

ISSN 1563-0234, eISSN 2663-0397
Индекс 75868; 25868

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

География сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия географическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

JOURNAL

of Geography and Environmental Management

№2 (57)

Алматы
«Қазақ университеті»
2020



ISSN 1563-0234, eISSN 2663-0397
Индекс 75868; 25868

ХАБАРШЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ №2 (57) маусым



04.05.2017 ж. Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген

Қуәлік №16502-Ж.

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Нарбаева К.Т., PhD, аға оқытушы
(Қазақстан)
e-mail: vestnik.kaznu.geo@gmail.com

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Қалиасқарова З.К., г.ғ.к., профессор м.а. – ғылыми редактор (Қазақстан)
Шокпарова Д.К., PhD, доцент м.а., ғылыми редактордың орынбасары (Қазақстан)
Асқарова М.А., г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)
Плохих Р.В., г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)
Бексентова Р.Т., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Кожаяев Ж.Т., PhD, аға оқытушы (Қазақстан)
Нысанбаева А.С., г.ғ.к., аға оқытушы (Қазақстан)
Гельдыев Б.В., г.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Ивкина Н.И., г.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Родионова И.А., г.ғ.д., профессор (Ресей)
Béla Márkus (Белла Маркус) профессор (Венгрия)
Fernandez De Arroyave Pablo (Фернандес Де Арройеб Пабло), профессор (Испания)
Севастьянов В.В., г.ғ.д., профессор (Ресей)
Бобушев Т.С., г.ғ.д., профессор (Қырғызстан)
Мазбаев О.Б., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Исанова Г.Т., PhD (Қазақстан)
Кристиан Опп, профессор (Германия)

ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Ерболқызы С., (Қазақстан)

Тақырыптық бағыты: қоршаған орта туралы ғылымдар, география, метеорология, гидрология, туризм, экология, геодезия, картография, геоақпараттық жүйелер, жерді қашықтықтан зондылау.



Министерство образования и науки
Республики Казахстан
Официальный интернет-ресурс
Комитета по контролю в сфере
образования и науки



Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

Гүлмира Шаккозова
Телефон: +7 701 7242911
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

Редакторлары:

Гүлмира Бекбердиева
Ағила Хасанқызы

Компьютерде беттеген

Айша Калиева

ИБ №13677

Пішімі 60x84 ¹/₈. Көлемі 8.7 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылыс.
Тапсырыс № 9750. Бағасы келісімді.
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.
«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2020

1-бөлім
**ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ
ӘЛЕУМЕТТІК ГЕОГРАФИЯ**

Section 1
**PHYSICAL, ECONOMIC
AND SOCIAL GEOGRAPHY**

Раздел 1
**ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
И СОЦИАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ**

Т.О. Увалиев¹, М.Т. Увалиев², Э.А. Мирзаев¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

²Омский государственный педагогический университет, Россия, г. Омск

*Корреспондентский автор – Увалиев Т.О.

КРАТКИЙ ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА КАЗАХСТАНА В XX ВЕКЕ

Данная статья основана на изучении документов, касающихся административно-территориальных изменений, происходивших на территории Республики Казахстан, а также на статистических данных переписей населения. В частности, рассмотрены вопросы административно-территориальных изменений на карте Казахстана, представлено краткое описание административно-территориального деления (АТД) страны в разные периоды ее становления и дальнейшего развития. Было обращено внимание на определенные изменения, произошедшие после обретения Казахстаном государственной независимости и связанные, главным образом, с изменениями выполняемых функций в новом политико-государственном устройстве и названий областей, районов, городов и сельских населённых пунктов в соответствии со статьей 9 Закона Республики Казахстан от 8 декабря 1993 года «Об административно-территориальном устройстве Республики Казахстан», который стал основным документом, определяющим правовые основы жизнедеятельности территориально-административной системы республики. В систему административно-территориального устройства Казахстана вошли такие административно-территориальные единицы, как село, поселок, сельский округ, район в городе, город, сельский район и область. А также в статье рассмотрены новые образования административно-территориальных единиц, их упразднения или восстановления, переименования и другие вопросы касательно административно-территориальных изменений на политической карте Казахстана и их причин.

Ключевые слова: Республика Казахстан, административно-территориальное устройство, волость, уезд, район, область, город, изменения.

T.O. Uvaliyev¹, M.T. Uvaliyev², E.A. Mirzaev¹

¹Abai Kazakh national pedagogical university, Kazakhstan, Almaty,

²Omsk State Pedagogical University, Russian, Omsk

*Correspondent author – Uvaliyev T.O.

A brief historical and geographical overview of the administrative and territorial structure of Kazakhstan in the XX century

This article is based on the study of documents on administrative and territorial changes that took place in the territory of the Republic of Kazakhstan, as well as on statistical data of population censuses. The article deals with the issues of administrative-territorial changes on the map of Kazakhstan, provides a brief description of the administrative-territorial division (ATD) of the country in different periods of its formation and further development. Attention was drawn to certain changes that had taken place after obtaining the state independence of Kazakhstan, mainly related to changes in the functions performed in the new political and state structure and the names of regions, districts, cities and rural settlements in accordance with Article 9 of the Law of the Republic of Kazakhstan of December 8, 1993 y. «On the administrative-territorial structure of the Republic of Kazakhstan», which became the main document defining the legal basis for the vital activity of the territorial-administrativnoy system of the republic. The administrative-territorial system of Kazakhstan includes such administrative-territorial units as a village, village, rural district, a district in a city, a city, a rural area and a region. Also, the article considers new formations of administrative-territorial units, their abolition or restoration, renaming, and other issues of administrative-territorial changes on the political map of Kazakhstan and their causes.

Key words: Republic of Kazakhstan, administrative-territorial structure, rural municipality, county, district, region, city, changes.

Т.О. Увалиев¹, М.Т. Увалиев², Э.А. Мирзаев³^{1,3}Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.²Омбы мемлекеттік педагогикалық университеті, Ресей Федерациясы, Омбы қ.^{*}Корреспонденттік автор – Увалиев Т.О.

XX ғасырдағы Қазақстанның әкімшілік-аумақтық құрылысына қысқаша тарихи-географиялық шолу

Аталмыш мақала Қазақстан Республикасының аумағында болған әкімшілік-аумақтық өзгерістер туралы құжаттарды зерделеу мен халық санағының соңғы статистикалық мәліметтеріне негізделген. Қазақстан картасындағы әкімшілік-аумақтық өзгерістер мәселесі қарастырылуымен қатар және оның себептері де баяндалады. Мақалада еліміздің әрбір кезеңдегі әкімшілік-аумақтық бөлінісіне (ӘАБ), оның қалыптасуы мен дамуы барысына қысқаша сипаттама берілген. Республикамыздың аумақтық-әкімшілік жүйесінің күнделікті қызметінде оның құқықтық негіздерін анықтаушы басты құжат болып табылатын, 1993 жылдың 8 желтоқсанындағы «Қазақстан Республикасының әкімшілік-аумақтық құрылысы туралы» Қазақстан Республикасы Заңының 9 статьясына сәйкес, негізінен жаңа саяси-мемлекеттік құрылыста атқаратын қызметіне байланысты болатын өзгерістерге, сонымен қатар Қазақстанның мемлекеттік тәуелсіздігіналғаннан кейінгі қалалық және ауылдық елді мекендердің, аудандар мен облыстардың атауларындағы болған белгілі бір өзгерістерге назар аударылған. Қазақстанның әкімшілік-аумақтық құрылыс жүйесіне келесідегідей әкімшілік-аумақтық бірліктер – ауыл, кент, ауылдық округ, қала ішіндегі аудан, қала, ауылдық аудан және облыс кіреді. Сонымен бірге мақалада жаңадан пайда болған әкімшілік-аумақтық бірліктер, олардың құрылуы және таратылуы, атауының өзгеруі, Қазақстан картасындағы әкімшілік-аумақтық өзгерістер мен басқа да мәселелердің қарастырылуымен қатар оның себептері де баяндалады.

Түйін сөздер: Қазақстан Республикасы, әкімшілік-аумақтық құрылыс, болыс, үйез, аудан, облыс, қала, өзгерістер.

Введение

Перед тем, как административно-территориальное деление (АТД) Казахстана в XXI веке приобрело свой современный вид, произошло большое количество изменений. Более ста лет назад административное устройство Казахстана было довольно неказистым в территориальном и социально-экономическом отношении. Политика, проводимая при ранних периодах царской России, была направлена на то, чтобы разъединить Казахстан на части и, тем самым, затруднить консолидацию казахской нации, подорвать национально-освободительное движение его народа. АТД было проведено без учета экономических и национальных интересов, лишь для удобства управления царскими властями по их военно-политическим соображениям, чтобы исключить возможности создания национальной государственности.

При царской России, не имея своей государственности, Казахстан оказался расчлененным между различными административными единицами. К 1917 году на его территории образовались шесть областей: Акмолинская с Акмолинским, Атбасарским, Кокчетавским, Омским и Петропавловским уездами; Семипалатинская с Зайсанским, Каркаралинским, Павлодарским,

Семипалатинским и Усть-Каменогорским уездами. Обе эти области входили в состав Степного генерал-губернаторства с центром в г. Омске. В Туркестанское генерал-губернаторство с центром в г. Ташкенте входили: Семиреченская область с уездами Верненским, Джаркентским, Капальским, Лепсинским, Пишпекским и Пржевальским; Сырдарьинская – с уездами Аулие-Атинским, Казалинским, Перовским, Ташкентским и Чимкентским. Самостоятельной была Тургайская область (центр г. Оренбург) с уездами Актюбинским, Иргизским, Кустанайским, Тургайским и Уральская (областной центр г. Уральск) – с уездами Гурьевским, Лбищенским, Темирским и Уральским. Кроме того, территория Букеевской Орды была включена в состав Астраханской губернии, а полуостров Мангышлак с прилегающей территорией между Аральским и Каспийским морями входил в состав Закаспийской области (Покровский С.Н., 1957). Таким образом, на территории современного Казахстана в то время не было ни одного организующего губернского центра.

В декабре 1917 года второй Всеказахский съезд объявил об автономии Казахстана и образовании правительства «Алаш-Орда». В 1919 году была установлена советская власть на большей части территории Казахстана, и она получи-

ла возможность начать устройство государства в Казахстане, а в том же году решением Совета Народных Комиссаров (СНК) РСФСР от 10 июля был организован «Комитет по управлению Киргизским краем»¹, в ведение которого вошли Акмолинская, Семипалатинская, Тургайская и Уральская области, также часть территории Астраханской губернии с казахским населением, а декретом Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета (ВЦИК) и СНК РСФСР от 26 августа 1920 года была образована Казахская Автономная Республика, установлена система высших органов государственной власти и управления, а также определялись границы республики. 4 октября 1920 года в г. Оренбурге на Учредительном съезде Советов Казахстана торжественно была провозглашена Киргизская (Казахская) Автономная Социалистическая Советская Республика (АССР) в составе Российской Советской Федеративной Социалистической Республики (РСФСР) со столицей республики – г. Оренбургом (Справочник по АТД Казахстана, 1958). Данный этап можно охарактеризовать как одну из главных предпосылок создания своей национальной государственности казахским народом.

Первый этап становления административно-территориального устройства (АТУ) Казахстана. Следует отметить, что в 1920 году в соответствии с постановлением ВЦИК и СНК РСФСР в состав республики вошли области: Акмолинская – Акмолинский, Атбасарский, Кокчетавский, Петропавловский уезды и часть Омского уезда; Оренбургская – Илецкий, Исаева-Дедовский, Краснохолмский, Оренбургско-Покровский, Орский, Петровский и Шарлыкский уезды; Семипалатинская – Зайсанский, Каркаралинский, Павлодарский, Семипалатинский и Усть-Каменогорские уезды; Тургайская – Актюбинский, Иргизский, Кустанайский и Тургайский уезды; Уральская – Гурьевский, Лбищенский, Темирский и Уральский уезды. Кроме указанных областей, в состав республики были включены Мангышлакская и две Адаевские волости Красноводского уезда Закаспийской области, а также Букеевская Орда с четырьмя волостями Астраханской губернии. В 1921 году из этих волостей и Букеевской Орды образована Букеевская губерния с уездами: Калмыцкий, Камыш-Самарский, Нарынский, два Приморских,

Таловский и Торгунский. А Мангышлакский уезд был переименован в Адаевский с непосредственным подчинением центру республики (Административные деления СССР по данным к 15 мая 1923 года, 1923). В том же 1921 году области были переименованы в губернии, а город Верный – в Алма-Ату, село Гавриловка – в Талды-Курган. Кроме того, в 1921 году в АТД республики произошли и другие изменения. В частности, из состава Тургайской и Оренбургской областей были образованы губернии: Актюбинская (четыре уезда), Кустанайская (два уезда и один район) и Оренбургская (два уезда).

В эти годы в Казахстане остро стоял вопрос об обеспечении казахских трудящихся землей. Республиканский ЦИК в феврале 1921 г. принял декрет о передаче трудящимся казахам всех земель, отнятых у них царским правительством. Казахское население получило несколько сотен тысяч гектаров земли, пригодной для земледелия и богатой сенокосами и выпасами. В 1921 году и в Туркестанской АССР, в составе которой оставались Семиреченская и Сырдарьинская области, была проведена земельно-водная реформа, благодаря которой казахским трудящимся возвратили более 470.000 га земли. В конце 1922 года Семиреченская область была переименована в Джетысуйскую, Перовский уезд – в Ак-Мечетский, а г. Перовск – в город Ак-Мечеть (Timothy Snyder, 2009).

В 1924 году постановлением ВЦИК от 14 января проведено новое АТД республики. Были созданы: Адаевский уезд (29 волостей) с центром пос. Форт-Александровский, подчиненный непосредственно республиканскому ЦИК; Акмолинская губерния с центром в г. Петропавловске – 5 уездов и 203 волости; Актюбинская – 5 уездов и 68 волостей; Букеевская с центром в пос. Урда – 4 уезда и 25 волостей; Кустанайская – 5 уездов и 47 волостей; Оренбургская – 3 уезда и 43 волости; Семипалатинская – 6 уездов и 91 волость; Уральская – 4 уезда и 45 волостей. В том же 1924 г. при национально-территориальном размежевании Средней Азии в состав республики были включены южно-казахские регионы: Джетысуйская область (центр в г. Алма-Ата) с уездами: Алма-Атинский (12 вол.), Джаркентский (8 вол.), Талды-Курганский (14 вол.), Лепсинский (8 вол.) и 3 волости Пишпекского уезда; Сырдарьинская область (центр г. Чимкент) с уездами: Ак-Мечетский (4 вол.), Казалинский (5 вол.), Туркестанский (6 вол.), Аулие-Атинский (24 вол.), 9 волостей Ташкентского, Ирджарская волость Мирзачульского уезда и 6 волостей

¹ 16 декабря 1991 г. – Верховный Совет РК провозгласил государственную независимость Республики Казахстан.

Джизакского уезда из Самаркандской области; а также в состав Казахстана вошла родственная Каракалпакская автономная область с центром в г. Турткуле в составе уездов: Кунградский (6 вол.), Турткульский (7 вол.), Ходжейлинский (6 вол.) и Чимбайский (8 вол.) (Территориальное и административное деление Союза ССР на 1 января 1926 года, 1926).

Таким образом в 1924-1925 гг. завершилось полное воссоединение всех исконно казахских земель в единое государство, что составило примерно 40% всей территории бывших Среднеазиатских республик с населением около 1,5 млн. чел. Для официального оформления этого важного государственного события в апреле 1925 года в г. Оренбурге собрался V Всеказахский съезд советов. Съезд восстановил исторически правильное название казахов и соответственно изменил наименование республики – с этого времени она стала называться Казахская АССР. С присоединением южной части республики намного увеличилась территория Казахстана, с 2,0 млн. кв. км в 1920 г. до 2,96 млн. кв. км в 1925 г. По площади Казахстан в Союзе Советских Социалистических Республик (СССР) превзошёл все союзные республики, без Российской Федерации. Это привело и к росту численности населения с 4,8 млн. чел. в 1920 г. до 6,5 млн. чел. в 1925 г. Благодаря этому увеличились территория в его исторических границах, численность населения, возрос экономический потенциал Казахстана. К 1926 году казахское население выросло и составило 61,3% всей численности в Казахстане. Изменилось также геополитическое и экономико-географическое положение республики. Если раньше Казахстан лишь на незначительном протяжении выходил к государственной границе только с Китаем, то после размежевания с республиками Средней Азии он стал окраиной территорией и длина государственных пограничных линий возросла до 2200 км. Завершение полного воссоединения казахского народа в одном государстве явилось важным историческим актом и создало предпосылки для последующего преобразования Казахской АССР в союзную республику (Дахшлейгер Г.Ф., 1953).

Следует подчеркнуть, что в том же 1925 г. в республике произошли ещё и другие важные изменения. Так, в феврале этого года столица республики переносится из Оренбурга в Ак-Мечеть, а в июне Ак-Мечеть переименовывается в Кызыл-Орду. Тогда же упраздняется Букеевская губерния и на правах уезда присоединяется к Уральской губернии, Кустанайская губерния

преобразовывается в округ. Была выделена из состава Казахстана Оренбургская губерния, а к Туркмении от Казахстана отошла небольшая территория южной и юго-восточной частей залива Кара-Богаз-Гол. В мае 1927 г. ВЦИК принимает решение о переводе столицы республики из Кызыл-Орды в Алма-Ату. Ровно через два года правительство Казахстана переезжает в Алма-Ату, которая в дальнейшем становится столицей республики.

В 1927 г. АТД Казахстана состояло из Каракалпакской автономной области, 6 губерний, 2 округов и 31 уезда. По переписи 1926-1927 гг. население республики составляло около 6,6 млн. чел.; из них казахов – 3,9 млн. чел. (около 60%), русских – 1,2 млн. чел., украинцев – 0,8 млн. чел., узбеков – 0,2 млн. чел., каракалпаков – 115 тыс. чел. Все население Казахстана было объединено в 4.000 аул сельсоветов, 411 волостей и 25 горсоветов. В истории АТД Казахстана 1928-й год занимает особое место, так как упраздняются губернии и уезды, утверждаются округа и районы. Был разработан план коренного упрощения и удешевления всего административного управления в республике путем экономического районирования Казахстана и перехода на районное и окружное деление. По этому плану, первоначально, вместо существовавших до этого административных единиц намечалось создать 18 округов и 221 район. Однако позже было решено сократить количество округов до 13, а районов до 195. В результате образовалось следующее АТД республики: Адаевский округ с центром в посёлке Уил – 6 районов; Акмолинский – 15 районов; Актюбинский – 14 районов; Алма-Атинский – 21 район; Гурьевский – 6 районов; Кызыл-Ординский – 8 районов; Каркаралинский – 7 районов; Кустанайский – 15 районов; Павлодарский – 9 районов; Петропавловский – 21 район; Семипалатинский – 25 районов; Сырдарьинский с центром в г. Чимкенте – 21 район; Уральский – 15 районов; Каракалпакская автономная область с центром в г. Турткуле – 10 районов (История национально-государственного строительства в СССР, 1979).

Следует отметить, что конец 20-х и начало 30-х годов оказались не менее стабильными, чем предыдущие годы. Так, в 1929 г. был упразднён Адаевский округ, а его территорию частями присоединили к Каракалпакской автономной области, Актюбинскому и Гурьевскому округам. В 1932 году вся территория вдоль залива Кара-Богаз-Гол, до этого входившая в состав Казахской АССР, была передана в состав

Туркменской ССР. А в 1930 г. постановлением ВЦИК Каракалпакская автономная область выведена из состава Казахстана и была включена непосредственно в РСФСР (в дальнейшем, в марте 1932 г. она преобразовывается в автономную республику в составе РСФСР). В связи с принятием Конституции СССР 1936 года Каракалпакская АССР вошла в состав Узбекской ССР, что мотивировалось их территориальной общностью, родством языков и общностью исторических судеб). В том же 1930 г. все округа республики были ликвидированы и вместо них организованы 122 района. Надо сказать, что упразднение округов не улучшило положение дел по руководству деятельностью большого числа районов, разбросанных на огромной территории Казахстана в условиях слабо развитой транспортной сети и вообще всех видов коммуникации. Поэтому в 1932 г. в республике вновь образовано шесть областей: Актюбинская – 18 районов; Алма-Атинская – 21 район; Восточно-Казахстанская (ВКО) с центром в г. Семипалатинске – 21 район; Западно-Казахстанская (ЗКО) с центром в г. Уральске – 13 районов; Карагандинская с центром в г. Петропавловске – 23 района; Южно-Казахстанская (ЮКО) с центром в г. Чимкенте – 19 районов (Административно-территориальное деление Союза ССР: Крат. справочник на 1 сентября 1935 года, 1935).

В 1933-1934 годах вновь были образованы два округа: Гурьевский из 5 районов, выделенных из состава – ЗКО и Каркаралинской из 5 районов, выделенных из состава – ВКО, Алма-Атинской и Карагандинской областей. Однако в июле 1936 г. Каркаралинский округ был упразднен, а его районы переданы Карагандинской области. Сюда же отнесли и Карсакпайский район из ЮКО, а центром Карагандинской области определили г. Караганду. В том же 1936 г. в связи с разукрупнением районов образованы еще две новые области: Кустанайская из 12 районов, выделенных из Актюбинской области, и Северо-Казахстанская (СКО) с центром в г. Петропавловске из 25 районов, выделенных из Карагандинской области. Таким образом к 5 декабря 1936 г., т.е. к моменту преобразования Казахской АССР в союзную республику, здесь имелось восемь областей, один округ и 157 сельских административных районов. Теперь Казахстан в соответствии с новой Конституцией непосредственно стал входить в состав СССР. Это важнейшее политическое событие в жизни казахского народа имело не только историческое, но также большое со-

циально-экономическое значение, т.к. создавало предпосылки для дальнейшего развития казахской национальной государственности.

