letiyu zasluzhennogo rabotnika sel'skogo khozyaistva Res-

publiki Kazakhstan Baizhumanova A.B. – Almaty: Bas-tau. – 2008. – S. 4-6.

8. *Omash S.B., Baimaganbetov B.U., Bimendina G.A.* i dr. Svodnyi analiticheskii otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Respublike Kazakhstan za 2018 g. – Astana: Agentstvo po upravleniyu zemel'nymi resursami RK, 2018. – 275 s.

9. Praktikum po pochvovedeniyu /pod red. *I.S.Kauricheva* – M.: Agropromizdat, 1986. – 336 s.

10. Salikhov T.K. Topyraktan: oqulyq – Almaty: «Evero» baspasy, 2016.– 457 bet.

11. *Salikhov T.K.* Sovremennoe sostoyanie

plodorodiya pochvennogo pokrova geoekosistem Lubenskogo sel'skogo okruga //Vestnik Kazakhsko-Britanskogo tekhnicheskogo universiteta. – 2017. – № 1. – S. 52-55.

12. *Salikhov T.K.* Luben auyldyq okruginiń geokozyhielerindegi topyraq zhamylfysynun qazirgi kezdegi zhařdaiy // Vestnik Natsional'nogo yadernogo tsentra Respubliki Kazakhstana. – 2017. – № 1. – S. 113-119.

13. Statisticheskii ezhegodnik oblasti. – Zhambyl: Upravlenie statistiki Zhambylskoi oblasti, 2018. – 167 s.

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ ТАЛАС АУДАНЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ҚАБЫТТЫ ЗЕРТТЕУ

Т.К. Салихов¹, Т.С. Салихова¹

*¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан
E-mail: tuatai_76@mail.ru*

Бұл жұмыс топырақтың құнарлылығын сақтау мен арттыруға арналған, өйткені олардың жағдайы жер ресурстарын тиімді пайдалану, өнімділікті арттыру және ауылшаруашылық ландшафттарының топырақ экологиясын жақсарту мәселелерінің негізгі бөлігі болып табылады. Топырақтың заманауи бағасы мемлекет пен қоғамның дамуы үшін өзекті болып табылады, өйткені онда географиялық таралуын есепке алу, топырақтың құндылығы, ұтымды пайдалану туралы, топырақты пайдалануды қорғау және жоспарлау туралы мәліметтер бар. Жұмыстың нәтижесінде топырақтардың тақырыптық карталары және атрибуттық мәліметтер базасы құрылды. ГАЖ технологиясына негізделген зерттеулер нәтижесінде ArcGIS бағдарламалық өнімінің көмегімен Жамбыл облысы Талас ауданының сандық топырақ картасы жасалды.

Түйін сөздер: геоакпараттық жүйелер, ArcGIS бағдарламалық қамтамасыздандыруы, ГАЖ мәліметтер базасы, топырақ картасы, топырақ жамылғысы, сұр топырақты, таулы каштан және шалғынды топырақтар, Жамбыл облысы, Талас ауданы

STUDY OF TALASS DISTRICT SOIL COVER IN ZHAMBYL REGION

T.K. Salikhov¹, T.S. Salikhova¹

¹Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: tuatai_76@mail.ru

This work is devoted to the preservation and enhancement of soil fertility, since their condition is the main part of the general problem of rational use of land resources, increasing productivity and improving the soil ecology of agricultural landscapes. The modern assessment of soils is relevant for the development of the state and society, as it provides information on accounting for the geographical distribution, on the value of soils, on rational use, on the protection and planning of soil use. As a result of the work, thematic soil maps and attribute databases were formed. As a result of research based on GIS technology, a digital soil map of the Talas district of the Zhambyl region was developed using the ArcGIS software product.

Keywords: geographic information systems, ArcGIS software, GIS database, soil map, soil cover, gray soil, mountain chestnut and meadow soils, Talas district, Zhambyl region

УДК 501/504 (282.255.51)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОЗЕРА КОПА ГОРОДА КОКШЕТАУ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

А.Т. Садвокасова¹, И.Б. Фахруденова¹ к.б.н., Т.В. Карнаухова¹, Р.М. Тазитдинова¹ PhD

¹НАО Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, Казахстан

E-mail: sat26031997@gmail.com

В данной статье дана краткая характеристика об озере Копы Акмолинской области. Приведены результаты исследования экологического состояния водного объекта за 2018...2020 годы. Проведен анализ гидрохимического режима воды, определен индекс загрязненности воды. По полученным нами, данным, в водоеме идет превышения ПДК по некоторым показателям.