Второй этап становления АТУ Казахстана. Ставший в 1936 г. самостоятельной союзной республикой и покинувший по этой причине РСФСР, Казахстан в последующие годы испытывал разукрупнение своего АТД. Они выразились прежде всего в образовании в 1938-1939 гг. шести новых областей и 37 районов на базе разукрупнения существовавших. Так, в 1938 г. появились области – Гурьевская из 6 районов ликвидированного Гурьевского округа; Кызыл-Ординская из 6 районов, выделенных из ЮКО и Аральского; выделенного из Актюбинской области; Павлодарская из 10 районов, выделенных из ВКО и Баян-Аульского, выделенного из Карагандинской области, а в 1939 г. образованы – Акмолинская из 4 районов Карагандинской области и 11 районов СКО; Джамбульская из 6 районов ЮКО и 3 районов Алма-Атинской области; Семипалатинская из 8 районов ВКО и 4 районов Алма-Атинской области (СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 января 1940 года, 1941). Центр ВКО из г. Семипалатинска перенесен в г. Усть-Каменогорск. Надо заметить, что в мае 1938 г. Кастекский район Алма-Атинской области переименован в Джамбульский, а в июле того же года г. Аулие-Ата – в г. Джамбул.

В конце 30-х годов, наряду с образованием новых областей, продолжали создаваться и новые административные районы с целью максимального приближения руководства хозяйством на места. В результате проводившихся разукрупнений административных единиц Казахстана к началу Великой Отечественной войны в республике насчитывалось уже 14 областей и 193 района. Эвакуация в Казахстан в годы войны значительного количества предприятий и населения, рост промышленности и сельского хозяйства заметно осложнили оперативное руководство делами ряда районов и даже областей. Это особенно относилось к Северному Казахстану и Алма-Атинской области. Так, в Алма-Атинской области, кроме самой столицы, ещё насчитывалось 22 сельских района, 717 колхозов и 17 совхозов, 31 машинно-тракторная станция (МТС) и несколько крупных рабочих поселков, разбросанных на обширной территории. Некоторые из них от областного центра находились на расстоянии более 700 км. Все это настоятельно требовало ставить вопрос о разукрупнении области. Такая же картина наблюдалась в Север-

ном Казахстане. Поэтому в марте 1944 г. были образованы две новые области: Кокчетавская из 11 районов, выделенных из СКО и Акмолинской области; Талды-Курганская из 12 районов, выделенных из Алма-Атинской области (СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 января 1947 года, 1947). В итоге на 1 января 1946 г. АТД Казахстана насчитывало 16 областей и 203 района.

В середине 50-х годов на изменение АТД республики существенное влияние оказало освоение целинных и залежных земель. Только в течение 1954-1955 гг. в Казахстане было создано 338 совхозов, причём 275 из них возникли в северных областях республики. Поэтому в Акмолинской и Кустанайской областях были образованы по два новых района, а в Кокчетавской – даже три. Вместе с тем, в это время происходило и упразднение некоторых районов. Это касалось главным образом экономически маломощных сельских районов. Например, в 1955 г. был упразднен Абралинский район в Семипалатинской области, в 1956 г. – Кзылкумский и Фрунзенский районы в ЮКО и Октябрьский район в Талды-Курганской области, а их территории были переданы соседним районам.

В 1954-1956 годах некоторые изменения произошли и в государственных границах республики, что было связано с передачей отдельных участков территории Казахстана в состав Российской Федерации. Так, например, небольшая территория Карабалыкского района Кустанайской области была передана Челябинской области, а Джаныбекского района ЗКО – Астраханской области. А Казахстан принял территорию Верх-Катунского мараловодческого совхоза Горно-Алтайской автономной области РСФСР, в составе ВКО. Однако более существенное изменение внешних границ Казахстана произошло в январе 1956 г., когда по решению Президиума Верховного Совета республики Бостандыкский район ЮКО, а также орошаемые земли, находящиеся в зоне освоения «Голодной степи», общей площадью около 1 млн. га были переданы Узбекской ССР. К 1957 году АТД республики состояло из 16 областей, 204 административных районов, 41 города и 140 поселков городского типа. На долю Казахстана приходилось свыше 12% площади СССР – 2766 тыс. кв. км, а население составляло 8,5 млн. человек (СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 января 1958 года, 1958).

В 1957 году в республике было создано сначала девять, но впоследствии семь экономических

районов, а в 1960-1962 гг. три края: Целинный с пятью областями, Западно-Казахстанский и Южно-Казахстанский с тремя областями в каждой из них. С образованием краев были переименованы области: ЗКО – в Уральскую, Акмолинская – в Целиноградскую, ЮКО – в Чимкентскую. В результате реорганизации административных органов по производственному принципу для перенесения тяжести управления на места в республике были образованы кроме вышесказанных краев – 14 областных (сельских), 3 областных (промышленных) и 1 областной (единый) Совет. Это означало переход от отраслевого к территориальному принципу управления. Однако эти административные производственные органы, экономические районы и края на практике не выдержали проверку временем и в 1964-1965 годах были упразднены.

В истории Казахстана март 1961 г. известен тем, что тогда г. Акмолинск был переименован в г. Целиноград. Чуть раньше, в 1959 г. была упразднена Талды-Курганская область, но вскоре (в 1967 г.) она вновь восстановлена. Одновременно в эти годы происходили изменения и в низовых административных делениях. Они были связаны с укреплением сельских районов, число которых в 1965 г. по сравнению с 1954 г. уменьшилось в 1,3 раза (только в 1963 г. в республике было упразднено 93 района). В результате территории сельских административных районов Казахстана стали в два раза крупнее общесоюзных показателей. Например, один район Казахстана в среднем занимал 16500 кв. км площади, тогда как по СССР в целом этот показатель составлял 8500 кв. км. Процесс укрупнения не избежали и сельсоветы, число которых с 2638 в 1954 г. сократилось до 1804 в 1965 г. На один сельсовет в то время приходилось 1500 кв. км территории и 3400 чел. населения, тогда как по Союзу эти показатели соответственно составляли 565 кв. км и 2700 чел. В 1964 г. АТД Казахстана составляло из следующих единиц: краев – 3, областей – 15, в т. ч. внутрикраевых – 11; районов – 127, в т. ч. промышленных – 6 (СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 июля 1967 года, 1967).

Все важнейшие изменения в АТД республики в последующие годы связаны с образованием новых областей и районов. Так, в ноябре 1970 г. создана Тургайская область с центром в г. Аркалыке из отдельных районов Кустанайской и Целиноградской областей, а в марте 1973 г. образованы ещё две области: Джезказганская область – из районов, выделенных из Карагандинской

области и Мангышлакская с центром в г. Шевченко из районов, выделенных из Гурьевской области. Каждая из этих областей была образована с целью более ускоренного освоения их богатых природных ресурсов для развития промышленности и сельского хозяйства (Robert Conquest, 1987).

Дальнейший рост аграрного сектора республики, возникновение новых сельскохозяйственных предприятий и бурное развитие местной промышленности вызвали необходимость создания новых сельских районов, количество которых увеличилось с 121 в 1964 г. до 222 на 1 января 1986 года, а число сельсоветов соответственно выросло за этот период более чем в 1,3 раза (с 1807 до 2418). В связи с ростом городского населения увеличилось также число городских административных районов. Если в 1965 г. в Казахстане городские районы имели только города Алма-Ата и Караганда (каждый по 4 района), то через 20 лет их стало 35, в т.ч. в Алма-Ате число районов возросло до восьми, в Караганде – до семи. Образованы новые городские районы: по три в Чимкенте и Семипалатинске, а по два в городах: Актюбинск, Усть-Каменогорск, Петропавловск, Джамбул, Целиноград и Павлодар.

Произошли и другие изменения. Многие сельские населенные пункты в связи с их промышленным развитием переведены в разряд городов и поселков городского типа. Если на 1 апреля 1964 г. в республике насчитывалось – 58 городов и 146 поселков городского типа, то на 1 января 1986 г. их число соответственно возросло до 83 городов и 204 поселков городского типа (Подосенов Ю.Я., 1986).

Следует заметить, что во второй половине 80-х годов в связи с перестройкой экономики и интенсификацией производства были упразднены в то время ещё не так давно созданные Мангышлакская и Тургайская области, 14 городских и 15 экономически маломощных сельских районов. Однако, спустя некоторое время, обе вышеуказанные области вновь были образованы, как и отдельные административные районы.

Третий этап становления АТУ Казахстана. После получения полного суверенитета² и государственной независимости³ (1990-1991 гг.) в АТД Казахстана произошли определенные изме-

нения, связанные главным образом с изменениями выполняемых функций в новом политико-государственном устройстве и названии областей, районов, городов и сельских населённых пунктов. 8 декабря 1993 г. был издан Закон Республики Казахстан № 2572 XII «Об административно-территориальном устройстве Республики Казахстан», который стал основным документом, определяющим правовые основы жизнедеятельности территориально-административной системы республики. В систему административно-территориального устройства РК вошли такие административно-территориальные единицы, как село, поселок, сельский округ, район в городе, город, район и область. В 1992 году в Мангистауской области был образован Тупкараганский район, а через год Ералиевский район был переименован в Каракиянский. Также в 1992 году Гурьевская область была переименована в Атыраускую, Алма-Атинская – в Алматинскую, Уральской области было возвращено название Западно-Казахстанская, а Чимкентской – Южно-Казахстанская. В 1993 году произошли следующие изменения: Джамбульская область была переименована в Жамбылскую, Кокчетавская – в Кокшетаускую, Талды-Курганская – в Талдыкорганскую. В 1995 г. Жезказганская область переименована в Жезказганскую. Через год Кызыл-Ординская область была переименована в Кызылординскую, Кустанайская – в Костанайскую (Увалиев Т.О., 1997).

К середине 90-х годов АТД Казахстана состояло из 19 областей, которые в своём составе имели 220 районов и 83 города, в т.ч. г. Алматы с того времени имеет статус города республиканского значения. Крупные изменения произошли в 1997 году, тогда были упразднены пять областей (Жезказганская, Кокшетауская, Семипалатинская, Талдыкорганская и Тургайская области), изменилось внутриобластное деление. В этом же году столица республики была перенесена в г. Акмолу. В 1998 г. столица была переименована в г. Астану. В 1999 г. часть районов Северо-Казахстанской области была передана Акмолинской области. Центр Акмолинской области был переведен из г. Астаны в город Кокшетау. Далее, в 2001 г. центром Алматинской области был определен г. Талдыкорган. 19 июня 2018 года указом президента Казахстана Южно-Казахстанская область переименована в Туркестанскую, а её административный центр перенесён из Шымкента в город Туркестан. Шымкент был изъят из состава Южно-Казахстанской области, получив статус города республиканского значе-

² 25 октября 1990 г. – Верховный Совет республики принял Декларацию о полном суверенитете Казахской ССР.

³ 16 декабря 1991 г. – Верховный Совет РК провозгласил государственную независимость Республики Казахстан.

ния (Куанышханов Т.Е., 2019). Произшедшие изменения фактически создали облик современного административно-территориального деления Республики Казахстан (таблица 1) (Комитет по статистике МНЭ РК, 2019).

Таблица 1 – Административно-территориальное деление (АТД) Республики Казахстан на 1 января 2019 г. (по данным stat.gov.kz)

№	Области и города республиканского значения	Административный центр	Территория (тыс. кв. км)	Число административно-территориальных единиц	Численность населения (человек)
1	Астана		797		1 078 384
2	Алматы		683		1 854 656
3	Шымкент		1.163		1 031 278
4	Акмолинская область	Кокшетау	146.132	17 районов, 2 города областного значения	744 386
5	Актюбинская область	Актобе	300.629	12 районов, 1 город областного значения	869 637
6	Алматинская область	Талдыкорган	223.560	17 районов, 3 города областного значения	2 038 934
7	Атырауская область	Атырау	118.631	7 районов, 1 город областного значения	643 342
8	Восточно-Казахстанская область	Усть-Каменогорск	283.226	15 районов, 6 городов областного значения	1 384 797
9	Жамбылская область	Тараз	144.264	10 районов, 1 город областного значения	1 125 442
10	Западно-Казахстанская область	Уральск	151.339	12 районов, 1 город областного значения	653 775
11	Карагандинская область	Караганда	427.982	9 районов, 9 городов областного значения	1 380 889
12	Костанайская область	Костанай	196.001	16 районов, 4 города областного значения	876 640
13	Кызылординская область	Кызылорда	226.019	7 районов, 1 город областного значения	794 334
14	Мангистауская область	Актау	165.642	5 районов, 2 города областного значения	678 199
15	Павлодарская область	Павлодар	124.755	10 районов, 3 города областного значения	755 479
16	Северо-Казахстанская область	Петропавловск	97.993	13 районов, 1 город областного значения	559 446
17	Туркестанская область	Туркестан	116.086	13 районов, 3 города областного значения	1 983 967
	Республика Казахстан		2 724.902		18 453 585

Результаты и обсуждения

В начале установления советской власти в Казахстане АТУ страны был расчлененным между различными административными единицами, еще не имея своей государственности. Перед страной стояли вопросы обретения автономии, определения собственных границ, а также создание, благоустройство населенных пунктов и их инфраструктуры, которая была на довольно низком уровне. Данные события происходили на первом этапе АТУ нашей страны. Например, если к моменту приобретения статуса автономии на территории Казахстана имелось шесть областей, то в 1936 г. во время преобразования из АССР в Каз. ССР уже насчитывалось 8 областей, один округ и 157 районов.

Происходившие во втором этапе, т.е. в годы союзной республики большие сдвиги в развитии и размещении производственных сил Казахстана потребовали дальнейших изменений в АТД республики. Годы становления административно-территориального устройства Казахстана прошли под знаком развития сельского хозяйства и промышленности, огромное влияние на это оказало освоение целинных и залежных земель страны, что в свою очередь повлияло на АТД страны, были созданы новые области, возросло число населенных пунктов городского и сельского типов. Только в течение 1954-1955 гг. в Казахстане было создано 338 совхозов, причём 275 из них возникли в северных областях республики. Многие сельские населенные пункты в связи с их промышленным развитием переведены в разряд городов и поселков городского типа. Если на 1 апреля 1964 г. в республике насчитывалось – 58 городов и 146 поселков городского типа, то на 1 января 1986 г. их число соответственно возросло до 83 городов и 204 поселков городского типа.

Третий этап становления административно-территориального устройства Казахстана ознаменовался получением полного суверенитета и государственной независимости страны. В связи с этим в АТД Казахстана произошли определенные изменения, связанные главным образом с изменениями выполняемых функций в новом политико-государственном устройстве и названии областей, районов, городов и сельских населенных пунктов. В наследство от советской власти независимому Казахстану досталось административно-территориальное устройство, включающее в себя 19 областей, 216 районных административно-территориальных единиц общей численностью населения около 16,5 млн

человек (Hiro Dilip, 1994). Существовавшее административно-территориальное деление было неэффективным и затруднительным с экономической точки зрения. Региональные границы подчеркивали сырьевую направленность в развитии большинства областей. В результате были исключительно сельскохозяйственные регионы (Кокшетауская, Акмолинская области), регионы преимущественно угледобывающей и металлургической промышленности (Жезказганская, Карагандинская, Восточно-Казахстанская области). В целях решения данной проблемы в 1997 году были упразднены пять областей (Жезказганская, Кокшетауская, Семипалатинская, Талдыкорганская и Тургайская области), изменилось внутриобластное деление. В этом же году столица республики была перенесена в г. Акмолу. В 1998 г. столица была переименована в г. Астану. Объединение Карагандинской и Жезказганской областей создало большой потенциал для развития цветной и черной металлургии (Dmitry Shlapentokh, 2016).

Вхождение части Кокшетауской области в Северо-Казахстанскую область объединило запасы двух территорий: по олову, свинцу, молибдену, золоту, урану, по алмазам. Кроме того, здесь были сосредоточены значительные объемы производства зерна, гречихи, пшеницы и масличных культур. Объединение Восточно-Казахстанской и Семипалатинской областей позволило интегрировать потенциал их промышленных производств. Общий балансовый запас меди составил 48% от общереспубликанского, цинка – 48%, 49%, свинца – 27% и др. Большая выгода получена от объединенной электроэнергетики, которая составила 26% от общереспубликанского производства. В результате реализации этих мер в 1997 году был сокращен областной управленческий аппарат и аппарат государственных органов численностью 4550-4800 человек. Прямой экономический эффект составил 1210-1270 млн тенге, который был направлен на решение социальных проблем.

Заключение

В ходе становления нынешнего АТД Казахстана произошли существенные изменения как в количественном, так и в качественном плане. В дальнейшем в административно-территориальном делении РК произошли отдельные изменения, некоторые из них связаны с делимитацией и демаркацией границ с соседними странами и их отображением на местности. По этому пово-

ду проведена колоссальная работа с Китаем и со странами СНГ, в т.ч. с Россией. Она успешно завершилась подписанием соглашений о делимитации, позднее проводились работы с южными соседями по демаркации государственной гра-

ницы. Также продолжается работа по определению статуса Каспия с прибрежными странами. Однако эти вопросы уже выходят за рамки темы нашей статьи и вполне могут стать предметом отдельного специального исследования.

Литература

- Образование Казахской АССР: Сб. документов и материалов / Под ред. Покровского С.Н. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1957. – 367 с.
- Справочник по административно-территориальному делению Казахстана (август 1920 г. – декабрь 1936 г.). – Алма-Ата, 1958. – 286 с.
- Административные деления СССР по данным к 15 мая 1923 года. – М.: Изд. НКВД, 1923. – 71 с.
- Timothy Snyder. Holocaust: The Ignored Reality. – NY.: New York Review of Books, 2009. – Pp.14–16
- Территориальное и административное деление Союза ССР на 1 января 1926 года. – М.: Изд. НКВД, 1926. – 283 с.
- Дахшлейгер Г.Ф., Нусупбеков А.Н. Объединение казахских земель в Казахской Советской Социалистической Республике. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1953. – 99 с.
- История национально-государственного строительства в СССР (1917-1978 гг.). – Изд. 3-е, доп. и перераб. Т. 1. – М., 1979.
- Административно-территориальное деление Союза ССР: Крат. справочник на 1 сентября 1935 года. – М., 1935. – 466 с.
- СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 января 1940 года. – М.: Изд-во «Ведомостей Верховного Совета СССР», 1941. – 415 с.
- СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 января 1947 года. – М.: Издательство «Известия Советов депутатов трудящихся СССР», 1947. – 488 с.
- СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 января 1958 года. – М.: Изд-во «Известия Советов депутатов трудящихся СССР», 1958. – 845 с.
- СССР. Административно-территориальное деление союзных республик на 1 июля 1967 года. – М.: Изд-во «Известия Советов депутатов трудящихся СССР», 1967. – 656 с.
- Robert Conquest. The Harvest of Sorrow: Soviet collectivization and the terror-famine. – Oxford: Oxford University Press US, 1987. – P. 196.
- Казахская ССР. Административно-территориальное деление на 1 января 1986 года. Справочник. – 8-е изд. / Сост. Подосенов Ю.Я. – Алма-Ата: Казахстан, 1986. – 512 с.
- Увалиев Т.О. Қазақ жерінің әкімшілік-аумақтық бөлініс кезеңдері // «Қазақ тарихы» ғылыми-әдістемелік педагогикалық журнал. – Алматы, 1997, № 4. – 25-31 бет.
- Қуанышханов Т.Е., Увалиев Т.О. Мектеп географиясы курстары аясында ірі қала тұрғындарын өлкетанушылық бағытта зерделеу // Абай атындағы ҚазҰПУ. ХАБАРШЫ, «Жаратылыстану-география ғылымдары» сериясы, № 2 (60), 2019. – 19-24 б.
- Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан - stat.gov.kz
- Hiro Dilip. Between Marx and Muhammad: The Changing Face of Central Asia. London, Harper Collins, 1994, pp 112–113.
- Dmitry Shlapentokh. Kazakhstan's history as a geopolitical battlefield. // The Central Asia-Caucasus analyst. – Washington, Central Asia-Caucasus Institute, 2016. – pp. 7-8.

References

- Obrazovanie Kazahskoi ASSR: Sb. dokýmentov i materialov / Pod red. Pokrovskogo S.N.. – Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1957. – 367 s.
- Spravochnik po administrativno-territorialnomý deleníý Kazahstana (avgýst 1920 g. – dekabr 1936 g.). – Alma-Ata, 1958. – 286 s.
- Administrativnye deleniia SSSR po dannym k 15 maia 1923 goda. – M.: Izd. NKVD, 1923. – 71 s.
- Timothy Snyder. Holocaust: The Ignored Reality. – NY, New York Review of Books, 2009. pp.14–16
- Territorialnoe i administrativnoe delenie Soiýza SSR na 1 ianvaria 1926 goda. – M., Izd. NKVD, 1926. – 283 s.
- Dahshleiger G.F., Nýsýpbekov A.N. Obedinenie kazahskih zemel v Kazahskoi Sovetskoi Sotsialisticheskoi Repýblike. – Alma-Ata: Izd-vo AN KazSSR, 1953. – 99 s.
- Istoriia natsionalno-gosýdarstvennogo stroitelstva v SSSR (1917-1978 gg.). Izd. 3-e, dop. i pererab. T. 1. – M., 1979.
- Administrativno-territorialnoe delenie Soiýza SSR: Kрат. spravochnik na 1 sentiabria 1935 goda. – M., 1935. – 466 s.
- SSSR. Administrativno-ter'itorialnoe delenie soiýznyh respýblik na 1 ianvaria 1940 goda. – M.: Izd-vo «Vedomosti Verhovnogo Soveta SSSR», 1941. – 415 s.
- SSSR. Administrativno-territorialnoe delenie soiýznyh respýblik na 1 ianvaria 1947 goda. – M.: Izdatelstvo «Izvestia Sovetov depýtátov trýdiahsia SSSR», 1947. – 488 s.

SSSR. Administrativno-territorialnoe delenie sojŭznych respŭblik na 1 ianvaria 1958 goda. – M.: Izd-vo «Izvestia Sovetov depŭtatov trŭdiahsia SSSR», 1958. - 845 s.