Ключевые слова: поверхностные воды, озеро Копы, гидрохимический анализ, индекс загрязненности, предельно допустимая концентрация

Поступила 26.05.21

DOI: 10.54668/2789-6323-2021-102-3-74-79

ВВЕДЕНИЕ

По всей территории Акмолинской области сосредоточено около 500 озер, также имеется более 40 водохранилищ, более 70 прудов и около 60 плотин, на территории области протекает 111 рек и временных водотоков. Из всех водных объектов 80 % – естественного происхождения [1]. Многие водные объекты области в последствии загрязнения, изменения природно-климатических условий и их чрезмерной эксплуатации подвергаются постепенной деградации. В городе Кокшетау Акмолинской области к экологически неблагоприятному водоему относится озеро Копы. Данный водоем с площадью водосбора 3860 км² расположен близ подножья Кокшетауской возвышенности, у северо-западной части города Кокшетау. Озеро имеет среднюю площадь 14 км² и глубину 2,0...3,0 м. Водная поверхность озера в основном открыта. В озеро впадают такие реки как Кылшақты и Чаглинка. На дне озера бьют ключи, многие из которых в последнее время закрыты илом и не получают основного питания. Дно озера ровное, вязкое из-за покрытия глинистых, суглинистых отложений и песка. Водоем проточного типа, летом не пересыхает. Берега озера низкие с восточной

и северной стороны, пологие. Вдоль западного и северного (берега) тянутся заросли тростника, камыша и рогозы, средней шириной 300 м. Берега поросшие травой часто приводят к эвтрофикации водоема.

С юга и запада берега озера отделены от равнинной части валами. На юге и западе береговая часть водной глади поросла тростником, остальная часть озера чистая. В паводковый период и в момент сброса воды из Чаглинского водохранилища ежегодно в озеро смыывается около 20 тыс. м³ ила и грунта. Вода в озере щелочная, она характеризуется как агрессивная к бетонам. В связи с близостью города, озеро все сильнее загрязняется и мелеет, так как его воды используются для хозяйственных нужд [6].

Материалы исследований. Материалом для данного исследования послужили пробы воды, отобранные авторами за период с 2018 по 2020 гг.

Объект исследования. Озеро Копы.

Методы исследования. В работе был использован гидрохимический метод.

Экологическое состояние озера Копы было оценено по анализам данных лабораторных исследований филиала РГП "Казгидромет" по Акмолинской области, а также по данным соб-

ственных исследований авторов.

Гидрохимический состав воды и свойства воды определялись по общепринятым в гидрохимии методикам: железо общее, фосфор общий, медь, кальций, магний, жесткость, гидрокарбонаты – ГОСТ 26 449.1-85, (БПК₅) – РД 52.24. 420-2005, растворенный кислород – РД 52.24.419, двуокись углерода – РД 52.24.515-2005, водородный показатель – РД 52.24.495-2005, цветность – РД 52.24.497-2005, прозрачность – СТ РК 3060-2017, запах – СТ РК 3060-2017, взвешенные вещества – РД 52.24.468-2005, фосфаты – РД 52.24. 382-2006, сероводород – РД 52.24.450-2010, кремний – РД 52.24.433-2005, хлориды – РД 52.24.407-2006, сульфаты – 52.24.401-2006, фенолы – ПНДФ 14.1:2:4.182-02, цинк – ПНДФ 14.1:2:4.183-02, АПАВ – СТ РК ГОСТР 51211 – 2003, ХПК – СТ РК 1322-2005, хром общий – СТ РК ИСО 18412-2008, хром (IV) – ГОСТ 31 956-2012, [3]. Ги-

дрохимические наблюдения в озере проводятся ежемесячно с 2018 по 2020 годы, в своре водомерного поста, согласно СТ РК ИСО 51592-2003. Отбор проб проводился из поверхностного слоя воды на глубине 0,5 м. При отборе проб учитывается время и температура водоёма. Во время отбора проб такие показатели как ХПК (химическое потребление кислорода) и железо общее, были подвержены консервации [5]. Анализ проводился в испытательной лаборатории мониторинга загрязнения окружающей среды филиала РГП "Казгидромет" по г. Кокшетау Акмолинской области. Результаты исследования проб воды данного водоема с 2018 по 2020 гг. приведены в таблице 1. Согласно методическим указаниям [2], разработанным под руководством М.Ж. Бурлибаева в 2003 и 2006 гг., перечень ингредиентов, по которым ведутся гидрохимические анализы, рекомендовано разделить на следующие условные группы:

Таблица 1

Результаты комплексного индекса загрязнения исследований гидрохимического режима оз. Копа Акмолинской области с 2018 по 2020 гг.

Нормируемые показатели		Период, г.		
		2018	2019	2020
БПК ₂	мг/дм ³	1,68	2,319	1,81
ХПК	мг/дм ³	73,6	54,842	43,0
Растворенный кислород	мг/дм ³	9,64	9,94	8,68
	%	79	82	71
Двуокись углерода	мг/дм ³	9,33	0	5,78
Водородный показатель	pH	8,25	8,24	8,07
Температура	°C	7,2	7,9	8
Цветность	градус	14,083	34,583	20
Прозрачность	см	23	20	25
Запах	баллы	0	0	0
Взвешенные вещества	мг/дм ³	11,72	10,7	13,5

Обзоры и консультации

Нормируемые показатели		Период, г.		
		2018	2019	2020
	Фосфат	0,010	0,006	0,011
	Сумма азота	0,334	0,735	–
	Фосфор общий	0,022	0,014	0,025
	Азот нитритный	0,007	0,007	0,020
	Кремний	3,737	4,43	3,59
	Фториды	0,596	0,595	–
Биогенные соединения, мг/дм ³	Азот нитратный	0,116	0,168	0,908
	Железо общее	0,061	0,079	0,053
	Аммоний солевой	0,271	0,72	0,657
	Минерализация	875,58	1051	884
	Кальций	59,783	55,283	54,1
	Магний	41,717	58,067	46,25
	Сульфаты	162,45	185,5	182,4
	Хлориды	194,5	250,5	221,6
Ядовитые вещества, мг/дм ³	Сероводород	0,002	0,002	0,003
	Фенолы	0,0008	0,0006	0,0004
Органические соединения, мг/дм ³	АПАВ	0,028	0,036	0,047
	Нефтепродукты	0,025	0,035	0,016
	Хром общий	0,007	0,006	0,004
Тяжелые металлы, мг/дм ³	Ртуть	0	0	0
	Молибден	0,003	0,002	0,002
	Кадмий	0	0	0
	Свинец	0,001	0,001	0,001

Нормируемые показатели		Период, г.		
		2018	2019	2020
	Мышьяк	0,001	0,002	0,003
	Бериллий	0	0	–
	Медь	0,0008	0,0009	0,0012
	Цинк	0,009	0,011	0,01
Тяжелые металлы, мг/дм ³	Хром(+6)	0	0	0
	Никель	0,004	0,005	–
	Кобальт	0,001	0,001	–
	Марганец	0,059	0,086	–
	Алюминий	0,090	0,091	–
	КИЗВ	2,33	3,75	1,33

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе и выявлении динамики изменения загрязненности поверхностной воды используется комплексный индекс загрязненности воды (КИЗВ). В состав включены такие лимитирующие показатели, как растворенный кислород и биохимическое потребление кислорода (БПК₅). По данным мониторинга загрязнения поверхностных вод, на примере оз. Копа за 2018...2020 годы построены графики, показывающие динамику изменения качества воды, проанализирована или проведена оценка степени загрязненности с 2018 по 2020 гг. (рис. 1).

По данным за 2018 год в озере Копа не зарегистрированы случаи высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод.

Диапазон температуры составлял от 0 до 24,2 °С, водородный показатель равен 8,25, концентрация растворенного кислорода в воде составила 9,64 мг/дм³, биохимическое потребление кислорода (БПК₅) составляет 1,68, были зафиксированы превышения ПДК по веществам из групп главных ионов, это сульфаты – 1,6 ПДК и тяжелых металлов (марганец (+2)) – 5,9 ПДК.

Качество воды озера копа за 2018 год оценивается как вода высокого уровня загрязнения. По сравнению с прошлым годом качество водного объекта ухудшилось. По состоянию биохимического потребления кислорода (БПК₅) «нормативно чистая», кислородный режим в норме.