SSSR. Administrativno-territorialnoe delenie sojŭznych respŭblik na 1 iiŭlia 1967 goda. – M.: Izd-vo «Izvestia Sovetov depŭtatov trŭdiahsia SSSR», 1967. - 656 s.

Robert Conquest. The Harvest of Sorrow: Soviet collectivization and the terror-famine. – Oxford, Oxford University Press US, 1987. – p.196.

Kazahskaia SSR. Administrativno-territorialnoe delenie na 1 ianvaria 1986 goda. Spravochnik, 8-e izd. / Sost. Podosenov Iŭ.Ia. – Alma-Ata: Kazahstan, 1986. – 512 s.

Ŭvaliev T.O. Qazaq jeriniŭ űkimshilik-aŭmaqtyq bűlinis kezeŭderi // «Qazaq tarihy» űylym-iűdistemelik pedagogikalyq űŭrnal. – Almaty, 1997, № 4. – 25-31 bet.

Ŭyanyshhanov T.E., Ŭvaliev T.O. Mektep geografiasy kŭrstary aiasynda iri qala turűyndaryn űlketanűshylyq baűytta zerdeley // Abai atyndaűy QazUPŬ. HABARShŬ, «Jaratylystanű-geografiia űylymdary» seriasy, № 2 (60), 2019. – 19-24 b.

Komitet po statistike Ministerstva natsionalnoi ekonomiki Respŭblikı Kazahstan - stat.gov.kz

Hiro Dilip. Between Marx and Muhammad: The Changing Face of Central Asia. London, Harper Collins, 1994, pp 112–113.

Dmitry Shlapentokh. Kazakhstan's history as a geopolitical battlefield. // The Central Asia-Caucasus analyst. – Washington, Central Asia-Caucasus Institute, 2016. – pp. 7-8.

2-бөлім
**КАРТОГРАФИЯ ЖӘНЕ
ГЕОИНФОРМАТИКА**

Section 2
**CARTOGRAPHY
AND GEOINFORMATICS**

Раздел 2
**КАРТОГРАФИЯ
И ГЕОИНФОРМАТИКА**

**А.К. Толепбаева^{1,2,3} , С.О. Тұмажанова² , Р.К. Карагулова^{1,2} , А.А. Танбаева^{1,4},
Г. М. Искалиева^{1,4}**

¹ География институты, Қазақстан, Алматы қ.

² Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

³ Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті (Сәтбаев Университеті),
Қазақстан, Алматы қ.

⁴ Қазақ Ұлттық Аграрлық Университеті, Қазақстан, Алматы қ.,

Корреспонденттік автор – А.К. Толепбаева, e-mail: akmaral1980@mail.ru

ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДАУ НЕГІЗІНДЕГІ ҒАЛАМДЫҚ ДЕРЕКТЕР БАЗАСЫ: ЕРТІС ӨЗЕНІ ЖАЙЫЛМАСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА

Қазіргі кезде жаңа технологиялар жақсы дамып жатқандықтан жер беті сулары аудандарының өзгеруін, жерді қашықтықтан зондаудың (ЖҚЗ) көмегімен алынған деректерді өңдеу негізіндегі көптеген зерттеулер жасалып, жер беті суы ауданының өзгеру себебіне болжамдар жасалуда. Бұл мақалада Landsat архивтік түсірілімдерінің негізінде құрастырылған жер беті суларының ғаламдық (Global Surface Water Explorer, GSWE) базасының деректерін қолдана отырып, базадағы әр бір жиынтықтан алынатын деректерді зерттеу аумағына жарамдылығын анықтауға және осы алынған мәліметтерді қолдану арқылы жер беті сулары аудандарының көпжылдық уақыт аралығында өзгеруін бағалауға арналған. Негізгі зерттеу нысаны – жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы жиынтықтар мен Ертіс өзенінің жайылмасы. Ғарыштық түсірілімдерден алынған деректер, өте көп ауқымды ақпараттарды өңдеуді қажет ететіндіктен, компьютерлік талдау мен синтез әдістері, ArcGIS жүйесіндегі өңдеу мен талдаудың күрделі құралдары және Python қолданылды. Зерттеудің нәтижесінде ЖҚЗ мәліметтері негізінде жасалған жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы деректерді, көптеген әдістер мен тәсілдерді қолдануымен өңделді. Өңделген деректер негізінде Ертіс өзені жайылмасының су басу ауданының өзгеруі бағаланды. Жұмыс барысында GSWE базасындағы бірнеше жиынтықтардың өңделіп алынған деректері тексеріліп, Yearly Water Classification жиынтығының деректерін зерттеу аумағына пайдалануға болатындығы анықталды. Мақаланың құндылығына жер беті сулары аудандарының өзгеруін зерттеуде Жерді қашықтықтан зондау нәтижесінде алынған ғаламдық базалар деректерін пайдалану мен оларды өңдеу процестері және де зерттеу аумағының мысалында базадағы жиынтықтарға талдау жасалып, бағалау жатады. Жерді қашықтықтан зондау әдістері арқылы өте үлкен аумақтар мен қолжетімді емес аймақтарға қажет деректерді және сондай-ақ, көпжылдық мәліметтерді алуға болды. Мұндай деректер жер беті сулары аудандарының өзгеруіндегі заңдылықтарды анықтап, мемлекеттік басқару ұйымдарына тиімді шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Жерді қашықтықтан зондау негізінде алынған деректерді көптеген салаларға пайдалануға болады, оның ішінде су басу, экологиямен байланысты зерттеулер жасауға жақсы мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: жерді қашықтықтан зондау (ЖҚЗ), ғаламдық деректер базасы, Landsat түсірілімі, жер беті сулары, су басу, жайылма.

**A.K. Tolepbayeva^{1,2,3}, S.O. Tumazhanova², R.K. Karagulova^{1,2}, A.A. Tanbayeva^{1,4},
G.M. Iskaliyeva^{1,4}**

¹ Institute of Geography, Kazakhstan, Almaty,

² Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty,

³ Satbayev University, KazNRTU after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty,

⁴ Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan, Almaty,

Correspondent author – A.K. Tolepbayeva, e-mail: akmaral1980@mail.ru

Global database based on remote sensing of the Earth: on the example of the Ertis river floodplain

Currently, due to the wide development of new technologies, many researches of surface water dynamics are being conducted on the basis of remote sensing data (RSD) and predicting the causes of changes in surface water areas. This article is devoted to the assessment of long-term dynamics of surface

water areas based on remote sensing methods, using data sets of Global Surface Water Explorer (GSWE) of the Landsat archive database, as well as to identify the suitability of data from various database sets for the study area. The main object of research is the datasets of the GSWE database and the Ertis river floodplain. Due to the fact that remote sensing data requires processing a large amount of information, computer analysis and synthesis methods, complex processing and analysis tools of the ArcGIS and Python systems were used. As a result of the study, the dynamics of flooding of the Ertis River floodplain was estimated based on the results of processing data sets of GSWE using various methods and approaches of remote sensing. During the research, several processed data from the GSWE database were checked and the dataset of Yearly Water Classification was determined suitable for our study area. The value of the article is based on the use of materials obtained using the remote sensing of the global data base for studying changes in the surface water area, their processing, as well as analyzing and evaluating database sets using the example of the studied area. Using methods of remote sensing of the Earth, it is possible to study and obtain data on large territories, hard-to-reach areas of the earth, as well as to obtain long-term data. This information allows us to establish patterns of changes in surface water areas, and helps to make optimal decisions for government authorities. Materials obtained from remote sensing data can be used in various fields. In particular, when investigating areas of flooding, environmental studies, etc.

Key words: remote sensing, global database, Landsat surveys, surface water, flooding, floodplain.

А.К. Толепбаева^{1,2,3}, С.О Тұмажанова², Р.К. Карагулова^{1,2}, А.А. Танбаева^{1,4}, Г.М. Искалиева^{1,4}

¹Институт Географии, Казахстан, г. Алматы

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

³Сатбаев Университет, КазНУ имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

⁴Казахский Национальный Аграрный Университет, Казахстан, г. Алматы

Корреспондентский автор – А. К. Толепбаева, akmaral1980@mail.ru

Глобальная база данных на основе дистанционного зондирования: на примере поймы реки Ертис

В настоящее время, в связи с широким развитием новых технологий, на основе данных дистанционного зондирования (ДДЗ) проводится множество исследований динамики поверхностных вод и делается прогноз причин изменения районов поверхностных вод. Данная статья посвящена оценке многолетней динамики районов поверхностных вод на основе использования методов дистанционного зондирования с применением наборов данных глобальных исследований поверхностных вод (Global Surface Water Explorer, GSWE) архивной базы снимков Landsat, а также выявлению пригодности данных с различных наборов базы для исследуемой территории. Основной объект исследования – наборы данных базы глобальных исследований поверхностных вод (GSWE) и пойма реки Ертис. В связи с тем, что данные дистанционного зондирования требуют обработки большого объема информации, были использованы методы компьютерного анализа и синтеза, сложные инструменты обработки и анализа системы ArcGIS и Python. В результате исследования выполнена оценка динамики затопления поймы реки Ертис на основе результатов обработки различными методами и подходами ДДЗ наборов данных глобальных исследований поверхностных вод (GSWE). В процессе исследования проведена проверка нескольких обработанных данных базы GSWE и определен пригодный для нашей исследуемой территории набор Yearly Water Classification. Ценность статьи заключается в использовании материалов, полученных с помощью ДДЗ базы глобальных данных для исследования изменения территории поверхностных вод, процессе их обработки, а также анализе и оценке наборов базы данных на примере исследуемой территории. С помощью методов дистанционного зондирования Земли возможно исследование и получение данных на крупные территории, труднодоступные участки земли, а также получение многолетних данных. Такие сведения позволяют установить закономерности изменения участков поверхностных вод, на основе которых возможно принятие оптимальных решений для государственных органов управления. Материалы, полученные на базе данных дистанционного зондирования, можно использовать в различных сферах, и в частности, при исследовании районов затопления, экологических исследованиях и др.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), глобальные базы данных, снимки Landsat, поверхностные воды, затопление, пойма.

Кіріспе

Қазіргі кезде жер беті суларының қорын

сақтау мен оларды тиімді қолдану дүние жүзіндегі маңызды мәселелердің бірі болғандықтан, жер беті сулары аудандарының өзгеруі мен олардың

өзгеру себептерін, жайылмадағы су басуды зерттеу ең өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Соңғы уақыттарда жер беті суларының өзгеруін бақылау мен бағалау үшін ғарыштық түсірілімдер пайдаланып, картографиялануда және ғаламдық деректер базасы құрылып, модельдер жасалуда (J.-F. Pekel, 2016:418; D. Yamazaki, 2015:171; J.K. Thakur, 2017:1595).

Жерді қашықтықтан зондтау арқылы, жер беті суларының үлкен аумақтары мен әлі толық зерттеу жүргізілмеген аумақтарын зерттеп, көпжылдық деректерді жылдам алуға болады (N. Mueller, 2016:341; J. Shan, 2009:473; L. Gudina, 2014:23). Сондай-ақ, олар ашық дереккөздерінен болғандықтан, деректер үнемі жаңарып тұрады және көпшілікке қолжетімді.

Өте үлкен аумақты алып жатқан, флорасы мен фаунасының байлығымен ерекшеленетін Ертіс өзенінің жайылмасындағы жер беті сулары аудандарының өзгерісін зерттеу де Қазақстан үшін өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Ертіс өзені жайылмасындағы жер беті сулары мен су басу мәселелеріне отандық ғалымдардың да көптеген ғылыми еңбектері арналған (М.Ж. Бурлибаев, 2014:396; А.Р. Медеу, 2016:13; Царегородцева, 2005:248; Ю.И. Винокуров, 2014:161). М.Ж. Бурлибаевтың монографиясында Ертіс өзені жайылмасындағы жыл сайынғы су басуды анықтау мақсатында қолданылатын қазіргі әдістің дұрыстығына күмән келтіреді. Ол әдіс бойынша, негізгі арнамен ағып өткен ең көп су шығынын өзен бойында орналасқан елді мекендерге бекітілген бір биіктік бойынша ғана алып, өзеннің 20-30 км созылып жатқан аумағындағы су басу ауданын есептейді. Мұндай үлкен аумақты қамтып жатқан жайылмадағы су басуды, бір биіктік деңгейімен есептеп шығаруға болмайды.

Сондықтан Ертіс өзенінің жайылмасын зерттеуде жыл сайын су жіберудің тиімділігі мен су басу аудандарын тұрақты бақылап отыру үшін, Жерді қашықтықтан зондтаудың деректерін пайдалану керек. Зертеу барысында Landsat архивтік түсірілімдерінің негізінде жасалған Европалық комиссияның зерттеу орталығының жер беті сулары ғаламдық (Global Surface Water Explorer) жиынтығының деректерін пайдалануға негізделген әдістеме қолданылды (J.-F. Pekel, 2016:418). Жер беті суларының ғаламдық (Global Surface Water Explorer, GSWE) деректерін өзен суының кеңістіктік-уақыттық өзгеру динамикасын зерттеуге (H. Xia, 2019:18) ашық су қоймалары мен бөгендердің, көлдердің су бетін анықтау мен көлемінің өзгеруін (Y. Deng,

2019:2213; T. Busker, 2019:32) және сондай-ақ, атырау маңында орналасқан жерлерді (D. Sen Gupta, 2019:2621) зерттеуде де жиі қолдануда.

Мақаланың басты мақсаты – Жерді қашықтықтан зондтау негізінде жасалған жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы әр бір жиынтықтан алынған деректерді өңдеу және соның нәтижесінде алынған деректерді пайдаланып, Ертіс өзенінің жайылмасындағы жер беті суларының су басу ауданының өзгеруін бағалау.

Ғарыштық түсірілімдерден алынған деректер, өте көп ауқымды ақпараттарды өңдеуді қажет ететіндіктен, компьютерлік талдау мен синтез әдістері, ArcGIS жүйесіндегі өңдеу мен талдаудың күрделі құралдары және Python қолданылды.

Мақаланың құндылығына жер беті сулары аудандарының өзгеруін зерттеуде Жерді қашықтықтан зондтау нәтижесінде алынған ғаламдық базалар деректерін пайдалану мен оларды өңдеу процестері және де зерттеу аумағының мысалында базадағы жиынтықтарға талдау жасалып, бағалау жатады. Жерді қашықтықтан зондтау әдістері арқылы өте үлкен аумақтарға және қолжетімді емес аймақтарға қажет деректерді және сондай-ақ, көпжылдық мәліметтерді алуға болды. Мұндай деректер жер беті сулары аудандарының өзгеруіндегі заңдылықтарды анықтап, мемлекетке, басқару орындарына тиімді шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Жерді қашықтықтан зондтау негізінде алынған деректерді көптеген салаларға, оның ішінде экологиямен байланысты бағыттарда пайдалануға болады.

Деректер көздері мен әдістер

Жайылманың су басу динамикасын анықтау үшін, Европалық комиссия зерттеу орталығының жер беті суларын ғаламдық зерттеу (Global Surface Water Explorer, GSWE) деректерін пайдалануға негізделген әдістеме қолданылды. Бұл ғаламдық зерттеуге Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI 3 миллионнан артық архивтік ғарыштық түсірілімдері пайдаланылған. Зерттеу уақыты 35 жылды, яғни 1984-2018 жж. аралығын қамтиды (<https://global-surface-water.appspot.com>. Official site).

Ертіс өзені жайылмасының су басуын бағалау үшін 2000-2018 жж. уақыт аралығында, атап өткен ғаламдық жер беті сулары (GSWE) жиынтығындағы растрларды алдын-ала өңделді. Растрларды алдын-ала өңдеу дерек-

тер базасын дайындаудан тұрады, ол үшін барлығын бір проекцияға (WGS 1984) келтірілді, ArcGIS программасындағы Clip Raster құралын пайдаланып зерттеу аумағы кесіліп алынды, вектор қабатындағы Ертіс өзені жайылмасын растрға айналдырылды, растрлардың атрибуттарының кестесі құрылды және жаңартылды (Build Raster Attribute Table), содан кейін мозаикалардың деректер жиынтығы құрылды (Create Mosaic Dataset). Ғаламдық жер беті сулары жиынтығындағы (GSWE) растрлардан жер беті суларының динамикасы бойынша сандық деректерді алу үшін ArcGIS программасындағы «Зональді статистика» жиынтығының құралдары пайдаланылды. «Зональді статистика» – бұл белгілі бір зонаның ішіндегі статистикалық деректерді (пикселдер бойынша) есептейді. Зерттеу барысында зона ретінде Ертіс өзенінің жайылмасының маскасы қолданылды. Зональді статистика әдісінің көмегімен жайылманың максималды ауданы және тұрақты (Permanent), маусымдық (Seasonal) сулардың ауданы анықталды (А. Төлепбаева, 2020:7).

Су ресурстарының өзгеруін бағалау үлкен ауқымдағы жер бедері мен әртүрлі уақыт аралығын қамтитын мәліметтерді талдаудан тұратындықтан, өте ауқымды көлемдегі өте көп ақпараттарды өңдеу керек болды. Сондықтан, ғарыштық түсірілімдерден алынған деректерді өңдеу компьютерлік талдау мен синтез әдістеріне негізделетін жоғары өнімді құралдарды қажет етеді. Осыған байланысты растрлардан деректерді алу кезінде ArcGIS программасындағы өңдеу мен талдаудың күрделі құралдарымен бірге Python да қолданылды.

Зерттеуге бірнеше деректер жиынтығы қолданылды: Yearly Water Classification, Monthly Water History, Monthly Recurrence, Water Seasonality.

Yearly Water Classification – жер беті суларының бір жыл бойындағы маусымдық жіктелуі, jys4 растрдағы категориялар мынандай: 0 – су жоқ (no data), 1 – деректер жоқ (not water), 2 – маусымдық (seasonal) су және 3 – тұрақты (permanent) су.

Monthly Water History – бір жылдағы наурыз айынан қазан айына дейінгі айлар бойынша судың болуы.

Water Seasonality – 2014 ж. наурыз айынан 2015 ж. қазан айларының арасындағы тұрақты (permanent) су мен маусымдық (seasonal) суларды су жатқан айлардың санымен көрсеткен, яғни маусымдық сулар 1-4 ай шамасында ғана болса, 4 айдан көп жататын сулардың тұрақты су екендігін байқауға болады.

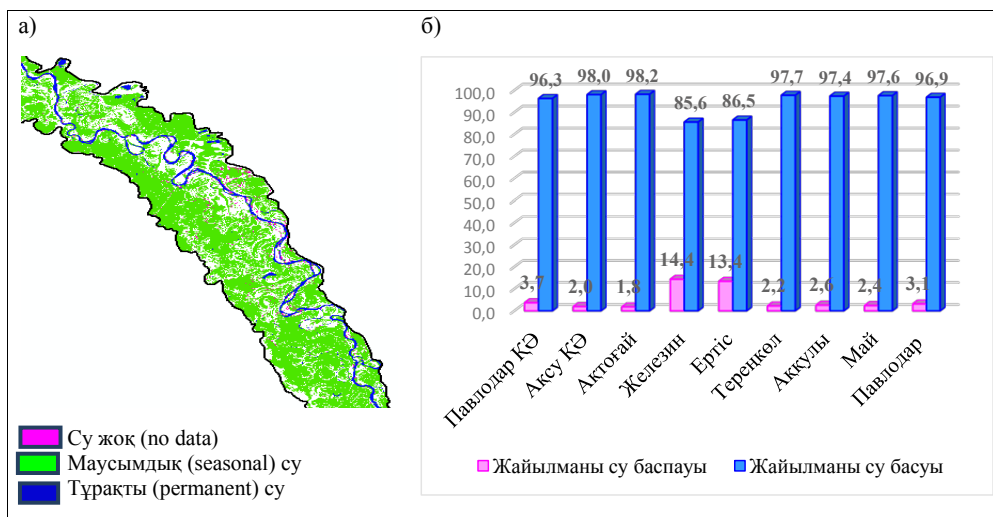
Алынған нәтижелер мен оларды талқылау

Ертіс өзенінің жайылмасы Ақтоғай, Аққулы, Ертіс, Май, Павлодар, Тереңкөл (Қашыр), Железин аудандары және Павлодар ҚӘ мен Ақсу ҚӘ аумақтарында жатыр. Осыған орай Landsat архивтік ғарыштық түсірілімдері негізінде жасалған Yearly Water Classification өнімінің растрларын өңдеудің нәтижесін талдап, 2010-2018 жж. Ертіс өзені жайылмасының жыл сайынғы су басу ауданының өзгеруі аудандар қимасында анықталды.

GSWE базасындағы Yearly Water Classification жиынтығын өңдеу нәтижесіндегі деректердің негізінде 2010 жыл мен 2013-2018 жылдарда Ертіс өзені жайылмасында жер беті сулары көп болғандығы анықталды, дегенмен 2017 жайылмадағы су 98,3% болса, 2018 жылы 75,2% болып, салыстырмалы түрде азайғандығын көрсетті. Сондай-ақ, 2011 (59,7%) жылы орташа сулы жыл болса, 2012 жыл (18,2%) суы аз жыл болып саналады.

GSWE базасының Yearly Water Classification жиынтығындағы деректерді өңдеудің нәтижесінде алынған, суы көп жылдардың бірі 2017 жылда, жайылмадағы жер беті суларының аудандары қаншалықты өзгергендігі аудандар қимасында 1-суретте бейнеленген.

Суы көп жылдар өзен суын жайылманы суландыру үшін су жіберу кезінде, тиімді параметрлерді таңдап, көп уақытқа, көп көлемде су жіберуге мүмкіндік береді. Ғаламдық жер беті сулары жиынтығы (GSWE) деректері бойынша (1-сурет), суы көп жылдары жайылмада су көп болғандықтан (95 %-дан жоғары) жақсы суланады, тек шеткі Ертіс пен Железинка аудандарында ғана жайылмадағы жер беті суының пайызы төмендейді (85-86 %), ол бұл аудандардың қашықтықта орналасуымен түсіндіріледі.