За 2019 год в озере Копа по ХПК зарегистрировано 6 случаев высокого загрязнения. Диапазон температуры во время отбора проб составлял от минимальной 0 °С до максимальной 22,4 °С, диапазон водородного показателя за год составляет от 7,75 до 8,72, концентрация растворенного кислорода от 6,18 до 13,93, БПК₅ от 0,58 до 4,62 мг/дм³, цветность от 15 до 70 градусов, запах – 0 баллов. Наблюдения за 12 месяцев 2019 года оз. Копа в створе водомерного поста показали, что качество не нормируется и относится к >5 классу по превышению химического потребления кислорода (ХПК) – 82,3 мг/дм³, что фактическая концентрация превышает фоновый класс.

По результатам данных 2020 года случаи высокого загрязнения не наблюдалось. Диапазон температуры составил от 0 до 23,0, водородный показатель 7,64...8,38, концентрация рас-

творенного кислорода 4,51...12,24 мг/дм³, БПК₅ 0,63...3,83, цветность 10...25, запах – 0. За 2020 год качество воды не нормируется и относится

>5 классу по превышению ХПК – 43,0 мг/дм³, что фактическая концентрация превышает фоновый класс [3].

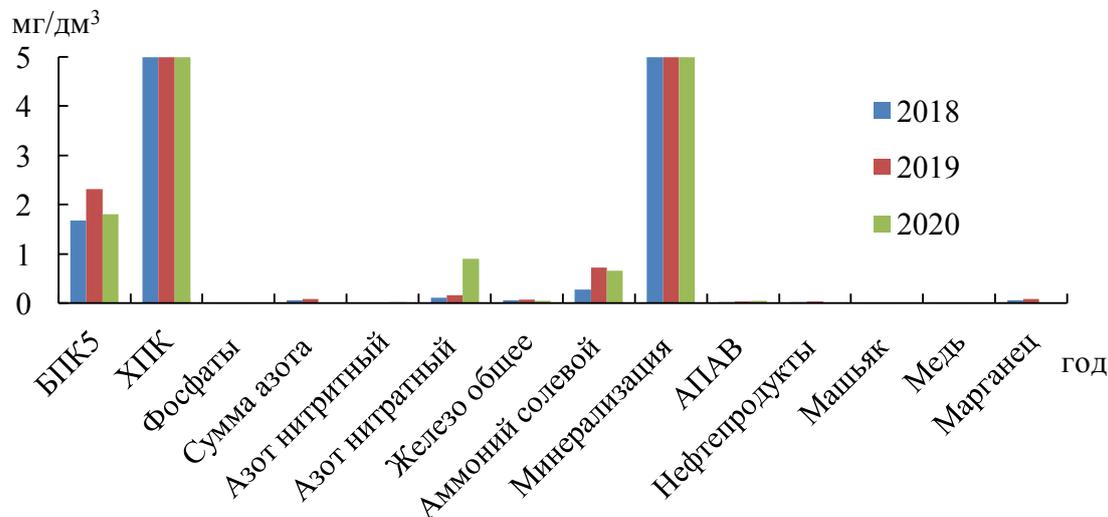


Рис.1. Результаты данных гидрохимических веществ оз. Копа с 2018 по 2019 годы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Качественный состав воды озера Копа согласно единой системы классификации качества воды в водных объектах показал, что за 2019 год наблюдается наибольшая степень загрязненности водоема. Наблюдаются превышения такого вещества как ХПК, нефтепродуктов хлоридов, сульфатов, магния и минерализации.

Комплексный индекс (КИЗВ) варьируется от 1,33 до 3,75 ежегодные на блюдения за качеством вод, показывают превышения уровня фоновых концентраций.

Результаты исследований показывают, что с 2018 по 2020 годы концентрации загрязняющих веществ в озере в сильной степени изменяются.

В результате анализа, приведенного в исследовании, было определено, что по единой системе классификации качества воды в водных объектах озеро Копа относится к 5 классу качества, что характеризуется как вода пригодная для использования в целях гидроэнергетики, добычи полезных ископаемых, гидротранспорта. Для других целей воды этого класса водопользования не рекомендованы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймулдин Н. Озеро будет жить // Экспресс К. – 25.06.2009. – № 359 (16745). Архивировано 20 апреля 2014 года

2. Бурлибаев М.Ж. и др. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Алматы.: Изд-во «Фылым», 2007. – 96 с.

3. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды Республики Казахстан РГП на ПХВ «Казгидромет»

4. Копа. // Словарь названий гидрографических объектов России и других стран-членов СНГ / под ред. Г.И. Донидзе. – М.: Картографцентр – Геодезиздат, 1999. – 190 с.

5. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М: Госкомгидромет, 1988. – 12 с.