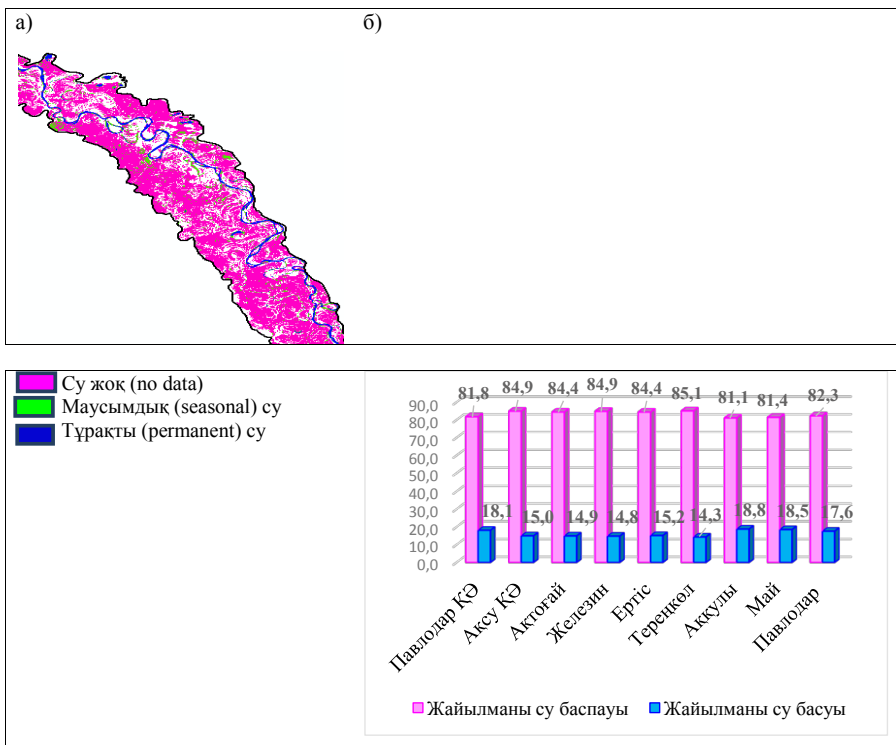


1-сурет – Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы деректер негізінде Павлодар облысының аудандар қимасында Ертіс өзені жайылмасындағы су басу ауданы, 2017 жыл.

- a) Yearly Water Classification растрындағы жайылманың суы көп 2017 жылдағы көрінісі,
б) Жайылманың Yearly Water Classification деректері негізінде аудандар бойынша су басуы, % .

2012 жыл климаттық факторларға байланысты суы аз жыл болғандықтан, жайылмаға жіберетін жеткілікті су болмады, осыған байланысты Шүлбі су қоймасынан жайылмаға су өте аз

жіберілді. Ертіс өзенінің жайылмасында жер беті суы өте аз болған 2012 жылдағы көрінісін 2-суреттен көруге болады, ғарыштық түсірілімнен тек арнада ғана су болғанын көруге болады.



2-сурет – Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) базасындағы деректер негізінде Павлодар облысының аудандар қимасында Ертіс өзені жайылмасындағы су басу ауданы, 2012 жыл.

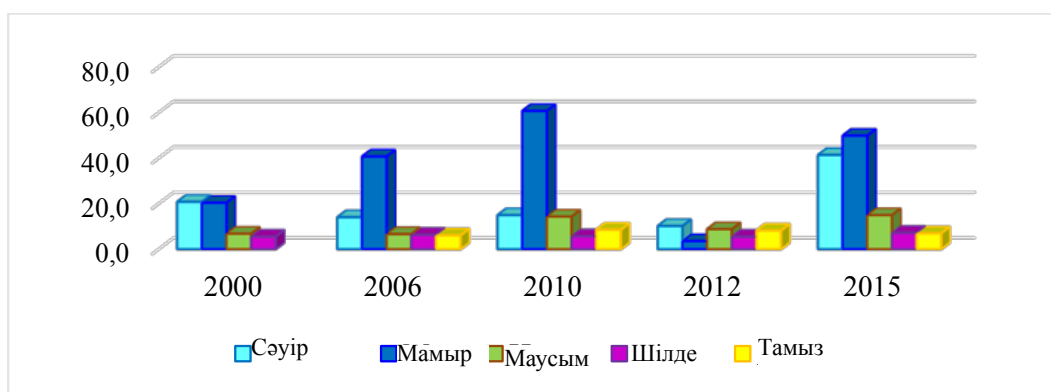
- a) Yearly Water Classification растрындағы жайылманың суы аз 2012 жылдағы көрінісі,
б) Жайылманың Yearly Water Classification деректері негізінде аудандар бойынша су басуы, % .

Жерді қашықтықтан зондтау әдісінің негізінде алынған бұл деректер «Павлодар облысының жер қойнауын пайдалану, қоршаған орта және су ресурстары басқармасы» ММ ресми алынған, жайылмаға су жіберу деректерімен сәйкес келеді (№134 хат, 2019; Отчет Ертіс БИ, 2016:103). Сондықтан, жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Yearly Water Classification* жиынтығын, жер беті суы аудандарының жылдар бойынша өзгеру динамикасын анықтау үшін пайдалануға болады.

Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Monthly Recurrence* жиынтығындағы мәліметтерді, Ертіс өзенінің жайылмасындағы су беті ауданының айлар

бойынша өзгерістерін анықтау үшін пайдалануға мүмкіншілік болмады. Себебі, кейбір жылдар мен айларда Landsat архивтік ғарыштық түсірілімдері мүлдем жасалмаған немесе бұлттылық жоғары болған. Осыған байланысты, растрлерде NoData мәні бар ұяшықтар көп. Ондай растрлерден нақты, дұрыс ақпарат алу мүмкін емес. Алынған деректердің дұрыстығы күмән туғызды.

GSWE өнімінің *Monthly Water History* наборында нақты бір айда судың болғандығын көрсетеді, мысалы, 3-суреттегі диаграммадан Ертістің Павлодар аумағындағы жайылмасында жер беті суының көптігі мамыр айына келетіндігін көруге болады.



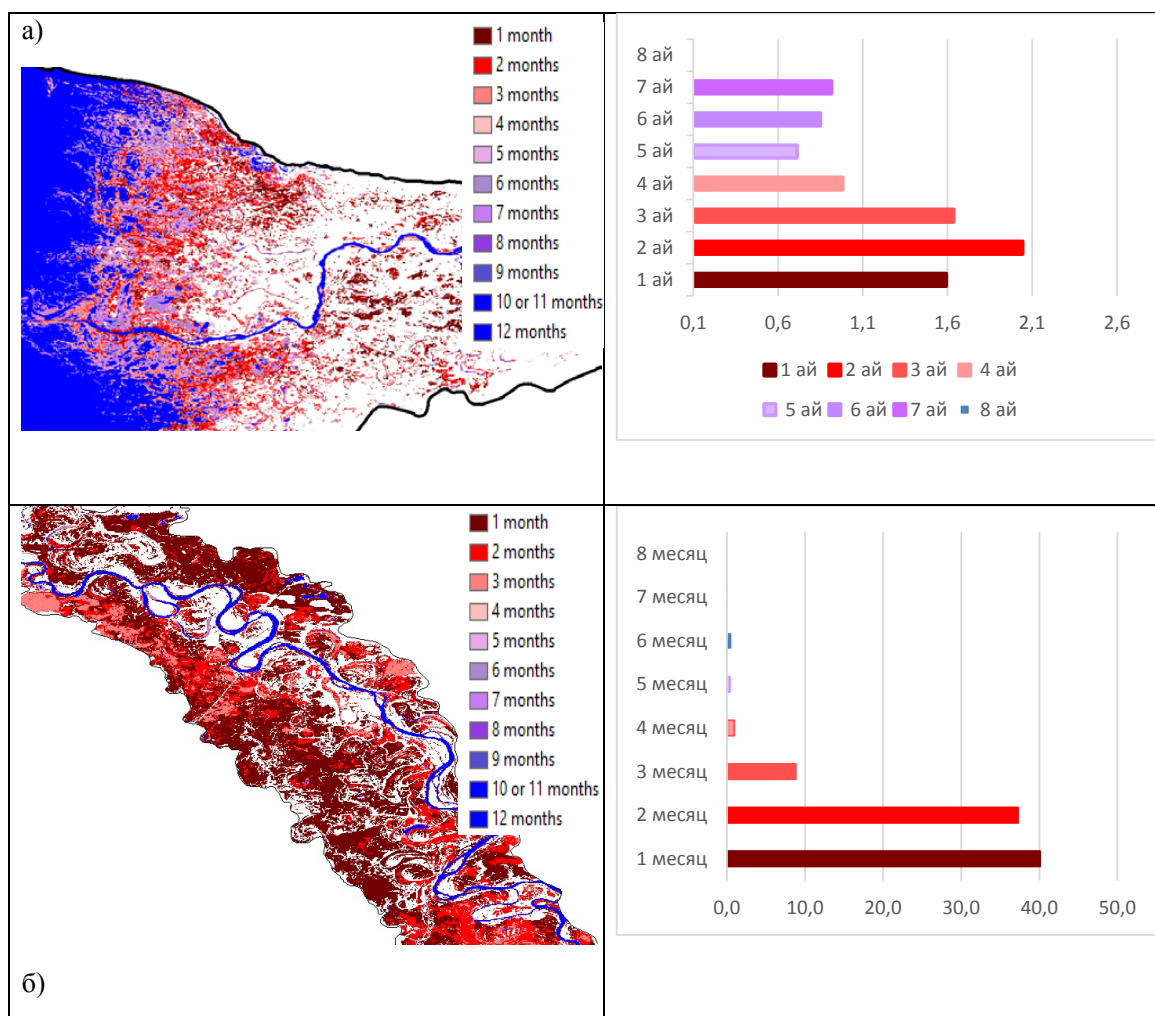
3-сурет – GSWE өнімінің *Monthly Water History* жиынтығының негізінде алынған деректер бойынша Ертіс өзені жайылмасындағы судың айлар ішінде өзгеруі; %

Ертіс өзенінің Павлодар облысындағы жайылмасында жер беті суының мамыр айында көп болуы, Ертіс өзеніндегі су жіберулермен байланысты. Көктем кезіндегі су жіберудің негізгі көлемі Шулбі су қоймасының су жіберу есебінен қалыптасады. Жайылмадағы су жіберу негізінен сәуір айының ортасынан басталып, мамыр айының екінші жартысына дейін барады (№134 хат, 2019). Ғарыштық түсірілімдерді өңдеудің нәтижесінде алынып отырған *Monthly Water History* жиынтығындағы деректер осыны көрсетеді.

Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) де-

ректер базасындағы *Monthly Water History* жиынтығынан 3-суретте берілген таңдаулы жылдармен ғана жұмыс жасадық. Себебі, бұл жиынтықта да жоғарыда айтылған Landsat ғарыштық түсірілімдеріндегі кейбір жылдар мен айларда NoData мәні бар ұяшықтар көп.

GSWE өнімінің *Water Seasonality* жиынтығынан 2014 жылдың наурыз айынан 2015 жылдың қазан айы аралығындағы тұрақты су мен маусымдық судың жатуы және су болған айлардың саны жайлы деректерді алуға болады (4-сурет).



4-сурет – GSWE өнімінің *Water Seasonality* жиынтығынан алынған деректер бойынша Ертіс өзенінің жайылмасының фрагменті (а) Ертіс өзенінің Жайсан көліне құятын жері, б) Павлодар облысы аумағындағы Ертіс өзенінің жайылмасы

4-суреттен GSWE өнімінің *Water Seasonality* растрын өңдеуден алынған деректер негізінде, егер жайылмадағы су 1-2 ай ғана жататын болса – маусымдық (seasonal) су екендігін, ал жайылмадағы жер беті суы 8-12 ай жатса, тұрақты (permanent) суға жататындығын көруге болады, ол су өзен арнасы немесе көлдің тұрақты су деңгейін көрсетеді. Павлодар облысының тұсындағы Ертіс өзені жайылмасындағы жер беті суы ауданының көп пайызын 1-2 ай ғана жататын маусымдық сулар құрайды, мұндай маусымдық сулардың ауданы әр жыл сайын Шүлбі су бөгенінен жайылмаға жіберілетін суға тікелей байланысты (№134 хат, 2019).

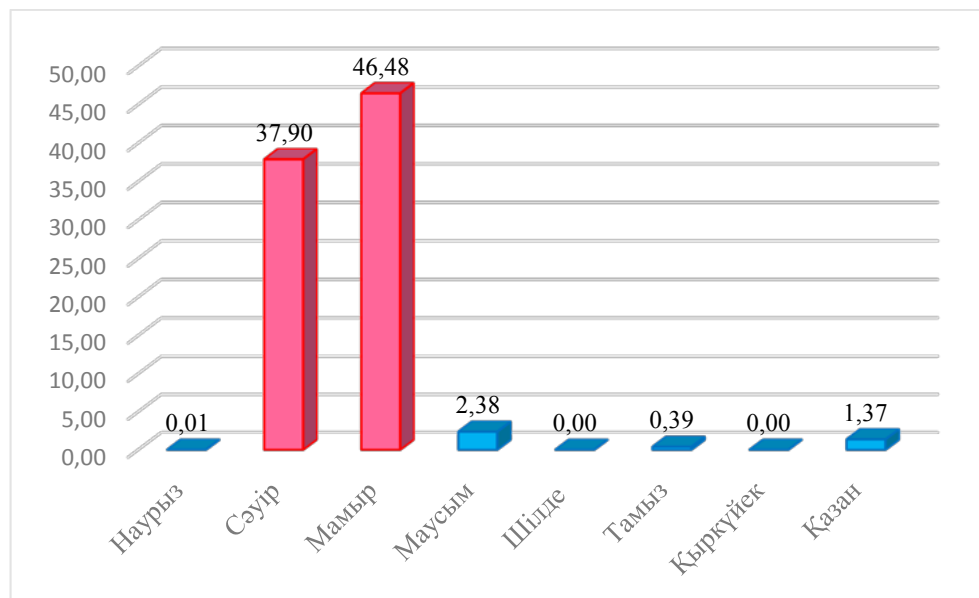
5-суретте GSWE өнімінің *Water Seasonality* жиынтығындағы деректерден жер беті сулары ауданының айлар ішіндегі өзгеру динамикасы

анықталды, бірақ бұл деректер бір жылға ғана берілген, яғни тек 2014-2015 жылдарды қамтиды.

2014-2015 жылдардағы жер беті сулары ауданының айлар ішіндегі өзгеру динамикасын алынған *Water Seasonality* жиынтығындағы өңделіп алынған деректерге сүйенсек, Павлодар облысының Ертіс өзенінің жайылмасында мамыр айында жер беті суының көп екендігін көруге болады. Ғарыштық түсірілімдер негізінде алынған бұл деректер жайылмадағы жер беті суының мамыр айында көп болуы, жоғарыда айтылған Шүлбі су қоймасынан жайылмаға жіберілетін суымен тікелей байланыстылығын дәлелдейді. Көктем уақытындағы жайылмаға су жіберулер сәуір айында басталып, мамырдың ортасына дейін барады. Ертіс өзенінің жайылмасына жыл сайын көктемде жіберілетін

су жайылманың флорасы мен фаунасының өмір сүретін экологиялық ортасын, биологиялық өнімділігін сақтау мақсатында жүзеге

асырылады (№134 хат, 2019; М.Ж. Бурлибаев, 2014:396; М. Бейсембаева, 2015:781; Отчет Ертис БИ, 2016:103).



5-сурет – Water Seasonality жиынтығынан алынған деректер бойынша Павлодар облысы аумағындағы Ертис өзені жайылмасының жер беті сулары ауданының 2014-2015 жылдардағы айлар бойынша өзгеруі, %

Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Water Seasonality* жиынтығының алынған деректерді пайдалануға болады, бірақ бұл деректер жер беті суы аудандарының 2014-2015 жылғы бір жылдық өзгерісін ғана бере алады.

Қорытынды және тұжырымдама

Сонымен жерді қашықтықтан зондтаудың (ЖКЗ) көмегімен жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы (Landsat архивтік түсірілімдері) әртүрлі растрлік жиынтықтардан бірнеше әдіс-тәсіл, құралдарды пайдалана отырып, жер беті сулары туралы деректерді алып, өңдедік. Алынған деректер негізінде, Ертис өзені жайылмасындағы жер беті суы ауданының өзгеруі бағаланды. Алынған деректерді өңдеу мен талдау негізінде, келесі тұжырымдамаларды жасадық:

– Жерді қашықтықтан зондтау деректерінің көмегімен жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Yearly Water Classification* жиынтығын, жер беті суы аудандарының жылдар бойынша өзгеру динамикасын анықтау үшін пайдалануға болады.

– Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Monthly Water History* жиынтығынан алынған деректерді бағалағанда, тек таңдаулы жылдармен ғана жұмыс жасадық.

– Жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Water Seasonality* жиынтығынан алынған деректерді пайдаландық. Бұл деректер жер беті суы аудандарының 2014-2015 жылғы бір жылдық өзгерісін ғана береді.

Қорыта келгенде Жерді қашықтықтан зондтау әдісін пайдалана отырып, жер беті сулары ауданының өзгерісін бағалауға болады. Зерттелген аумақтың жер беті суларының ғаламдық (GSWE) деректер базасындағы *Yearly Water Classification* жиынтығы жайылмаға жыл сайын су жіберудің тиімділігі мен су басу аудандарының динамикасының өзгеруін тұрақты бақылап, талдау жасап, тұжырымдама жасауға мүмкіндік береді. Landsat ғарыштық түсірілімдерін өңдеу арқылы алынған деректердің дұрыстығы жұмыс барысында тексерілді.

Жер беті сулары деректерінің ғаламдық базасындағы (GSWE) деректерді әр аумақтарға алып көру керек, әлі де зерттеуді қажет етеді.

Жерді қашықтықтан зерттеу негізінде

алынатын мұндай деректер бақылаудың көп жылдарды қамтитындығымен және деректерді алу мен оларды өңдеудің жылдамдығымен ерекшеленеді және сондай-ақ, жерді қашықтықтан

зондтау деректері өте кең ауқымды қамтитын аумақтар мен адам баруға қиын жерлерге зерттеу жүргізгенге де қолайлы.

Әдебиеттер

- Pekel J.-F., Cottam A., et al. (2016) High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Jornal of Nature*. No 540. pp. 418-422.
- Yamazaki D., Trigg M.A., et al. (2015) Development of a global ~90 m water body map using multi-temporal Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 171. pp. 337–351.
- Thakur J. K., Singh S.K., et al. (2017) Integrating remote sensing, geographic information systems and global positioning system techniques with hydrological modeling. *Appl Water Sci*. Vol. 7. pp. 1595–1608.
- Mueller N., Lewis A., et al. (2016) Water observations from space: Mapping surface water from 25 years of Landsat imagery across Australia. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 174. pp. 341–352.
- Shan J., Hussain E., et al. (2009) Flood mapping and damage assessment – A case study in the state of Indiana. *Geospatial Technology for Earth Observation*. Springer. pp. 473–495.
- Gudina L. F., Henrik Meilby, etc. (2014) Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*. № 140. pp. 23-35.
- Бурлибаев. М.Ж. Затопление поймы Ертіс – главный фактор устойчивого развития речной экосистемы. – Алматы: Издательство «Қағанат», 2014. – 396 с.
- Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водная безопасность – глобальная проблема 21 века // *Вопросы географии и геоэкологии*. – 2016. – № 1. – С. 3-13.
- Царегородцева А. Г. Гидроэкология пойменных ландшафтов (Павлодарское Прииртышье). – Павлодар, 2005. – 248 с. ISBN 9965439192.
- Винокуров Ю. И. и др. Экологические риски в трансграничном бассейне реки Иртыш. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 161 с.
- Xia H. et al. (2019) Changes in Water Surface Area during 1989–2017 in the Huai River Basin using Landsat Data and Google Earth Engine. *Remote Sensing*. № 11. P. 18.
- Busker T. et al. (2019) A global lake and reservoir volume analysis using a surface water dataset and satellite altimetry. *Hydrol. Earth Syst. Sci*. No. 23, pp. 669-690.
- Sengupta D. et al. (2019) Mapping Trajectories of Coastal Land Reclamation in Nine Deltaic Megacities using Google Earth Engine. *Remote sensing*. 11. P. 2621.
- <https://global-surface-water.appspot.com/> The Global Surface Water Explorer. Official site. Accessed 12.12.2019
- Tolepbayeva A. K., Tanbayeva A.A., Karagulova R. K. et al. (2020) Estimation of the changes in water area based on the use of archives satellite images of landsat satellites (on the example of the Ertis river). *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. Volume 3. P.7.
- Письмо №134 от 26.04.2019 г. Акимат Павлодарской области. ГУ «Управление недропользования, окружающей среды и водных ресурсов Павлодарской области».
- Отчет о деятельности Ертісской бассейновой инспекции по регулированию использованию и охране водных ресурсов за период 2010-2016 годы. – Алматы, 2016. – 103 с.
- Бейсембаева М.А., Базарбеков К.У. Влияние природоохранных попусков на гидрологический режим реки Иртыша в пределах территории Павлодарской области Республики Казахстан. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Проблемы прикладной экологии*. –2015. – Т. 17. – №4 (4). – С. 781-787.

References

- Pekel J.-F., Cottam A., et al. (2016) High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Jornal of Nature*. No 540. pp. 418-422.
- Yamazaki D., Trigg M.A., et al. (2015) Development of a global ~90 m water body map using multi-temporal Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 171. pp. 337–351.
- Thakur J. K., Singh S.K., et al. (2017) Integrating remote sensing, geographic information systems and global positioning system techniques with hydrological modeling. *Appl Water Sci*. Vol. 7. pp. 1595–1608.
- Mueller N., Lewis A., et al. (2016) Water observations from space: Mapping surface water from 25 years of Landsat imagery across Australia. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 174. pp. 341–352.
- Shan J., Hussain E., et al. (2009) Flood mapping and damage assessment — A case study in the state of Indiana. *Geospatial Technology for Earth Observation*. Springer. pp. 473–495.