6. СТ РК ИСО 51592-2003 «Вода. Общие требования к отбору проб».

REFERENCES

1. Baimuldin N. Ozero budet zhit' // Ekspress K. – 25.06.2009. – № 359 (16745). Arkhivirovano 20 aprelya 2014 goda

2. Burlibaev M.Zh. i dr. Kompleksnaya otsenka kachestva poverkhnostnykh vod po gidrokhimicheskim pokazatelyam. – Almazy.: Izd-vo «Fylym», 2007. – 96 s.

3. Informatsionnye byulleteni o sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Kazakhstan RGP na PKhV «Kazgidromet»

4. Копа. // Slovar' nazvaniy gidrograficheskikh formalizovannoi kompleksnoi otsenke kachestva ob"ektov Rossii i drugikh stran-chlenov SNG poverkhnostnykhimorskikh vodpogidrokhimicheskim / pod red. G.I. Donidze. – M.: Kartgeotsentr – pokazatelyam. – M: Goskomgidromet, 1988. – 12 s. Geodezizdat, 1999. – 190 s. 6. ST RK ISO 51592-2003 «Voda. Obshchie

5. Metodicheskie rekomendatsii po trebovaniya k otboru prob».

КӨКШЕТАУ ҚАЛАСЫНЫҢ ҚОПА КӨЛІНІҢ САПАСЫН ГИДРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕР БОЙЫНША БАҒАЛАУ

А.Т. Садвокасова¹, И.Б. Фахруденова¹ биология ғылымдарының кандидаты, **Т.В. Карнаухова¹, Р.М. Тазитдинова¹** PhD

*¹Көкшетау университеті Ш. Уәлиханов, Көкшетау қ., Қазақстан
E-mail: sat26031997@gmail.com*

Бұл мақалада Ақмола облысының Қопа көлі туралы қысқаша сипаттама берілген. Су объектісінің 2018...2020 жылдардағы экологиялық жай-күйін зерттеу нәтижелері келтірілген. Судың гидрохимиялық режиміне талдау жүргізілді, судың ластану индексі анықталды. Біз алған мәліметтер бойынша, су қоймасында кейбір көрсеткіштер бойынша ШРК асып кетеді.

Түйін сөздер: жер үсті сулары, Қопа көлі, гидрохимиялық талдау, ластану индексі, шекті рұқсат етілген концентрация

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE LAKE KOPA OF THE CITY OF KOKSHETAU BY HYDROCHEMICAL INDICATORS

A.T. Sadvokasova¹, I.B. Fakhrudanova¹ Candidate of Biological Sciences, **T.S. Karnaukhova¹, R.M. Tazitdinova¹** PhD

*¹Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan
E-mail: sat26031997@gmail.com*

This article provides a brief description of the Kopa Lake in the Akmola region. The results of the study of the ecological state of the water body for 2018...2020 are presented. The analysis of the hydrochemical regime of water is carried out, the index of water pollution is determined. According to the data we received, the reservoir is exceeding the MPC in some indicators.

Keywords: surface water, Kopa Lake, hydrochemical analysis, pollution index, maximum permissible concentration

ПАМЯТИ ВАЛЕНТИНЫ ПЕТРОВНЫ ПОПОВОЙ



7 августа 2021 г. на 70-м году ушла из жизни ветеран гидрометеорологической службы Казахстана, кандидат географических наук Попова Валентина Петровна.

После окончания в 1974 г. Казахского государственного университета им. С.М. Кирова по специальности «Гидрология суши» В.П. Попова пришла работать в систему Гидрометслужбы, где проработала всю жизнь. Она была специалистом в области расчетов естественных и антропогенных изменений ресурсов поверхностных вод, разработки методов гидрологических прогнозов водности рек, притока воды в водохранилища и оценке ресурсов поверхностных вод в условиях антропогенного изменения климата. В 1998 г. защитила диссертацию по теме: «Прогнозирование водности притоков реки Сырдарья в пределах Республики Казахстан». Ею опубликовано более 35 научных трудов.

При ее непосредственном участии разрабатывались методы долгосрочного прогноза притока воды в Бухтарминское, Шульбинское и Капшагайское водохранилища; методика оценки ежегодных ресурсов речного стока Казахстана; методика долгосрочного прогноза притока воды

в Вячеславское водохранилище; схема комплексного использования и охраны водных ресурсов оз. Балкаш и рек бассейна оз. Аллаколь и Сасыкколь.

Валентина Петровна была ответственным исполнителем по темам: «Составление государственного водного кадастра»; «Исследование влияния изменения климата на водные ресурсы» и других.

Она участвовала в качестве эксперта по подготовке 2 национального сообщения по изменению климата в Казахстане, по вопросам интегрированного управления водными ресурсами. С 2005 по 2011 гг. входила в рабочую группу экспертов казахстанско-китайской Совместной комиссии по охране и использованию трансграничных рек.

Она всегда щедро делилась своими знаниями с молодежью, пользовалась уважением коллег.

Коллектив РГП «Казгидромет» выражает искренние соболезнования родным и близким по поводу безвременной кончины Валентины Петровны Поповой. Светлая память об этом энергичном и жизнерадостном человеке сохранится в наших сердцах.

"ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ САЛАСЫНЫҢ ҮЗДІГІ" И "ЭКОЛОГИЯ САЛАСЫНЫҢ ҮЗДІГІ"

Владимир Сергеевич Чередниченко, Сакен Каламкалиевич Давлетгалиев, Рустам Гарифович Абдрахимов, Галина Константиновна Турулина и Роза Хакимовна Дюсенова – заслуженные преподаватели кафедры метеорологии и гидрологии – были награждены почетными медалями "Гидрометеорология саласының үздігі" и Экология саласының үздігі".



Чередниченко Владимир Сергеевич, доктор географических наук, профессор, окончил Одесский гидрометинститут, работает в КазНУ им. аль-Фараби 34 года, из которых 18 лет заведовал кафедрой метеорологии. До прихода в университет Чередниченко В.С. служил в качестве метеоролога в Военно-Воздушных Силах, зимовал в Антарктиде, работал в метеослужбе Казахстана начальником вычислительного центра, отдела, старшим научным сотрудником НИИ.

Защитил докторскую диссертацию по теме «Пути повышения эффективности метеорологического обеспечения полётов авиации (на примере Казахстана)» 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология. Он является автором (или соавтором) более 90 научных публикаций, 5 монографий, 4 учебных пособия, одного учебника «Радиометеорология и аэрология» и 10 нормативных документов по охране окружающей среды, принятых Министерством

экологии в качестве официальных.

Чередниченко В.С. читает лекции в КазНУ имени аль-Фараби по курсам «Аэрология», «Радиометеорология», «Глобальные и региональные проблемы метеорологии», «Физика верхних слоев атмосферы», «Природные изменения и антропогенная трансформация водных ресурсов», «Внутриконтинентальные бессточные водоемы Центральной Азии», «Управление водными ресурсами и их последствия в природе».

Владимир Сергеевич является также автором учебника «Радиометеорология и аэрология», где освещены самые современные методы измерений в свободной атмосфере, включая зарубежные. Издание используется в качестве учебника также в Киргизии, ряде университетов России и Украины. Также он написал уникальную и чрезвычайно нужную на этапе реформирования Высшей школы монографию «Системы высшего образования развитых стран мира», в

которой он, дав сначала толкование высшего образования вообще, изложил его особенности в пяти развитых странах мира: Германии, Франции, Англии, США и Японии. Аналогичной работы нет не только в Казахстане, но на всем постсоветском пространстве, она широко используется в настоящее время сотрудниками и специалистами КазНУ им. аль-Фараби и других ВУЗов.

За последние годы он является руководителем ряда фундаментальных научных грантовых проектов МОН РК. В числе приоритетных научных направлений выделяются: изменение климата и его воздействие на поверхностный сток экосистемы и хозяйственную деятельность; оптимизация использования воздействия природных ресурсов и обеспечение устойчивого развития; возобновляемые источники энергии.

В 2004 г. в связи с семидесятилетием КазНУ им.аль-Фараби за успехи в работе награжден Почётной грамотой Президента Республики Казахстан. В 2015 году был награжден золотой юбилейной медалью к 80 летию КазНУ им.аль-Фараби.

Сакен Каламкалиевич Давлетгалиев доктор географических наук, профессор.

В 1958 году он окончил Ленинградский гидрометеорологический институт по специальности инженера-гидролога. Тогда же, по распределению Сакен Каламкалиевич был направлен в Институт Энергетики АН КазССР. Начиная работу в отделе водно-энергетических проблем и принимал участие в подготовке и издании Водноэнергетического кадастра КазССР, в исследовании годового стока Тарбагатайского Алатау, а также в исследовании внутригодовой неравномерности стока.