- Gudina L. F., Henrik Meilby, etc. (2014) Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*. № 140. pp. 23-35.
- Burlibaiyev. M.ZH. (2014) Затопление поймы Ертыса - главный фактор применения развития рекой экосистемы [Flooding of the Ertis floodplain - the main factor of sustainable development of the river ecosystem]. - Almaty: Izdatelstvo «Kaganat», pp. 32-95.
- Medeu A.R., Mal'kovskiy I.M., Toleubayeva L.S. (2016) Vodnaya bezopasnost' – global'naya problema 21 veka [Water security - a global challenge of the 21st century]. *Voprosy geografii i geoekologii*, no 1, pp. 3-13.
- Tsaregorodtseva A.G. (2005) Gidroekologiya poymennykh vidovftov (Pavlodarskoye Priirtyshye) [Hydroecology of floodplain landshafts (Pavlodarskoye Irtysh)]. P. 248.
- Vinokurov YU. I. i dr. (2014) Ekologicheskiye riski v transgranichnom bassejne reki Irtysh [Environmental risks in the transboundary basin of the Irtysh river]. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, P. 161.
- Haoming Xia et al. (2019) Changes in Water Surface Area during 1989–2017 in the Huai River Basin using Landsat Data and Google Earth Engine. *Remote Sensing*. № 11. P. 1824.
- Busker T. et al. (2019) A global lake and reservoir volume analysis using a surface water dataset and satellite altimetry. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* No. 23, pp. 669-690.
- Sengupta D. et al. (2019) Mapping Trajectories of Coastal Land Reclamation in Nine Deltaic Megacities using Google Earth Engine. *Remote sensing*. 11. P. 2621.
- <https://global-surface-water.appspot.com/> The Global Surface Water Explorer. Official site. Accessed 12.12.2019
- Tolepbayeva A. K., Tanbayeva A.A., Karagulova R. K. et al. (2020) Estimation of the changes in water area based on the use of archives satellite images of landsat satellites (on the example of the Ertis river). *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. Volume 3. P.7.
- Pismo №134 ot 26.04.2019 g. Akimat Pavlodarskoy oblasti. GU «Upravleniye nedropolzovaniya, okhrany okruzhayushchey sredy i vodnykh resursov Pavlodarskoy oblasti.
- Otchet o deyatel'nosti Yertisskoy basseynovoy inspeksii po regulirovaniyu ispol'zovaniyu i okhrane vodnykh resursov za period 2010-2016 gody. - Almaty, 2016. - 103 s.
- M. A. Beysembayeva, K. U. Bazarbekov. (2015) Vliyaniye prirodookhrannykh rezhimov na gidrologicheskiy rezhim reki Irtysha v predelakh territorii Pavlodarskoy oblasti Respubliki Kazakhstan [Influence of nature-protected releases on the hydrological regime of the Irtysh river within the territory of the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Problemy prikladnoy ekologii*. - T. 17. - №4 (4). pp. 781-787.

3-бөлім
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ**

Section 3
**METEOROLOGY
AND HYDROLOGY**

Раздел 3
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
И ГИДРОЛОГИЯ**

**А.К. Мусина , А.Д. Шайбек , Ж.А. Жанабаева ,
Ж.Т. Раймбекова **

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*Корреспонденттік автор – А.Д. Шайбек, shaibek.aiya@gmail.com

ШУ-ТАЛАС АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ АҒЫНДЫСЫНА ІРІ СУ ҚОЙМАЛАРДЫҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Мақалада гидрологиялық деректерді жинау және талдау негізінде антропогендік факторларды ескере отырып, Шу-Талас алабы өзендерінің жылдық ағындысына ірі су қоймалардың әсері бағаланды. Алап бойынша гидрологиялық мәліметтер қоры жеткіліксіз болғандықтан, таңдалған есептік кезең бойынша гидрологиялық мәлімет қатары ұқсасөзен тәсілін пайдалану арқылы қалпына келтірілді. Алаптағы өзендердің қатарішілік біртектілігі Stok-Stat бағдарламасы көмегімен Стюдент, Фишер, Вилкоксон критерийлері бойынша бағаланды. Бағалау қорытындылары оң нәтиже көрсетті, сол себептен де өзен ағындысына ықпал ететін адамның шаруашылық іс-әрекетінің дәрежесін анықтау мақсатында жиынтық интеграл қисықтары тұрғызылды. Графиктік тәсіл көмегімен ағындының өзгеріске ұшырағандығы және оның басталу датасы су қоймалардың салынып, пайдалануға берілген уақытымен тұстас екендігі анықталды. Ірі су қоймалардың әсерінен ағындысы өзгеріске ұшыраған өзендердің су қоймалар салынғанға дейін және одан кейінгі ағындысының статистикалық параметрлері анықталды. Су қойманың ағындыға әсері жиынтық интеграл қисықтары мен табиғи және бұзылған кезеңдерге тұрғызылған қамтамасыздық қисықтары бойынша алынған түрлі қамтамасыздықтағы ықтимал мәндерді салыстыру арқылы бағаланды. Зерттеу нәтижелері су қоймаларды жобалау, сондай-ақ су қойманың ағынды режиміне әсерін бағалау кезінде практикалық мәнге ие.

Түйін сөздер: статистикалық әдіс, орташа жылдық су өтімі, қатардың біртектілігі, шартты табиғи кезең, тұрмыстық кезең, табиғи кезең.

A. Mussina, A. Shaybek, Zh. Zhanabayeva, Zh. Raimbekova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*Correspondent author – A.D. Shaybek, shaibek.aiya@gmail.com

Assessment of the large reservoirs impact on the Shu-Talas basin rivers runoff

The article based on the collection and analysis of hydrological data, the assessment of the impact of large reservoirs on the annual flow of the Shu-Talas river basin using well-known statistical methods was considered. Due to the insufficient hydrological database for the basin, the hydrological data series was restored using the analog method for the selected reporting period. The uniformity of the river series in this basin was evaluated using the StokStat program and the Student, Fisher, and Wilcoxon criteria. The results of the assessment showed a positive result, so integral curves were constructed to determine the degree of human economic activity that affects the flow of the river. Using the graphical method, it is established that the flow has changed and the date of its beginning coincides with the time of construction and commissioning of reservoirs. The results of the assessment showed a positive result, so integral curves were constructed to determine the degree of human economic activity affecting the flow of the river. Using the graphical method, it is established that the flow has changed and the date of its beginning coincides with the time of construction and commissioning of reservoirs. Statistical parameters of river flow that are subject to changes in flow under the influence of large reservoirs before and after construction were determined. The impact of reservoirs on runoff was estimated by comparing the possible values of different security obtained from the total integral curves and security curves constructed during natural and disturbed periods. The results of the study are of practical use in the design of reservoirs and the assessment of their impact on the regime.

Key words: statistical method, average annual water consumption, series uniformity, conditional natural flow, household flow.

А.К. Мусина, А.Д. Шайбек, Ж.А. Жанабаева, Ж.Т. Раймбекова
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
*Корреспондентский автор – А.Д.Шайбек, shaibek.aiya@gmail.com

Оценка влияния крупных водохранилищ на сток рек Шу-Таласского бассейна

В статье на основе сбора и анализа гидрологических данных была рассмотрена оценка влияния крупных водохранилищ на годовой сток рек Шу-Таласского бассейна с использованием известных статистических методов. Из-за недостаточной гидрологической базы данных по бассейну за выбранный отчетный период гидрологический ряд данных восстановлен с использованием аналогового метода. Однородность рядов рек данного бассейна была оценена с помощью программы StokStat и по критериям Стьюдента, Фишера, Вилкоксона. Результаты оценки показали положительный результат, поэтому были построены интегральные кривые с целью определения степени хозяйственной деятельности человека, влияющей на сток рек. С помощью графического метода установлено, что сток изменился и дата его начала совпадает со временем строительства и ввода в эксплуатацию водохранилищ. Определены статистические параметры стока рек, подверженных изменению стока под влиянием крупных водохранилищ до и после строительства. Влияние водохранилищ на сток оценивалось путем сравнения возможных значений различной обеспеченности, полученных по суммарным интегральным кривым и кривым обеспеченности, возведенным в естественные и нарушенные периоды. Результаты исследования имеют практическое применение при проектировании водохранилищ и оценке их влияние на режим.

Ключевые слова: статистический метод, среднегодовой расход воды, однородность ряда, условно-естественный сток, бытовой сток, естественный сток.

Кіріспе

Табиғи су әрқашан қоғамның дамуында маңызды рөл атқарады. Қоғамның тұрғы суға артып келе жатқан сұраныстарын өтеу үшін су объектілерінің табиғи режимі адамның шаруашылық іс-әрекетінің нәтижесінде айтарлықтай өзгерістерге ұшырап жатыр, өзендердің ағынды режимін су қойма арқылы реттеу соның бір дәлелі болып табылады. Өзен ағындысының адамның шаруашылық іс-әрекетінің нәтижесінде өзгеріске ұшырауын бағалау өте күрделі, әрі оның ғылыми және тәжірибелік маңызы үлкен.

Су қоймаларды салудың көпжылдық тарихына қарамастан, олардың өзеннің ағынды режиміне, су теңдестігі мен қоршаған ортаға әсерін зерттеу әлі де жалғасып келеді.

Су қоймалардың өзен ағындысына әсерін бағалау мәселесіне көп жұмыстар арналған. Негізінен, өзен ағындысының өзгерістері сандық тұрғыдан бағаланып және екі аймаққа бөліп қарастырылған. Бірінші аймақта су

бетінен қосымша булану және екінші аймақта су астында қалған құрлық есебінен булану. А.Б. Авакянның (Авакян А.Б., 1977: 400) мәліметтері бойынша XIX және XX ғасырлардағы жер шарындағы су қоймаларының жалпы көлемі 15 км³ құраса, ал қазіргі уақытта ол 6000 км³ асады, яғни 400 есеге өскен. Бұрынғы КСРО аумағында XX ғасырдың соңғы онжылдығына дейін су қоймалардың жалпы көлемі 1195 км³, пайдалы көлемі 587 км³ құрады. Сонымен қатар, өзендер ағындысының антропогендік әсерден өзгеруін бағалау жұмыстарын География институтының су ресурстары зертханасының мамандарының жарыққа шыққан ғылыми еңбектерінен көре аламыз (Алимулов С.К., 2018: 81), (Сатенбаев Е. Н., 2012: 262), (Медеу А.Р., 2012: 94).

В.С. Вуглинский жұмысында (Вуглинский В.С., 1981: 78) өзен алабының қарастырылып отырған аймағы шегінде су алмасу элементтерінің өзара байланыс теңдеуі бойынша ағындының өзгерісі бағаланған. Бірқатар авторлардың пікірі бойынша, (Вендров С.Л., 1979: 8), (Haddeland I., 2005: 33), (Yang T., 2006: 1833) су қоймаларды

салу барысында алаптың жалпы су ресурстары азаймайды, су алмасудың негізгі элементтері арасында ылғал қоры қайта бөлінеді деген тұжырым бар.

Көлемі 1 км³ асатын ірі су қоймаларды салу табиғи ортаның әр түрлі құраушыларының айтарлықтай өзгеруіне және су бетінен қосымша буланудың нәтижесінде тұщы су қорының бір-шама азаюына әкеліп соқтырады. Алаптың жеке-леген аудандарындағы су ресурстарының азаюы шаруашылық қажеттіліктеріне жұмсалатын жалпы қайтарымсыз су тұтынудың айтарлықтай үлкен үлесін құрайды (Biemans H., 2011: 12), (Vorosmarty C.J., 1997a: 212).

Өзен ағындысы өзен алабындағы су алмасу процесінің нәтижелі интегралды көрсеткіші, сондықтан, су қойманы салу кезінде су теңдестігінің осы элементінің өзгерістерін бағалау ең үлкен тәжірибелік мәнге ие (Леонов Е.А., 1981: 404).

Су қоймаларды салу және пайдалану нәтижесінде Шу-Талас алабының негізгі өзендерінің гидрологиялық режимі айтарлықтай өзгерді, бұл өзгерістердің шамасы су қоймалардың пайдалы сыйымдылығы мен өзен ағындысы көлемінің арақатынасымен анықталды. Шу-Талас алабы өзендері ағындысының режиміндегі өзгерістер соңғы он жылдықта шаруашылық қызметтен туындағанын көруге болады, ал өзен ағындысына айрықша әсерін тигізген су қоймалар мен тоғандардың құрылысы сонау 1960 жылдан басталса, 1920-1930 жылдары өзен ағындысы суаруға бөлініп алынды, 1959 жылы Шу өзенінің ағындысы Ортокой су қоймасымен және 1974 жылы Тасөткел су қоймасымен реттелді.

Зерттеу объектілері

Шу мен Талас өзендері Тянь-Шань тауынан бастауын алып, Солтүстік Қырғызстан мен Оңтүстік Қазақстан аумақтары арқылы өтеді және солтүстік-батыс бағытымен ағып, Тұран ойпатында жоғалады (1-сурет). Алаптың жалпы ауданы 64,3 мың км² (Қырғызстан Республикасының аумағының бір бөлігін қоса алғанда). Алап аумағының негізгі бөлігі Жамбыл облысының 73 % шөл және шөлейт жерлерін қамтиды, Тянь-Шань тау жүйесінің 14 %, тау бөктеріндегі дала бөлігі 13 % құрайды. Шу-Талас су-шаруашылық алабында ірі өзендермен қатар, 204 шағын өзен бар. Алап өзендерінің ағындысы толығымен Қырғызстан Республикасының аумағында қалыптасады (Мусина А.К., 2018: 25).

Қазіргі уақытта алаптың негізгі өзендерінің

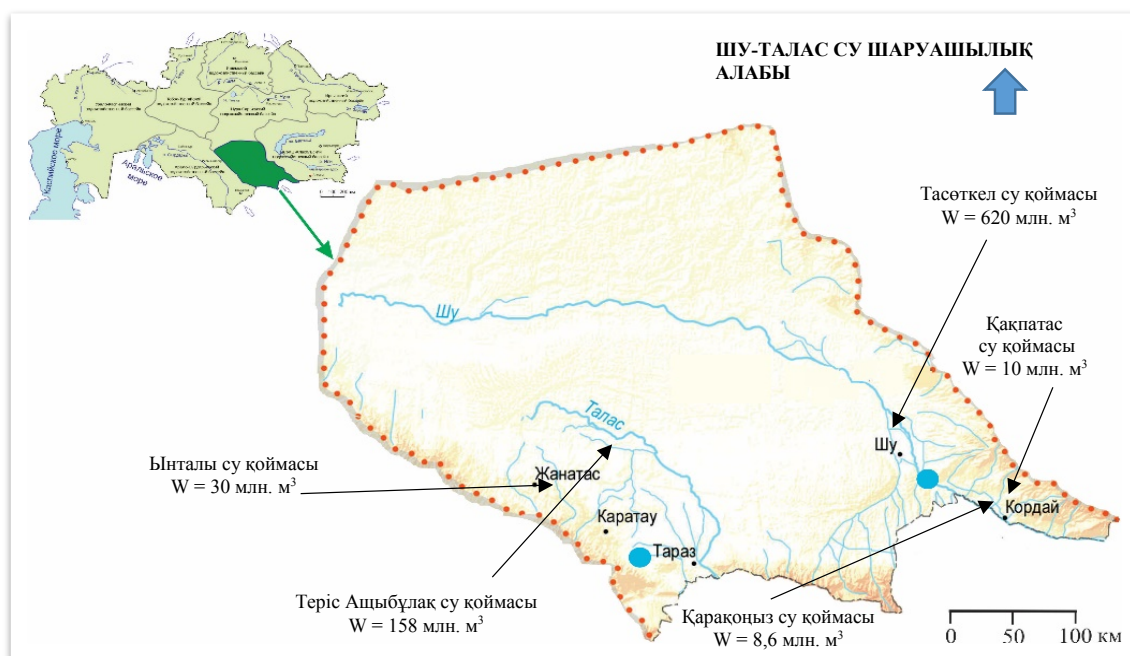
ағындысы су қоймаларымен реттелген. Шу-Талас алабы инспекциясының деректеріне сәйкес алапта жұмыс істеп тұрған 32 су қойма бар. Оның ішінде үш ірі су қойма: Жамбыл облысы Шу ауданында, Шу өзенінің төменгі ағысында орналасқан Тасөткел су қоймасы; Жамбыл облысы Жуалы ауданындағы Теріс өзенінде орналасқан Теріс-Ащыбұлақ су қоймасы; Сарысу ауданындағы Шабакты өзенінде орналасқан Ынталы су қоймасы. Сыйымдылығы 10 млн м³ - 2 шағын су қойма және 36 кіші су қоймалар бар (Бурлибаев М.Ж., 2018: 511).

Барлық су қоймалар ҚР Ауыл шаруашылығы Министрлігінің Су ресурстары комитетінің РМК «Қазсушаруашылығы» мекемесіне қарасты. Оңтүстік-Қазақстан облысының Созақ ауданында Шу өзенінің төменгі ағысында жалпы сыйымдылығы 13 млн м³ асатын 11 су қойма бар, олар ауданы 1300 га жуық суармалы жерлерді суландыруға пайдаланылады. Алаптың ірі су қоймалары 1-кестеде, ал алап бойынша орналасу сұлбасы 1-суретте көрсетілген. Шу-Талас өзені алабының ағындысы шаруашылықтың әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады. Осы мақсатта көптеген өзендердің бойында ірі су қоймалар мен шағын тоғандар салынып, олар өзеннің гидрологиялық режимінің өзгеруіне әкелуде. Шу-Талас өзені алабында жалпы республикалық меншікке тиесілі 41 (5 ірі, 36 кіші) су қойма бар. Ал коммуналдық меншікке 111 су қойма және 80 тоған, жеке меншілікке 9 су қойма, 5 тоған тиесілі. Шу, Талас және Аса өзендеріндегі ірі су қоймалардың толық көлемі 10 млн м³ аспайды (1-кесте).

Шу – Талас су шаруашылық алабындағы ірі су қоймалар Қырғызстан Республикасына тиесілі болғандықтан, көрші мемлекеттің су қоймаларын да есепке алуымыз керек. Олай дейтініміз, Қазақстанмен шекарада ондаған километрде орналасқан, жалпы көлемі 550 млн м³ құрайтын қырғыз жеріндегі Киров су қоймасы Жамбыл облысының Талас, Байзақ, Жамбыл және Сарысу аудандарындағы 64 мың гектар жерді және Тараз қаласындағы бірқатар аумақты сумен қамтамасыз етеді. Су қойма 1975 жылы Талас облысының Манас және Кара-Буура аудандарының арасында салынып, пайдаланылуға берілді. Ал Қырғызстанның Ыстықкөл облысындағы Орта-Токой су қоймасы Жамбыл облысының Шу, Қордай және Мойынқұм аудандарын сумен қамтамасыз етеді. Аталған су қойманың құрылысы 1941 жылы басталып, 1960 жылы пайдаланылуға берілді. Жалпы көлемі – 470 млн м³.

1-кесте – Шу-Талас су шаруашылық алабының ірі су қоймалары

№	Су қойманың атауы	Су қойманың орналасқан жері	Пайдалануға берілген жыл	Жоба бойынша көлемі, млн м ³		Реттеу түрі
				толық	пайдалы	
1	Тасөткел	Шу өз.	1975	620	322	маусымдық
2	Теріс - Ащыбұлақ	Теріс өз.	1962	158	143	маусымдық
3	Ынталы	Шабақты өз.	1975	30	30	маусымдық
4	Қарақоңыз	Қарақоңыз өз.	1986	8,6	8	маусымдық
5	Қакпатас	Қакпатас өз.	1988	10	9,5	маусымдық

**1-сурет** – Шу-Талас су шаруашылық алабы және алаптағы ірі су қоймаларының орналасу сұлбасы

Ғылыми зерттеу әдіснамасы

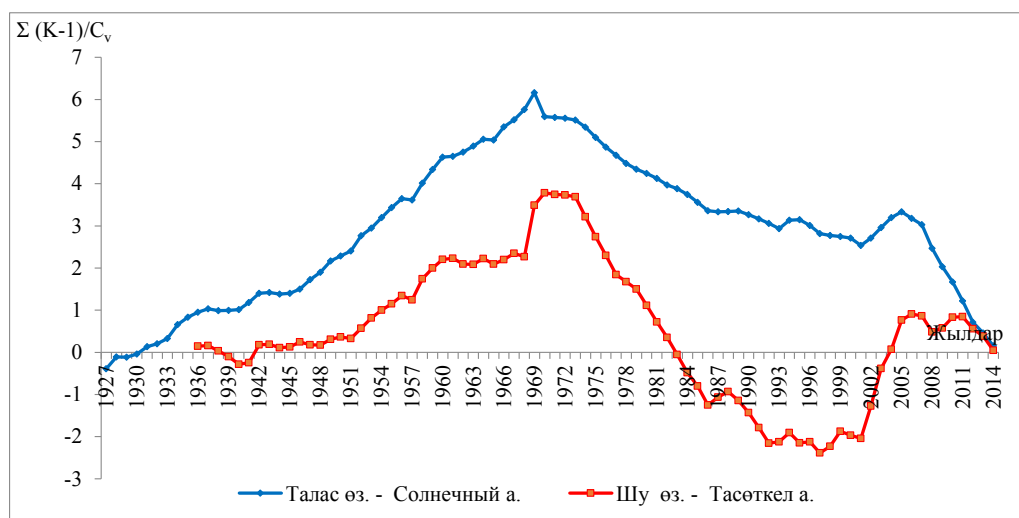
Шу-Талас су шаруашылық алабындағы ірі су қоймалардың ағындыға әсерін бағалау мақсатында РМК «Қазгидромет» мекемесінің гидрологиялық бекеттері бойынша жинақталған орташа жылдық су өтімдерінің мәндері (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1973: 200), (Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 2005: 80), (Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 2015: 82) пайдаланылып, алаптың

гидрологиялық зерттелгендігіне баға берілді. Шу-Талас су шаруашылық инспекциясынан алаптағы жұмыс істеп тұрған су қоймалар жайлы жалпы мәліметтер және олардың пайдалы көлемдерінің шамалары туралы ақпараттар алынды.