В 1971 г. Сакен Каламкалиевич защищает кандидатскую диссертацию «Вероятностные прогнозы речного стока и их использование при эксплуатации ГЭС» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.279 – Гидростанции и Гидроэнергетические установки». А в 1996 г. в г. Санкт-Петербурге им защищена докторская диссертация на тему «Статистическое моделирование гидрологических рядов и гидрографов стока».

Профессор С.К. Давлетгалиев успешно сочетает преподавательскую, методическую, научную, воспитательную и общественную

деятельность в стенах Казахского Национального университета имени аль-Фараби.

Преподавательскую деятельность он всегда сочетает с научными исследованиями. Научные исследования профессор С.К. Давлетгалиев проводит в рамках выполнения госбюджетных, хоздоговорных тем и грантов в приоритетных направлениях науки, связанных с проблемами оз. Балхаш, Большого Алматинского канала им. Д.А. Кунаева, канала переброски части стока Сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию, с использованием трансграничных рек Иле и Ертис, с оценкой водных ресурсов и других гидрологических характеристик водных объектов Казахстана.

С.К. Давлетгалиев – ученый, известный не только в Казахстане, но и в других странах СНГ, автор более 100 научных работ. Свой научный опыт он передает своим ученикам. Под его руководством защищено несколько десятков магистерских и кандидатских диссертаций.

За заслуги в научной и педагогической деятельности С.К. Давлетгалиев награжден медалью «Ветеран труда», нагрудным знаком «Отличник образования РК», неоднократно награждался почетными грамотами КазНУ и Министерства образования РК.

Рустам Гарифович Абдрахимов, кандидат технических наук, доцент. В 1980 г. с отличием окончил географический факультет КазГУ и получил специальность инженера-гидролога. По окончании аспирантуры, 1983 г. работал на кафедре гидрологии суши в качестве МНС, с 1986 года являлся ассистентом по науке, а с 1991г. старшим преподавателем. С 1994 г. Абдрахимов Р.Г. работает в должности доцента. Имеет ученую степень кандидата технических наук по специальности – гидравлика и инженерная гидрология. Тема диссертации – «Неустановившееся движение воды в периоды замерзания и вскрытия крупных водотоков».

За время работы в КазНУ Рустам Гарифович зарекомендовал себя квалифицированным специалистом и преподавателем. На высоком научном и методическом уровне проводит занятия в по дисциплинам «Гидрологические расчеты», «Зимний режим рек», «Экономика гидрологического обеспечения хозяйственной деятельности», «Учение о почвенной влаге» и др. Он также руководит производственными и учебными

практиками, дипломными, диссертационными и курсовыми работами.

Абдрахимов Р.Г. принимает постоянное участие в методической работе кафедры, факультета и университета.

С 1992 г. по 2001 г. выполнял обязанности зам. декана географического факультета по учебным вопросам, с мая 2001 г. по 2003 г. работал начальником учебного отдела УМУ КазНУ, с 2004...2011 года являлся заведующим кафедрой гидрологии суши, с 2011 года доцент кафедры метеорологии и гидрологии, с 2015 по 2018 г. – заведующий кафедрой метеорологии и гидрологии.

В научной деятельности кафедры гидрологии суши Абдрахимов Р.Г. принимает постоянное участие, являясь в разные годы исполнителем разделов и ответственным исполнителем научных исследований – хоз. договорных и гос. бюджетных тем. Результатом научных исследований стали 45 научных работ, а также четыре методических пособия по специальным дисциплинам.

Галина Константиновна Турулина, кандидат географических наук, доцент. В 1969 году она окончила географический факультет Казахского государственного университета по специальности «Метеорология», и была направлена на работу в КазНИГМИ.

В 1971 году поступила в аспирантуру Гидрометеорологического научно-исследовательского центра СССР, которую успешно закончила, защитив в 1974 году диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности «11.00.09 – метеорология, агрометеорология и физика атмосферы» на тему «Методика прогноза значительных и слабых осадков по территории Казахстана». После окончания аспирантуры Турулина Г.К. работала в лаборатории долгосрочных прогнозов погоды КазНИГМИ.

С 1987 года Турулина Г.К. работает в КазНУ им. аль-Фараби в должности доцента кафедры метеорологии и гидрологии.

Ученое звание доцента присвоено Турулиной Галине Константиновне 5 мая 1987 года.