Нәтижесінде, көлемі 100 млн м³ асатын ірі 3 су қоймалардың Шу және Теріс өзендерінде орналасқандары анықталды. Су қоймалардың жылдық ағындыға әсерін бағалауға есептеу жұмыстарын жүргізу үшін Шу өз. – Тасөткел а., Шу өз. – Қайнар а., Теріс өз. – Нұрлыкент а.

бекеттері бойынша ағынды қатарлары алынды. Ағынды қатарларын көпжылдық кезеңге

келтіру үшін айырымдық интеграл қисықтары тұрғызылды (2-сурет).



2-сурет – Шу-Талас алабындағы негізгі тірек-бекеттер бойынша тұрғызылған айырымдық интеграл қисықтары

2-суретте көрсетілгендей Шу-Талас алабындағы негізгі тірек-бекеттер бойынша тұрғызылған айырымдық интеграл қисықтары негізінде суы мол және суы аз жылдардың алмасуымен сипатталатын 1940-2015 жылдар аралығы есептік кезең ретінде таңдалып алынды.

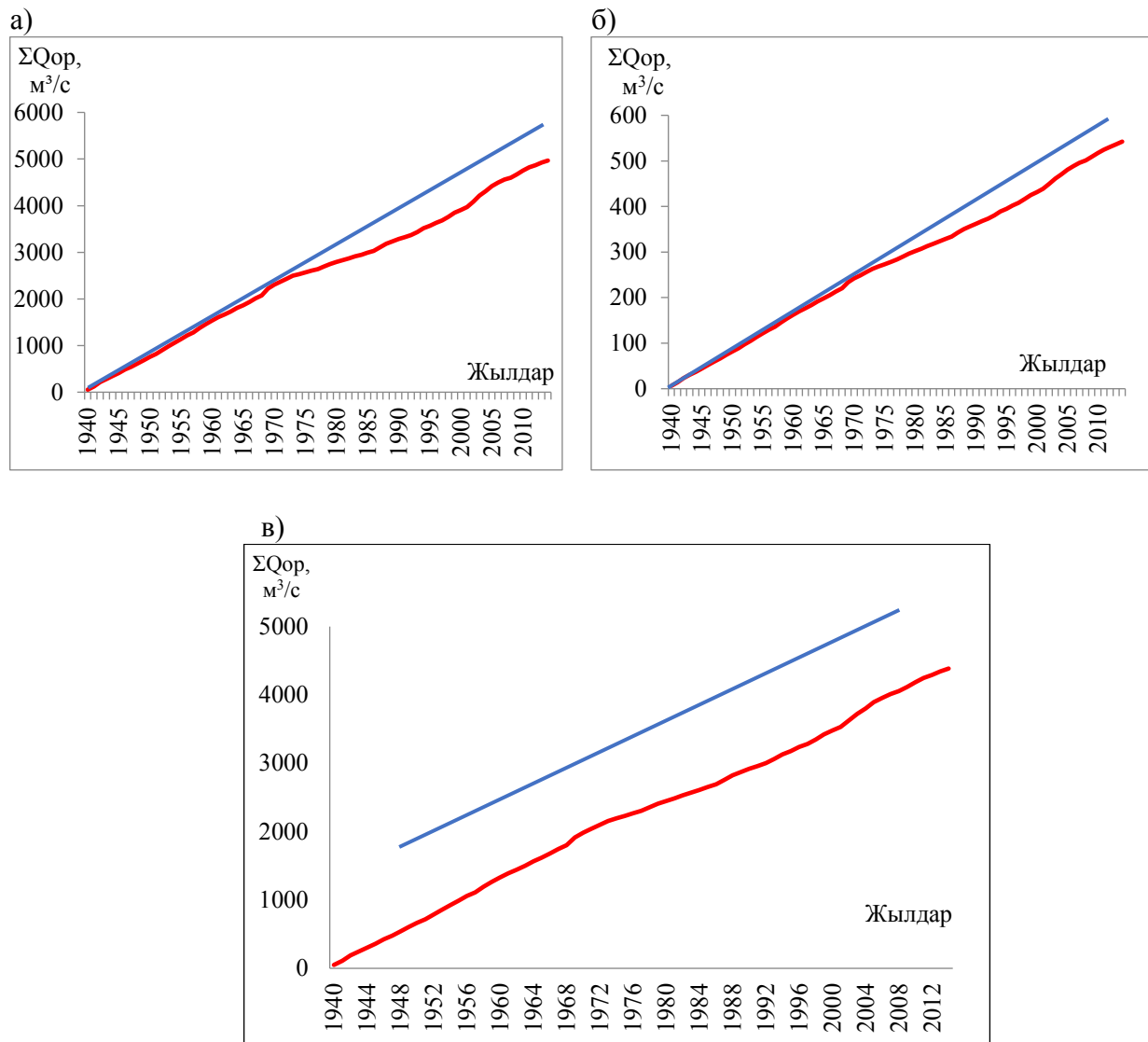
Қандай да бір гидрологиялық сипаттамалар жеткіліксіз болған жағдайда гидрологиялық қатарлардың біртектілігін сандық бағалауға мүмкіндік беретін статистикалық әдістерді қолдану орынды. Ағынды қатарларының бұзылу себептері туралы ешқандай мәліметтер болмаған жағдайда гидрологиялық қатарлардың біртектілігін параметрлік және параметрлік емес критерийлердің көмегімен бағалауға тура келеді (Давлетғалиев С. К., 2017: 8), (Rozhdestvensky, 2002: 25).

Инженерлік-гидрологиялық есептеулерде бірқатар гидрологиялық бақылауларды талдау үшін статистикалық әдістерді қолдануда бастапқы ақпарат біртекті деп қарастырылады. Алайда, бастапқы ақпараттар біртекті емес болатын бірқатар жағдайлар орын алуы мүмкін. Гидрологиялық қатардың біртектілігінің бұзылуы, әдетте, ағынды қалыптастырушы табиғи және антропогендік факторлардың уақыт және

кеңістік бойынша өзгергіштігімен байланыстырылады. Гидрологиялық қатардың біртектілігінің бұзылуының антропогендік себептерінің мысалы ретінде гидротехникалық имараттардың салынуы, суару жұмыстарының жүргізілуін атауға болады. Қатарды біртектілікке тексерудің белгілі графиктік әдісі жиынтық интеграл қисықтарын тұрғызу (3-сурет).

3-суретте көрсетілген жиынтық интеграл қисықтарды талдау 1970-1972 жж. дейінгі кезеңді табиғи кезең деп есептеуге болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді. 1960 жылдан бастап ірі су қоймалардың салынуы ағындының қарқынды өзгеруіне себеп болды. Табиғи және бұзылған кезеңдердің шамаланған бұзылу датасы 1970 жылға сәйкес келеді.

Қатардың біртектілігі Стьюдент, Фишер және Вилкоксон критерийлері арқылы тексерілді (2-кесте келтірілген). Стьюдент және Фишер критерийлері екі тәсілмен анықталды: 1) 1940-2015 жж. бақылау мәліметтері бойынша ағынды қатарларының қатарішілік автокорреляция коэффициенті есептелді. 2-тәсіл StokStat заманауи бағдарламасы бойынша қатарішілік автокорреляция коэффициентін ескерілмей есептелді.



3-сурет – Шу-Талас алабы өзендерінің жиынтық интеграл қисықтары. а) Шу өз. – Тасөткел а. б) Теріс өз. – Нұрлыкент а. в) Шу өз. – Қайнар а.

Бірінші (1940-1973 жж.) және екінші (1974-2015) кезеңнің сипаттамалары n_x , $\bar{Q}_x$, σ_x , C_{vx} анықталды.

мұндағы n_x – зерттеліп отырған қатардың жылдар саны, $\bar{Q}_x$ – кезеңнің орташа су өтімі, м³/с, σ_x – жылдық ағындының бірлік көлеміндегі өзгергіштік коэффициенті, C_{vx} – вариация коэффициенті.

Стьюдент (t) және Фишер (F) статистикалары (1) және (2) формулалар көмегімен анықталды (Рождественский А.В., 1974: 424):

$$t = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{n_1 \sigma_y^2 + n_2 \sigma_x^2}} \sqrt{\frac{n_1 n (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}, \quad (1)$$

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad (2)$$

2-кесте – Стьюдент, Фишер және Вилкоксон критерийлері арқылы қатарды біртектілікке тексеру нәтижелері

№	Өзен-бекет	Есептеу әдісі	Қатарды біртектілікке тексеру									
			Фишер			Стьюдент		Вилкоксон				
			F	Fa	Біртекті	t	ta	Біртекті	U	U1	U2	Біртекті
1	Шу өз. – Тасөткел а.	есептік	0,77	2,73	+	1,70	3,47	+	867	464	941	+
		StokStat	1,37	2,39	+	1,33	3,41	+				
2	Шу өз. – Қайнар а.	есептік	0,78	2,73	+	1,81	3,47	+	867	464	941	+
		StokStat	1,37	2,39	+	1,33	3,41	+				
3	Теріс өз. – Нұрлыкент а.	есептік	0,78	2,73	+	1,90	3,47	+	867	464	941	+
		StokStat	1,37	2,39	+	1,33	3,41	+				

Жүргізілген есептеулерге сәйкес ағынды қатарларының мәліметтері оң болды, яғни біртекті болып анықталды. Дегенмен, алапта жүргізілген шаруашылық іс-әрекеттің дәлелді белгілері (су қоймалардың салынуы) және 3-суретте көрсетілген алап өзендері бойынша тұрғызылған жиынтық интеграл қисықтарының нәтижесі XX ғасырдың 70 ж. бастап табиғи ағындының бұзылғандығын, яғни өзгеріске ұшырағандығын көрсетті.

Нәтижелері және талқылама

Су қоймалар мен тоғандар жылдық ағындының азаю тенденциясын туындатады. Су қойманың сыйымдылығын толтыру мен су бетінен булану себебінен ағынды мөлшері азаяды. Сондықтан негізгі міндет су қоймалардың жылдық ағындыға тигізетін әсерін бағалау және су қоймалардың әсеріне ұшыраған ағындыны шартты-табиғи ағындыға келтіру арқылы соңғы онжылдықтарда бағытты өзгерістерге ие климаттық факторлардың әсер ету дәрежесін анықтау. Ол үшін ағынды қатарлары мәліметтерін, су қоймалардың географиялық орнын, пайдалы сыйымдылығын, ағындыға жүргізілген режимдік бақылауларға зерттеу жүргізу маңызды (Vog-smarty C. J., 1997б: 216), (Давлетғалиев С.К., 2011: 7), (Шикломанов И.А., 1989: 334).

Су қойманың жылдық ағындыға тигізген әсері төменгі (3) формула арқылы есептелетін коэффициент көмегімен анықталады (Методическое указание по оценке влияния хозяйственной деятельности, 1986а: 130):

$$\sigma = 1 - W_T / (y_{\delta} + W_T), \quad (3)$$

мұндағы σ – жылдық ағындының бірлік көлеміндегі өзгергіштік коэффициенті, y_{δ} – шаруашылықтың әсерінен өзгеріске ұшыраған бұзылған ағынды; W_d – су қойманың толық көлемі

Су қойманың толу көлемі өтелімділік коэффициентімен (коэффициент сработки) анықталды:

$$W_T = K_{op} W_n, \quad (4)$$

мұндағы K_{cp} – актарылу коэффициенті (коэффициент сработки), W_n – су қойманың пайдалы сыйымдылығы.

Ағындының абсолютті өзгермелілігі келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta y_{op, жыл} = (1 - \sigma) \quad (5)$$

Шартты-табиғи ағынды келесі өрнекпен анықталды:

$$y_{таб} = y_{ор.жыл.б} + \Delta y_{ор.жыл} \quad (6)$$

Шартты-табиғи кезеңге келтіру үшін антропогендік жүктемені ескеретін жоғарыда келтірілген формулалар қолданылды (Методические указания по оценке влияния

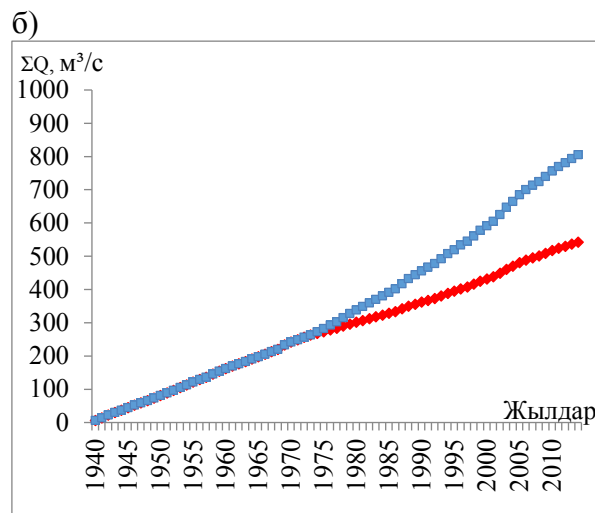
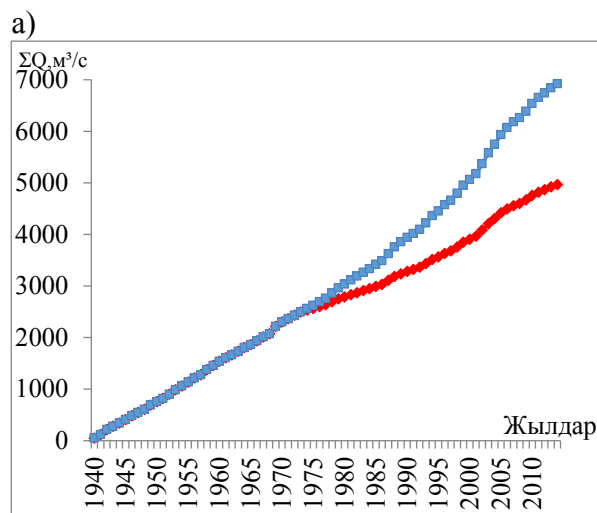
хозяйственной деятельности, 1986б: 130). Шу өз – Тасөткел а. үшін Тасөткел су қоймасы алынды (1974-2015 жж. үшін). Теріс өз. – Нұрлыкент а. үшін Ащыбұлақ суқоймасының тигізетін әсері ескерілді. Су қойма салынуы әсерінен табиғи ағындының төмендеуі 44,4 – 46,2 %-ға дейін жеткендігі анықталды. Табиғи ағындының төмендеуі төмендегі 3-кестеде келтірілген.

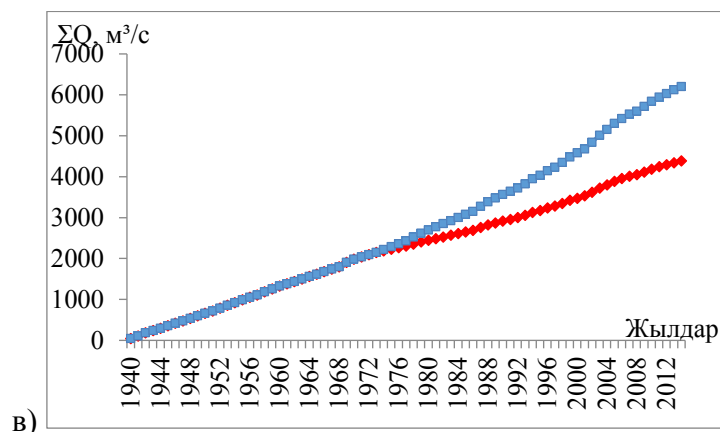
3-кесте – Табиғи ағындының ағынды көлемінің бөгендер әсерінен төмендеуі

№	Өзен-бекет	Жылдар	$Q_{турм}$	$Q_{шарт-таб}$	$\Delta Q = Q_{турм} - Q_{таб}$	Өзгеріс, %
1	Шу өз. – Тасөткел а.	1974-2015	60	108	-48	44,4
2	Теріс өз. – Нұрлыкент а.	1974-2015	7	13	-6	46,2
3	Шу өз. – Қайнар а.	1974-2015	54	98	-44	44,8

Шу-Талас өзені алабында пайдалы көлемі 100 млн м³ асатын Тасөткел және Теріс - Ащыбұлақ бөгендері Шу өз. – Тасөткел а., Теріс өз. – Нұрлыкент а., Шу өз. – Қайнар а. бекеттерінің ағындысының

бұзылуына алып келді. Себебі су қойманың сыйымдылығын толтырудан және су бетінен буланудан, суды шаруашылық салаларында қолданудан ағынды төмендейді. Бұдан басқа климаттық факторлардың да әсері жоқ емес.



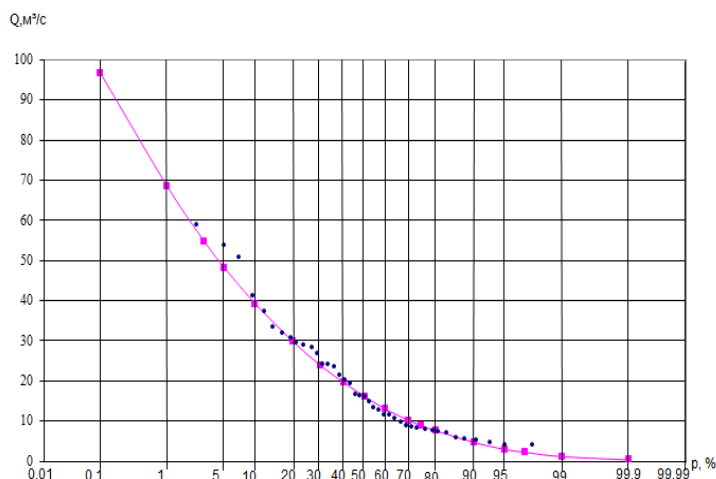


4-сурет – Тұрмыстық және табиғи ағындының интегралды қисықтары: а) Шу өз. – Тасөткел а. б) Теріс өз. – Нұрлыкент а. в) Шу өз. – Қайнар а.

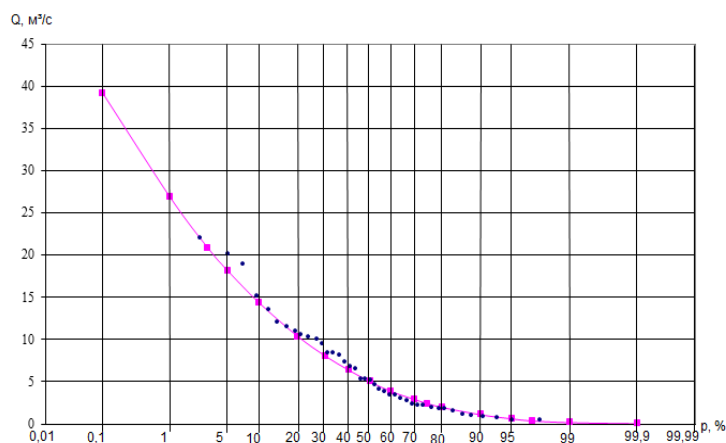
4-суретте көрсетілген жиынтық интегралдық қисықтарды талдау келесі қорытындыларды жасауға мүмкіндік береді: 1975 жылы Шу өзеніндегі Тасөткел су қоймасының пайдаланылуға берілуі және су алудың тиісінше ұлғаюы және су ағындысының шығындалуы, ағынды режимін қалыптастыру жағдайына айтарлықтай өзгерістерге алып келді. 1974 жылға дейінгі кезеңді, табиғи кезең деп есептеуге болады, ал 1974 жылдан бастап Шу өзені ағындысының қалыптасуы мен режимі жағдайында елеулі өзгерістер болған

кезең – бұзылған кезең болып есептеледі, бұл ірі ирригациялық жүйелер мен басқа да су қорғау орындарының құрылыстарымен байланысты.

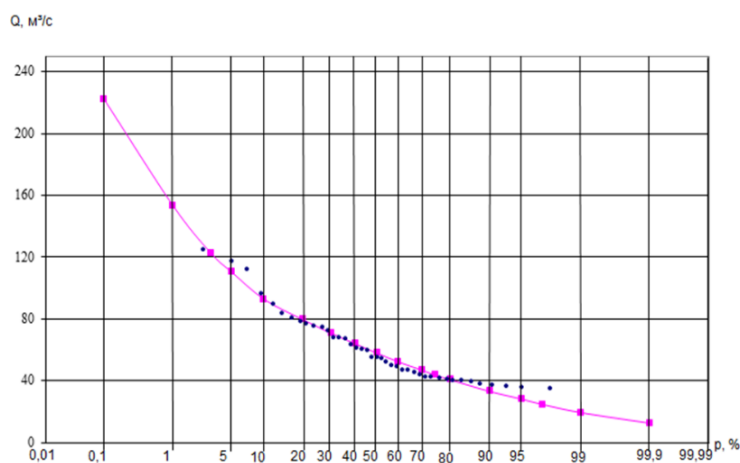
Шу-Талас алабында орналасқан 2 ірі су қойманың әсерінен өзгеріске ұшыраған орташа жылдық ағынды қатарларының статистикалық параметрлері есептеліп, сонымен қатар, су өтімдерінің қамтамасыздық қисықтарын тұрғызылды (5-7-суреттер), қамтамасыздығы әр түрлі орташа жылдық су өтімдерінің ықтимал мәндерінің таңдамалы нәтижелері төмендегі кестеде берілді (4-кесте).



5-сурет – Шу өз. – Тасөткел а. тұстамасы бойынша есептік кезеңге арналған (1940-2015 жж.) орташа жылдық су өтімдерінің қамтамасыздық қисығы



6-сурет – Теріс өз. – Нұрлыкент а. тұстамасы бойынша есептік кезеңге арналған (1940-2015 жж.) орташа жылдық су өтімдерінің қамтамасыздық қисығы



7-сурет – Шу өз. – Қайнар а. тұстамасы бойынша есептік кезеңге арналған (1940-2015 жж.) орташа жылдық су өтімдерінің қамтамасыздық қисығы

4-кесте – Шу-Талас өзені алабы ағындысының статистикалық параметрлері және әртүрлі қамтамасыздықтағы жылдық су өтімдері

№	Өзен-бекет	Кезең	Qор	Cv	Cs	Әртүрлі қамтамасыздықтар %				
						5	10	50	75	99
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Шу өз. - Тасөткел а.	1940-2015	66,23	0,33	0,97	106	95,0	63,8	50,4	26,2
		1940-1973	73,5	0,23	0,003	103	95,8	72,1	61,5	28,7
		1974-2015	60,9	0,38	1,06	103	91,9	57,9	44,0	20,1
		$\Delta = Q_{таб} - Q_{бұз}$	-8,05	15,2		-2,36	-3,26	-9,25	-12,7	-23,2
2	Шу өз. - Қайнар а.	1940-2015	58,5	0,25	1,02	84,5	77,9	57,2	48,0	30,2
		1940-1973	63,4	0,18	0,0001	83,3	78,4	62,6	55,4	40,1
		1974-2015	54,4	0,29	1,06	83,8	76,1	52,8	42,7	23,7

№	Өзен-бекет	Кезең	Qор	Cv	Cs	Әртүрлі қамтамасыздықтар %				
						5	10	50	75	99
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		$\Delta = Q_{таб} - Q_{бұз}$	-7,01	16,0		-0,83	-2,31	-7,69	-11,0	-21,5
2	Теріс өз. - Нұрлыкент а.	1940-2015	7,23	0,21	1,01	9,9	9,24	7,11	0,71	0,36
		1940-1973	7,74	0,15	0,00003	9,89	9,37	7,66	0,96	0,63
		1974-2015	6,81	0,24	1,05	9,84	9,00	6,66	0,57	0,28
		$\Delta = Q_{таб} - Q_{бұз}$	-5,81	14,3		-0,61	-2,60	-6,33	-19,7	-22,2

4-кестеде қарастырылып отырған Шу-Талас өзені алабындағы бекеттер мәліметтері бойынша 3-кезеңге (толық, табиғи, бұзылған) қамтамасыздық қисықтары тұрғызылып, олардың түрлі қамтамасыздықтағы мәндері есептелді. Шу-Талас өзені алабы бойынша толық кезең мен бұзылған кезеңнің көпжылдық орташа мәндерінің айырмашылығы Шу өз. – Тасөткел б. бойынша айырмашылық 8 % төмендегенін көрсетсе, Теріс өз. – Нұрлыкент б., Шу өз. – Қайнар б. бекеттеріндегі айырмашылық мардымсыз, 5-8 % тең.

Ал қамтамасыздығы 5 % с өтімдері бойынша Шу өз. – Тасөткел б. бекетінің айырмашылығы орташа мәнде – 2-7 % айырмашылыққа тең. Шу өз. – Қайнар б. тұстамасы бойынша 0,8-0,2 % төмендегенін көрсетті. Қамтамасыздығы 50 % тең 3 бекет бойынша да айырмашылық бірқалыпты шамада, 2-17 % арасында болды. Шу-Талас өзен алабы бойынша толық және бұзылған кезеңнің вариация коэффициентін салыстыра келе мынандай қорытындыға келеміз: зерттеліп отырған 3 бекеттердің барлығында толық кезеңнің вариация коэффициенті бұзылған кезеңнің вариация коэффициентінен кіші болды. Айырмашылық 16–14 % аралығында төмендегенін көрсетті.

Қорытынды және тұжырымдама

Адамның шаруашылық қызметінің өзеннің су ресурстары, гидрологиялық режимі мен су теңдестігіне әсерін бағалау қазіргі заманғы гидрология ғылымының басты мәселелерінің бірі. Су ресурстарын тиімді пайдалану мен қорғау мақсатында, болашақта өзеннің гидрологиялық режимінің өзгеруіне әкелетін жоспарланған іс-шаралардың салдары туралы сенімді ақпараттардың болуы маңызды.

Ірі су қоймалардың өзен ағындысына әсерін бағалау бойынша жүргізілген зерттеулер аталған мәселелерді шешудің негізгі әдістемелік тәсілдерін тұжырымдауға және Шу-Талас өзен алаптары су ағындысының өзгерістерін бағалауға мүмкіндік берді. Методикалық әдістеме негізінде өзен ағындысының бұзылу фактілері анықталды.

Шу-Талас өзендері алабында тұрғызылған көпжылдық реттеу режимінде жұмыс жасайтын су қоймалар жылдық ағындыға айтарлықтай әсер етеді. Су қоймалар мен тоғандар тұрғызылғаннан кейін орташа жылдық ағынды шамалары шамамен 40-50 % төмендеген. Сонымен қатар, су қоймалар ең жоғары су өтімдерінің уақыттық, атап айтқанда жылылық өзгерістеріне әсерін тигізген.

Әдебиеттер

Biemans H., Haddeland I., Kabat P., Ludwig F., Hutjes R. W. A., Heinke J. Impact of reservoirs on river discharge and irrigation water supply during the 20th century // Water resources research. – 2011. – 15. <https://doi.org/10.1029/2009WR008929>.

Yang T., Zhang Q., Chen Y. D., Tao X., Xu C. Y., Chen X. A spatial assessment of hydrologic alteration caused by dam construction in the middle and lower Yellow River // Hydrol. Processes. – 2006. – 22(18):3829–3843. – <https://doi.org/10.1002/hyp.6993>.

- Vorosmarty C. J., The storage and aging of continental runoff in large reservoir systems of the world // *Ambio*. – 1997. – 219. – <https://doi.org/10.1029/1999GB900092>.
- Haddeland I., Skaugen T., Lettenmaier D.P., Anthropogenic impacts on continental surface water fluxes // *Geophys. Res. Lett.* – 2005. – 33 – <https://doi.org/10.1029/2006GL026047>.
- Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Давлетгалиев С.К. Ресурсы речного стока Казахстана // *Гидрометеорология и экология*. – 2018. – Б. 80-94
- Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция). – Алматы, 2012. – 94 б.
- Сатенбаев Е. Н., Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н.Н., Водопотребление отраслей экономики Казахстана: оценка и прогноз. – Алматы, 2012. – 262 б.
- Бурлибаев М.Ж., Шенбергер И.В., Бурлибаева Д.М., Смирнова Д.А., Скольский В.А., Айтурсев А.М., Линник А.С., Милоков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. Бассейны рек Шу и Талас. – Алматы, 2018. – 511 б.
- Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 б.
- Давлетгалиев С.К., Казакбаева Т.М. Восстановление годового стока рек бассейна Шу-Талас // *Материалы XXIV международной научно-практической конференции: «Развитие науки в XXI веке» 3 часть*. – Х.: научно-информационный центр «Знание», 2017. – Б. 5-14.
- Мусина А.К., Жанабаева Ж.А., Шайбек А.Д., Шу-Талас өзені алабының өзендері ағындысының көпжылдық тербелісін бағалау // *Вестник КазНУ*. – Алматы, 2018. – №1 (48). – 24-32 б.
- Давлетгалиев С.К. Влияние хозяйственной деятельности на годовой сток основных рек Жайык-Каспийского бассейна // *География және геоэкология мәселелері*. – 2011. – Б. 4-11.
- Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Шу и Талас // *Выпуск 8*. – Алматы, 2015. – 82 б.
- Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Сырдарьи, Шу и Талас // *Выпуск 3*. – Алматы, 2005. – 98 б.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Азия. Бассейны оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим // *Т14. Вып 2*. Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 308 б.
- Методическое указание по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановление его характеристик. – Л.: Гидрометеиздат. 1986 – 130 б.
- Леонов Е.А. Леонов В.Е. Применение линейного тренда к оценке и прогноза изменения годового стока под влиянием водохранилищ // *Известия ВГО*, 1981. – Том 113. Вып. 5. – Б. 403 – 410.
- Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 334 б.
- Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. – М.: Энергия, 1977. – 400 б.
- Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1991 – 224 б.
- Вуглинский В.С. К вопросу о методике учета влияния водохранилищ на речной сток. – *Труды ГТИ*. – Вып. 274. – Л.: Гидрометеиздат, 1981 – Б. 73-85.
- Вендров С.Л. Некоторые аспекты взаимодействия крупных водохранилищ и окружающей среды. // *Актуальные проблемы управления водными ресурсами и использование водохранилищ*, 1979. – Б. 3-13.

References

- Biemans H., Haddeland I., Kabat P., Ludwig F., Hutjes R. W. A., Heinke J. Impact of reservoirs on river discharge and irrigation water supply during the 20th century // *Water resources research*. – 2011. – 15. <https://doi.org/10.1029/2009WR008929>.
- Yang T., Zhang Q., Chen Y. D., Tao X., Xu C. Y., Chen X. A spatial assessment of hydrologic alteration caused by dam construction in the middle and lower Yellow River // *Hydrol. Processes*. – 2006. – 22(18):3829–3843. – <https://doi.org/10.1002/hyp.6993>.
- Vorosmarty C. J., The storage and aging of continental runoff in large reservoir systems of the world // *Ambio*. – 1997. – 219. – <https://doi.org/10.1029/1999GB900092>.
- Haddeland I., Skaugen T., Lettenmaier D.P., Anthropogenic impacts on continental surface water fluxes // *Geophys. Res. Lett.* – 2005. – 33 – <https://doi.org/10.1029/2006GL026047>.
- Alimkulov S.K., Tursynova A.A., Davletkaliev S.K., Resursy rechnogo stoka Kazakhstana. // *Gidrometeorologiya i ekologiya [Resources of river flow of Kazakhstan]* // *Almaty*, 2018. – 80-94 pp.

- Medeu A.R., Malkovski I.M., Toleubaeva L.S., Isakov N.A. (2012) *Vodnaya bezopasnost' Respubliki Kazakhstan: problemy i resheniya* [Water security of the Republic of Kazakhstan: problems and solutions]. // Almaty, 200 p.
- Satenbaev E. N., Ibaytullin S. R., Balgabayev N. N., Kazakhstan ekonomıkasy salalarynyn su tutynu: bagalau jane bolzham [Water consumption of Kazakhstan's economic sectors: assessment and forecast] // Almaty, 2012. – 262 p.
- Burlibaev M.J., Shenberger I.V., Burlibaeva D.M., Smirnova D.A., Skolski V.A., Aitureev A.M., Linnik A.S., Milyukov D.Iu. Problemy zagryazneniya osnovnykh transgranichnykh rek Kazakhstana. Basseiny rek Shu i Talas. [Problems of pollution of the main transboundary rivers of Kazakhstan. Shu and Talas river basins] // Almaty, 2018. – 511 p.
- Rozhdestvenski A.V., Chebotarev A.I. (1974) *Statisticheskie metody v gidrologii* [Statistical methods in hydrology]. L., Gidromet publishing. 424 p.
- Davletkaliev S.K., Kazakbaeva T.M. (2017) *Vosstanovlenie godovogo stoka rek basseina Shu-Talas* [Restoration of the annual river runoff of the Shu-Talas basin]. Materials of the XXIV international scientific and practical conference: "The development of science in the XXI century". vol. 3, pp. 5-14.
- Mussina A.K., Janabayeva J.A., Shaybek A.D., Shu-Talas ozeni alabynyn ozenderi agyndysynyn kopzhyldyk terbelisin bagalau. [Assessment of fluctuations of the long-term runoff in the Shu-Talas river basin] // Vestnik Kaznu. – Almaty, 2018. - №1 (48). – 24-32 pp.
- Davletkaliev S.K. Vliyaniya hozyaistvennoi deyatel'nosti na godovoi stok osnovnykh rek Jaiyk-Kaspıskogo basseina// *Geografia jiane geoekologiya myaseleleri*. 2011. – pp. 4-11.
- Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Ezhegodnye dannye o rezhime i resursah poverhnostnykh vod sushi. Basseiny rek Shu i Talas (2013) [State water cadastre. Annual data on the regime and resources of surface waters of the land. Shu and Talas river basins]. Almaty, vol 6. - 82 p.
- Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnykh vod sushi. Basseiny rek Syrdari, Shu i Talas (2005) [State water cadastre. Perennial data on the regime and resources of surface waters. The basins of the Syrdarya, Shu and Talas rivers]. Almaty, vol 3. - 98 p.
- Resursy poverhnostnykh vod SSSR. Srednyaya Aziya. Basseiny oz. Issyk-Kul, rek Chu, Talas, Tarim. (1973) [Resources of surface waters of the USSR. Middle Asia. The basins of the lake Issyk-Kul, the rivers Chu, Talas, Tarim]. vol. 14, no 2. -308 p.
- Metodicheskoe ukazanie po osenke vliyaniya hozyaistvennoi deyatel'nosti na stok srednih i bolshih rek i vosstanovlenie ego harakteristik. [Guidelines for assessing the impact of economic activity on the flow of medium and large rivers and restoring its characteristics] // – L.: Gidrometeoizdat. 1986 – 130 p.
- Leonov E.A. Leonov V.E. Primenenie lineinogo trenda k osenke i prognoza izmeneniya godovogo stoka pod vlianiem vodohranilish. [Applying a linear trend to the estimation and forecast of changes in annual runoff under the influence of reservoirs] // – Izvestiya VGO, 1981. Tom 113. vyp. 5. – pp. 403-410.
- Shiklomanov I.A. Vliyanie hozyaistvennoi deyatel'nosti na rechnoi stok. [Impact of economic activity on river flow] // – L.: Gidrometeoizdat, 1989 – 334 p.
- Avakyan A.V., Sharapov V.A. Vodohranilisha gidrostansı SSSR. [Reservoirs of hydroelectric power stations of the USSR] // M: Energiya, 1977 – 400 p.
- Vuglinski V.S. Vodnye resursy i vodnyi balans krupnykh vodohranilish SSSR. [Water resources and water balance of large reservoirs of the USSR] // L.: Gidrometeoizdat, 1991 – 224 p.
- Vuglinski V.S. K voprosu o metodike ucheta vlianiya vodohranilish na rechnoi stok. [On the issue of the method of accounting for the impact of reservoirs on river flow] // Trudy GTI, Vyp. 274. L.: Gidrometeoizdat, 1981 – pp. 73-85.
- Vendrov S.L. Nekotorye aspekty vzaimodeistviya krupnykh vodohranilish i okruzhayushei sredy. // [Some aspects of interaction between large reservoirs and the environment] Aktualnye problemy upravleniya vodnymi resursami i ispolzovanie vodohranilish, 1979. – pp. 3-13

Ж.К. Наурозбаева

Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия, г. Санкт-Петербург,
e-mail: naurozbaeva.zhanar@mail.ru

МАКРОЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВЫХ ЯВЛЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

В данной работе проведен анализ временного хода форм общей циркуляции атмосферы (ОЦА), основных ледовых параметров, среднемесячные значения температуры воздуха, суммы отрицательных температур воздуха. Сформирована база данных для основных гидрометеорологических параметров. Для типов циркуляции атмосферы было рассчитано среднесезонное значение, выделены эпохи преобладания форм циркуляции. Выявлены основные связи зависимости между суммой отрицательных температур, толщиной льда и интенсивностью преобладающей формы атмосферной циркуляции.

По итогам исследования сделан вывод о повсеместном уменьшении толщины льда с разной интенсивностью. Наибольшее уменьшение толщины льда наблюдается в северо-восточном секторе Каспийского моря. Средняя толщина льда составляет 40 см. В Среднем Каспии наблюдается увеличение повторяемости зимних периодов без становления устойчивого ледового покрова. Оценен температурный вклад каждого месяца за холодный период, вклад каждой формы ОЦА. В исследовании определен ступенчатый переход (год) во временном промежутке от одного стационарного состояния в другое, что нашло отражение не только в температурном фоне. Рассмотрена классификация зим для Каспийского моря, согласно которой наблюдается увеличение повторяемости мягких и умеренных зим.

Ключевые слова: Каспийское море, ледовый режим, максимальная толщина льда, среднемесячная температура воздуха, сумма отрицательных температур, изменение климата.

Zh.K. Naurozbaeva

Russian State Hydrometeorological University, Russia, Saint-Petersburg,
e-mail: naurozbaeva.zhanar@mail.ru

Macro-circulation processes and their impact on changes in the ice regime of the Caspian Sea

In this paper, were analyzed long-time course of atmospheric circulation forms, the main ice parameters, average air temperature and the sum of negative air temperatures. Database was formed by air temperature, ice thickness and types of circulation. For types of atmospheric circulation the long-term average was recalculated. Between parameters are revealed correlations. According researches results, ice thickness was decrease with different weight. In the Caspian Sea, a decrease in ice thickness is observed. The average ice thickness is 40 cm. In the Middle Caspian, an increase in the frequency of ice cover is observed. The estimated contribution of each month to the cold season. The temperature effect of each month of the cold period and each type of atmospheric circulation effect were estimated. In the time course a stepwise transition from one stationary state to another was determined. This was reflected not only on the temperature, but also on all the parameters considered. The classification of winter species of the Caspian Sea under consideration, according to which there is an increase in the frequency of occurrence of mild and moderate winters.

Key words: Caspian Sea, ice regime, maximum ice thickness, monthly average air temperature, sum of negative temperatures, climate change.

Ж.К. Наурозбаева

Ресей мемлекеттік гидрометеорологиялық университеті, Ресей, Санкт-Петербург қ.
e-mail: naurozbaeva.zhanar@mail.ru

Макроциркуляция процестері және олардың Каспий теңізіндегі мұз құбылыстарының өзгеруіне әсері

Осы ғылыми жұмыста атмосфералық айналымның уақыттық ағымы, мұздың негізгі параметрлері және ауа температурасының сипаттамалары зерттелді. Негізгі гидрометеорологиялық параметрлердің базасы құрылды. Атмосфералық айналым түрлері бойынша орташа көпжылдық мән есептелген, циркуляция түрлерінің дәуірлері анықталды. Төменгі температуралардың қосындысы, мұздың қалыңдығы және атмосфералық айналымның басым формасының қарқындылығы арасындағы негізгі байланыс анықталды.

Зерттеу нәтижелері бойынша мұздың қалыңдығы әр түрлі қарқындылығымен төмендеуі жайлы қорытынды жасалынды. Мұз қалыңдығының ең көп төмендеуі Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігінде байқалды. Мұздың орташа қалыңдығы 40 см құрады. Орта Каспийде тұрақты мұз қабаты қалыптаспаған қысқы кезеңдердің жиілігінің жоғарылауы тіркелді. Суық мезгіл үшін әр айдың есептік ауа температуралық үлесі және атмосфералық айналымның әр түрінің әсері бағаланды. Зерттеуде бір стационарлық күйден екінші күйге дейінгі уақыт аралығындағы өтпелі кезең (жыл) анықталды. Ол тек ауа температура фонына ғана емес, сонымен қатар барлық параметрлерге қарастырылған. Каспий теңізі үшін қыстың жіктелуі қарастырылған, оған сәйкес жылы және қалыпты қыстың қайталауының артуы байқалады.

Түйін сөздер: Каспий теңізі, мұз режимі, мұздың максималды қалыңдығы, орташа айлық температура, климаттың өзгеруі.

Введение

Северная часть Каспийского моря покрывается льдом каждый год. Ледовый период длится обычно с ноября по март. В отдельные годы, в зависимости от суровости зимы, начало и окончание ледового периода сдвигаются на месяцы раньше или позже средних многолетних дат.

Опасность для судоходства, прибрежных сооружений, промышленности, в частности для нефтедобывающего промысла, представляют мощность образующегося припая, промерзание моря до дна, образование стамух и торосов. Нередко в течение зимы припай взламывается, особенно в центральных районах Северного Каспия – Гурьевская бороздина. Не менее подвержена динамическим деформациям прикромочная зона припая в районах Кулалинской и Жемчужных банок. Многократный взлом припая, его подвижки, торошение и последующее смерзание приводят к образованию мощных торосов (Болгов, 2007; Бухарицин, 2019, 2011, 2014; Гидрометеорология и гидрохимия морей, 1992; Думанская, 2008). Мониторинг ледовых явлений и их исследования важны не только для гидрометеорологической безопасности (Ивкина, 2015; M. Molavi-Arabshahi, 2015; M. Temimi, 2011; V.V. Asmus, 2018), но и для экологической, в том числе мониторинг популяции каспийского тюленя (Simon J. Goodman, 2018).

На ледовые характеристики существенное влияние оказывают макроциркуляционные процессы. Исследования в области атмосферных процессов как в прошлом, так и в настоящее время являются актуальными (А. Ной, 2013; N.S. Sidorenkov, 2008; O.A. Anisimov, 2011; R. Bridges, 2019; W. Haeberli, 2001; Peter Hupfer, 2001).

Информация и метод исследования

Методика исследования основана на статистическом моделировании и анализе временных рядов следующих гидрологических и климатических характеристик:

- данные количества дней с формами атмосферной циркуляции E, C и W (классификация Г.Я. Вангенгейма – А.А. Гирса) с 1891 по 2018 гг.;

- многолетние ряды наблюдений максимальной толщиной льда, продолжительностей и дат начала и окончания ледового периода на гидрологических станциях Северного Каспия, 8 из которых находятся на акватории моря и одна (Астрахань) – в устье р. Волги, причем 4 станции расположены в России и 4 – в Казахстане;

- многолетние ряды среднемесячной температуры воздуха за холодный период по 28 гидрометеорологическим станциям и постам России и Казахстана с 1882 по 2019 гг.