Турулина Г.К. постоянно работает над совершенствованием методики преподавания, ею опубликовано более 90 научных трудов, соавтор Атласа природных и техногенных

опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Республики Казахстан, 6 учебных пособия, 15 методических статей, 6 методических рекомендаций, 3 монографий, 12 типовых учебных программ. В период с 2011-2017 гг. проводила научно-исследовательскую работу по 4 научным проектам грантового финансирования КН МОН РК.

Принимала непосредственное участие в разработке Государственных стандартов образования, рабочих и типовых учебных планов разных поколений по специальностям 5В061200 – Метеорология, 050610 – Гидрометеорология, 6N0610 – Гидрометеорология (магистратура), 6В061200 – Метеорология. В настоящее время является членом рабочей группы образовательных программ нового поколения 6В05204 - Метеорология (бакалавриат), 7М05207 – Метеорология (магистратура), 8D05204 – Метеорология. В 2018 году входила в состав рабочей группы по разработке образовательной программы «Meteorology» на английском языке для ВУЗов Республики Казахстан по заданию МОН РК.

Галина Константиновна читает лекции и проводит лабораторные занятия по дисциплинам: «Климатология», «Долгосрочные метеорологические прогнозы», «Общая метеорология»; «Особенности общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы погоды». Руководит курсовыми и дипломными работами, магистерскими диссертациями.

Повышает свою квалификацию: в 2001 г. окончила курсы повышения квалификации международного учебного центра ВМО при Росгидромете; в 2018 г. прошла курс повышения квалификации по теме: Подготовка специалистов по эксплуатации УАМС и АРМ наблюдателя», проводимые SkyMax Technologies.

Турулина Г.К. участвует в общественной жизни факультета, является членом секции УМС РУМС по специальностям «Метеорология», Направления подготовки кадров с высшим и послевузовским образованием «6В052, 7М052, 8D052 – Окружающая среда».

Роза Хакимовна Дюсенова, кандидат технических наук, доцент.

Дюсенова Р.Х. после окончания Московского института инженеров водного хозяйства им. В.Р.Вильямса с 1958 гг. работала и училась в аспирантуре КазНИИ Энергетики.

В 1967 году защитила диссертацию на тему: «Экспериментальное исследование гидродинамического воздействия на незатопленные гасители энергии» на соискание степени кандидата технических наук. С сентября 1968 г. по 2016 год Дюсенова Р.Х. работает доцентом, диплом доцента получила 3.12.68 г. В 1977...1978 учебном году она исполняла обязанности заведующего кафедрой гидрологии суши Казахского государственного университета имени С. Кирова. Стаж научно-педагогической работы 48 лет.

Дюсенова Р.Х. является высококвалифицированным специалистом в области инженерной гидрологии и гидравлики, одним из наиболее опытных преподавателей кафедры метеорологии и гидрологии. Она читает лекции на высоком научно-методическом уровне с применением активных методов обучения и ТСО по курсам «Гидравлика и основы гидромеханики», «Основы гидротехники и гидрометрические сооружения», «Гидроэкологический маркетинг и менеджмент», «Сточные воды».

Дюсенова Р.Х. является автором 50 научных трудов, из них два авторских свидетельства на изобретение, выступала с докладами на Всесоюзных совещаниях, на учебно-методических конференциях преподавателей КазНУ. Под ее руководством в 1991 г. на кафедре организована учебная гидравлическая

лаборатория. В 1997 г. опубликованы «Учебное пособие по выполнению лабораторных работ по курсу гидравлика», в 2004 г. Учебное пособие «Основы гидротехники».

Наряду с этими Дюсенова Р.Х. активно участвовала в общественной жизни: шесть лет ученым секретарем Совета Географического факультета, председателем и членом конкурсной комиссии факультета, четыре года избиралась секретарем партбюро факультета, была руководителем научного семинара кафедры, была и является куратором учебной группы. Дюсенова Р.Х. за учебно-методическую, политико-воспитательную и научную работу награждалась Почетными грамотами МинВУЗа СССР, КазССР и КазГУ, многократно ей выносились благодарности за высокие производственные показатели. В 1995 г. награждена нагрудным значком «Отличник народного образования РК», награждена медалью «Ветеран труда СССР».

Мы от всего сердца поздравляем наших учителей, наставников, наших преподавателей с получением почетных медалей! На всем научном пространстве гидрометеорологии нет такого человека, кому были бы не знакомы эти талантливые люди, посвятившие всю свою жизнь любимому делу! Они трудились не покладая рук, вкладывая знания в молодое поколение и прививали любовь к науке всем своим ученикам!!!