Расположение пунктов наблюдений показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Расположение гидрометеорологических станций и постов (желтые треугольники – наблюдение за толщиной льда и температурой воздуха, красные кружки – только наблюдения за температурой воздуха)

Для сформированных баз данных разных гидроклиматических характеристик прежде всего был проведен анализ однородности и качества данных с помощью статистических критериев оценки однородности экстремальных значений (критерии Диксона и Смирнова-Граббса) и стационарности дисперсий и средних значений (критерии Фишера и Стьюдента) (Закс, 1976; Лобанов 2011, 2012). В связи с тем, что многолетние ряды имели разную продолжительность и пропуски наблюдений, они приводились к примерно одинаковому многолетнему периоду с восстановлением пропусков по методике, основанной на регрессионной связи с более продолжительными рядами-аналогами на ближайших станциях для одной и той же гидроклиматической характеристики. Предельные минимальные значения коэффициентов корреляции при построении уравнений задавались 0,75 для характеристик ледового режима и 0,85 для температур воздуха. В результате удалось получить практически непрерывные ряды с начала самых ранних наблюдений в регионе по 2018-2019 гг. включительно.

Методика моделирования и исследования временных рядов основывалась на оценке изменения во времени среднего значения и для

этой цели временные ряды аппроксимировались моделями двух типов: стационарной выборки (среднее значение постоянно во времени) и моделью нестационарного среднего (среднее значение изменяется по времени). Причем в качестве моделей нестационарного среднего задавались два их вида: модель линейного тренда и модель ступенчатых изменений среднего значения. Проверялась гипотеза: является ли нестационарная модель эффективнее стационарной и насколько. В качестве показателя эффективности каждой из моделей принималась ее остаточная дисперсия, т.е. доля исходного рассеяния, которое не объяснено моделью. Для модели стационарной выборки стандартное отклонение остатков соответствует среднему квадратическому отклонению ряда (σ_0), а для нестационарных моделей определяется как СКО остатков между наблюдаемыми значениями и рассчитанными по соответствующей модели ($\sigma_{\text{нест}}$). В качестве показателя эффективности нестационарной модели (Δ) можно принять относительную разность стандартных отклонений остатков модели стационарной выборки (σ_0) и нестационарной модели ($\sigma_{\text{нест}}$) в % (Лобанов 2011, 2012; Малинин 2008):

$$\Delta = (\sigma_0 - \sigma_{\text{нест}}) / \sigma_0 \cdot 100 \% \quad (1)$$

Причем σ_0 всегда будет больше или равна $\sigma_{\text{нест.}}$, т.к. остаточная дисперсия относительно постоянного среднего значения является наибольшей. Можно принять, что если $\Delta > 10\%$, то нестационарная модель уже становится эффективнее стационарной, а если $\sigma_0^2/\sigma_{\text{нест.}}^2 > F_{\text{кр}}$ (где $F_{\text{кр}}$ – критическое значение статистики критерия Фишера при заданном уровне значимости α 5%, то эффективность нестационарной модели будет статистически значима. Также можно определить $\Delta_{\text{кр}}$ при котором эффективность нестационарной модели статистически значима. Так, при объеме выборки $n=60$ лет, $\Delta_{\text{кр}}=19,4\%$, при $n=120$ лет $\Delta_{\text{кр}}=13,8\%$, а при $n=500$ лет $\Delta_{\text{кр}}=10\%$. Величина Δ является показателем эффективности нестационарной модели, а $\sigma_{\text{нест.}}$ определяется в зависимости от типа нестационарной модели. Так, для модели линейного тренда: $\sigma_{\text{нест.}}^2 = \sigma_0^2(1-R^2)$, где R – коэффициент корреляции уравнения линейного тренда.

Анализ макроциркуляционных атмосферных процессов

Вангенгеймом Г.Я., позднее дополненное Гирсом А.А., произведено разделение макропро-

цессов на типы W, C, E. При форме W в толще тропосферы наблюдаются зональные движения воздуха. Преобразование процессов этой формы в E или C связано с возникновением в тропосфере стационарных волн большой амплитуды. При этом географическая локализация гребней и ложбин этих волн при формах E и C принципиально отлична. Теория возникновения таких волн связывается с закономерностями и условиями вихреобразования в атмосфере (Гирс, 1971).

В Арктическом и Антарктическом научно-исследовательском институте (ААНИИ) ежегодно проводится разбивка процессов по типам общей циркуляции атмосферы. Собранные данные по числу дней общей атмосферной циркуляции типов E, C, W за период с 1891 по 2018 годы позволили пересчитать нормы форм циркуляции, проанализировать временной ход, найти зависимости с ледовыми явлениями.

Как известно, норма форм циркуляции была определена за период с 1900 по 1968 гг. и довольно длительное время использовалась для климатических расчетов, в том числе и в работах (Думанская, 2008, 2014). В данной работе предложена пересчитанная норма за период с 1918 по 2018 гг., которая отличается от прежних значений.

Таблица 1 - Среднегодовое значения числа дней форм ОЦА за различные периоды

Период 1900-1968 гг.		Период 1918-2018 гг.	
Форма ОЦА	Норма	Форма ОЦА	Норма
W	127	W	113
C	93	C	89
E	145	E	163

Согласно таблице 1, можно заметить существенные отличия по типам E и W. В последние годы наблюдается преобладание типа E в годовом ходе. Как известно, существуют целые эпо-

хи господства того или иного типа циркуляции (Гирс, 1971; N.I. Savelieva, 2004). В таблице 2 приведены преобладающие типы ОЦА с 1891 по 2018 гг.

Таблица 2 - Преобладающие типы ОЦА за год за период с 1891 по 2018 гг.

Год	Индекс	Год	Индекс	Год	Индекс	Год	Индекс
1891	W	1923	W	1955	E	1987	E
1892	W	1924	E	1956	E	1988	E
1893	W	1925	W	1957	E	1989	E

Год	Индекс	Год	Индекс	Год	Индекс	Год	Индекс
1894	W	1926	W	1958	E	1990	E
1895	W	1927	E	1959	E	1991	E
1896	W	1928	W	1960	E	1992	E
1897	W	1929	E	1961	E	1993	E
1898	W	1930	E	1962	W	1994	E
1899	W	1931	E	1963	E	1995	E
1900	E	1932	W	1964	E	1996	W
1901	E	1933	E	1965	E	1997	E
1902	C	1934	E	1966	E	1998	W
1903	W	1935	E	1967	E	1999	W
1904	W	1936	E	1968	E	2000	E
1905	W	1937	E	1969	E	2001	W
1906	W	1938	E	1970	E	2002	E
1907	W	1939	W+C	1971	E	2003	W+E
1908	E	1940	W	1972	E	2004	E
1909	E	1941	E	1973	E	2005	W+E
1910	E	1942	C	1974	E	2006	E+W
1911	W	1943	W	1975	E	2007	E
1912	W	1944	W	1976	E	2008	W+E
1913	W	1945	E	1977	E	2009	W
1914	W	1946	C	1978	E	2010	E
1915	W	1947	E	1979	E	2011	E
1916	W	1948	C	1980	E	2012	E+W
1917	W	1949	W	1981	E	2013	E
1918	E	1950	W	1982	E	2014	E
1919	E	1951	E	1983	E	2015	E
1920	E	1952	E	1984	E	2016	W
1921	W	1953	E	1985	E	2017	W
1922	W	1954	E	1986	E	2018	E

В последние десятилетия наблюдается преобладание двух типов: W и E. Оценка вклада

каждой формы ОЦА представлена на рисунке 2 в процентном соотношении.

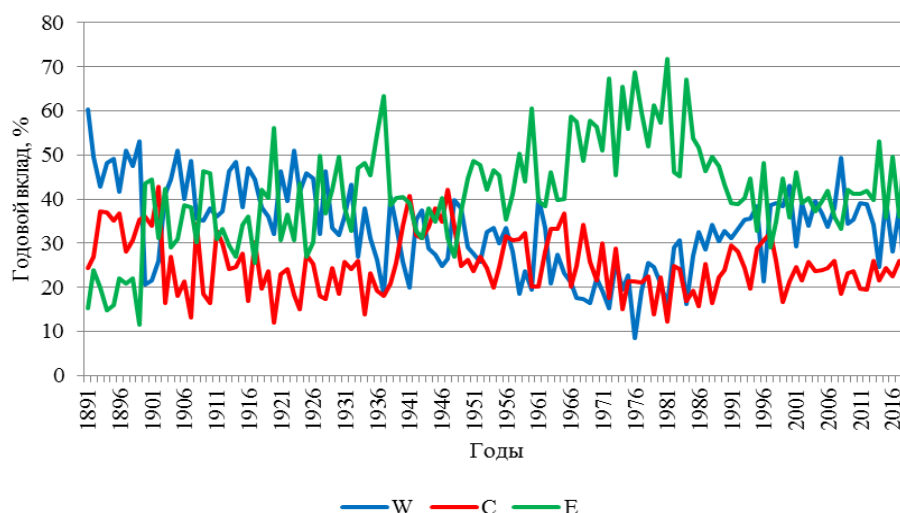


Рисунок 2 - Годовой вклад типов общей циркуляции атмосферы за период с 1891 по 2018 гг. в процентах

Согласно рисунку 2, в последние десятилетия наблюдается увеличение повторяемости типа циркуляции E, доля вклада типа W также имеет вес. И нередко наблюдаются смешанные типы: W + E, E + W.

Климатические изменения оценивались по эффективности двух моделей нестационарного среднего (линейный тренд и ступенчатые изменения среднего значения при переходе от одного стационарного периода к другому) по отно-

шению к модели стационарной выборки (Закс, 1976; A. V. Kouraev, 2004; B. Klove, 2017; F. Komijani, 2019). Для оценки был выбран период с 1945 года в связи с тем, что данные по толщине льда имелись с этого времени. По результатам исследования было заключено, что переход произошел в 1988 году для типов E и W, для типа C – в 1995 году (рисунок 3). Для оценки были использованы суммы числа дней за холодный период времени года (октябрь-март).

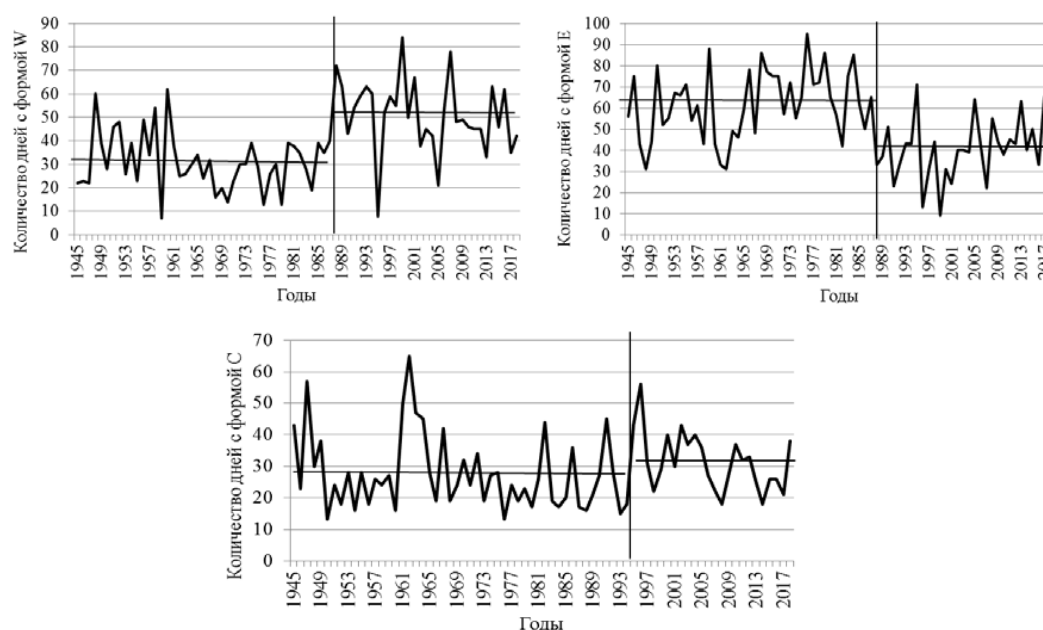


Рисунок 3 - Временной ход числа дней типов ОЦА за холодный период с годом ступенчатого перехода и средними значениями за квазистационарные промежутки времени

Исходя из полученных результатов, определено, что суммарное количество дней с типом W увеличивается. Если в период с 1945 по 1987 гг. среднее значение составляло 32 дня, то в период с 1988 по 2018 гг. уже составила 51 день. А суммарное количество дней с типом E уменьшается: в первый период составил 61 день, во второй – 40. Число дней с типом C незначительно уменьшилось на 10 дней. Переход был зафиксирован в 1995 году.

Исследование изменения температурного фона

По данным 28 пунктов наблюдения была сформирована гидроклиматическая база. Благодаря хорошей продолжительности временных рядов по температуре воздуха и близкой географической расположенности станций относительно друг друга, восстановление пропусков дало хороший результат. Временной ряд был увеличен до 137 лет. Стоит отметить, что восстановление по всем станциям наиболее полное было в осенние месяцы. Станции Яшкуль, Элиста, Ставрополь и Минеральные Воды с декабря по февраль восстановлены максимум на 15 лет. Это связано с более отдаленным географическим положением от основной массы станций.

Оценка климатических изменений показала, что для среднемесячных температур практически вся нестационарность в виде ступенчатого роста средних температур воздуха имеет место в марте – 82 % из всех случаев. А модель линейного тренда эффективна в 13 случаях (46%) из 28, что подтверждает полученный ранее вывод о том, что нестационарность проявляется в виде ступенчатых переходов от одних стационарных условий к другим. Наиболее стационарными являются температуры в ноябре, декабре и феврале. Для отдельных метеостанций нестационарность средних температур проявляется в разные месяцы. Так для метеостанции Атырау нестационарность средних температур имеет место в течение 4-5 месяцев из 6 за исключением февраля, если принимать результат по критерию Стьюдента и/или по статистической значимости коэффициента корреляции тренда. А на рядом находящейся станции Пешной нестационарность имеет место только в январе и марте. Нестационарность температур в Астрахани также имеет место в течение 3-5 месяцев. На остальных станциях нестационарность температур имеет место в течение 2-3 месяцев.

Годы ступенчатого перехода в рядах температуры марта одинаковые для разных станций, но группируются в виде двух интервалов: 1988-89 гг.

и 1997-2000 гг. При этом, метеостанции с 1988 годом ступенчатого роста температур расположены в западной части рассматриваемой территории, а с 1999 годом ступенчатого перехода – в восточной части и линия раздела идет по метеостанциям (с юго-запада на северо-восток): Махачкала, Кызан, Пешной, Махамбет и Карабау.

Подобное распределение возможно связано с особенностями атмосферной циркуляции над каждым из этих районов. Основным фактором, влияющим на формирования ледового покрова, является сумма отрицательных температур.

На графике (рисунок 4) представлен временной ход сумм отрицательных температур для станций Северного и Среднего Каспия с разделением на квазистационарные периоды и средними значениями.

По результатам исследований на всех станциях рассматриваемого региона наблюдается уменьшение сумм отрицательных температур в разной степени. Для северо-западного сектора Каспия уменьшение суммы отрицательных температур составило до 40%, а в центральной части даже еще и больше, например, 48% для Форта Шевченко, 53% для Актау. Максимальное уменьшение в Махачкале – 69%, минимальное – в Бейнеу и Сам – 22 и 19%. Переходный период был определен для всех станций, на большинстве станций переход отмечен в конце 80-х годов. Корреляционный анализ зависимости сумм отрицательных температур от преобладающих форм ОЦА на станциях Северного Каспия показал, что увеличение сумм наблюдается при увеличении числа дней с типом циркуляции E ($R=0.34$), что подтверждает усиленное влияние отрогов антициклона. Зимы наблюдаются более суровые. Уменьшение сумм отрицательных температур ($R=0.43$) отмечено при увеличении повторяемости циркуляции формы W, западного переноса. Зимние периоды наблюдаются мягкие, в особенности в северо-западном секторе.

Изменения максимальной толщины льда

Для оценки изменения максимальной толщины льда были проанализированы данные морских и прибрежных станций, в том числе и речной пост Астрахань. Следует отметить, что в рядах максимальных толщин льда отсутствие данных имело место и по естественным причинам: льда не наблюдалось или лед был недостаточной толщины для проведения измерений и в эти годы восстановление данных не проводилось (станции Среднего Каспия).

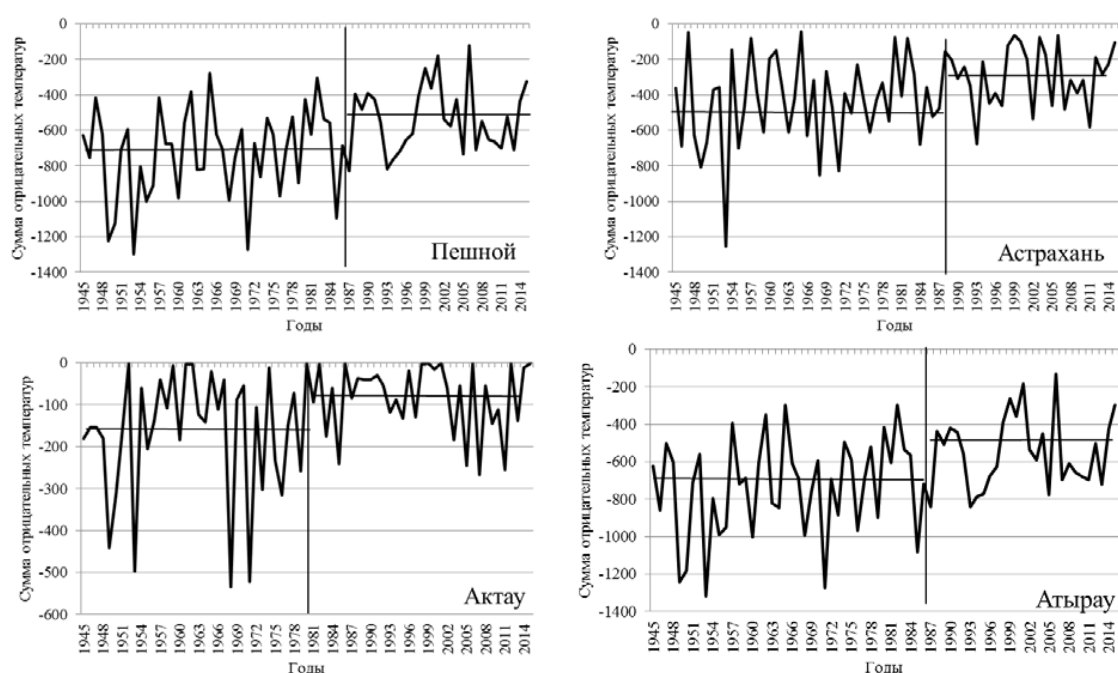


Рисунок 4 - Многолетние временные ряды сумм отрицательных температур за зимний период и их аппроксимация моделью ступенчатых изменений среднего значения

В среднем продолжительность рядов увеличилась на 12 лет, хотя в российском секторе на северо-западе Каспийского моря связанность данных была выше и продолжительность увеличилась на 23 года, тогда как в казахстанском секторе – в среднем всего на 1,5 года (от 0 до 3 лет). На стан-

циях остров Кулалы и Форт-Шевченко восстановления не проводилось в связи с тем фактом, что Средний Каспий покрывается льдом не каждый год и удаленность от основной массы станций.

Временной ход со ступенчатым переходом представлен на рисунке 5.

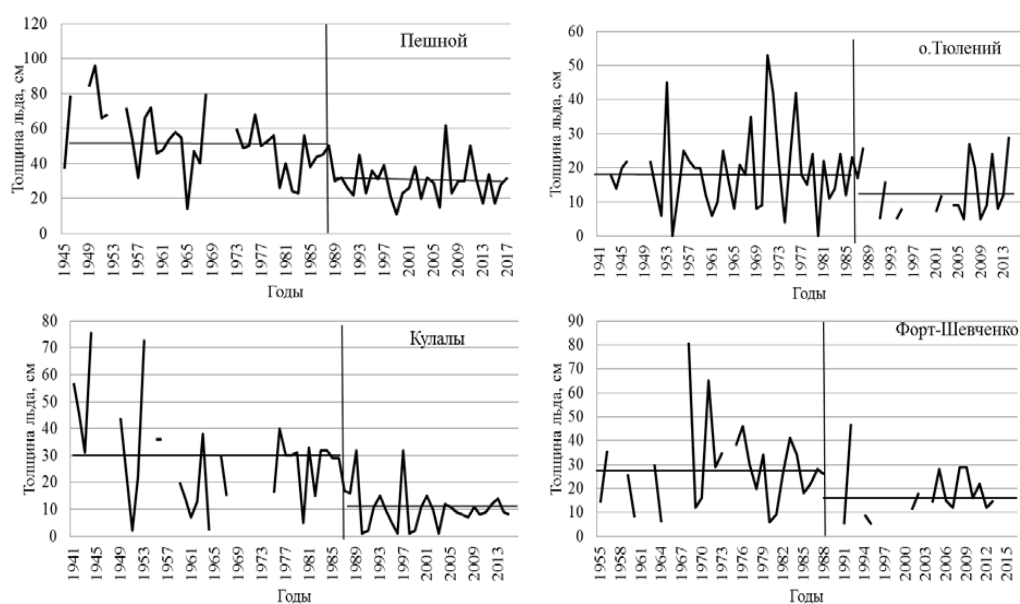


Рисунок 5 - Временной ход максимальной толщины льда с годом ступенчатого перехода и средними значениями за квазистационарные промежутки времени

По количественной оценке в северо-восточном секторе толщина льда уменьшилась на 20-28 см, северо-западном секторе на 5-11 см. На южных станциях, если не учитывать аномально толстый лед за период 1941-44 гг. на станции о. Кулалы, уменьшения толщины льда хотя и сопоставимы с СКО, но многолетние средние уже уменьшились до 13-17 см, что свидетельствует об увеличении вероятности полного отсутствия

льда в отдельные годы. В целом же уменьшение средней максимальной толщины льда наблюдается на всех станциях Северного Каспия и составляет от 5 см до 28 см.

Ступенчатый год перехода датируется также в конце 80-х, как и других ранее рассмотренных данных. Корреляционная зависимость толщины льда от суммы отрицательных температур хорошая (рисунок 6).

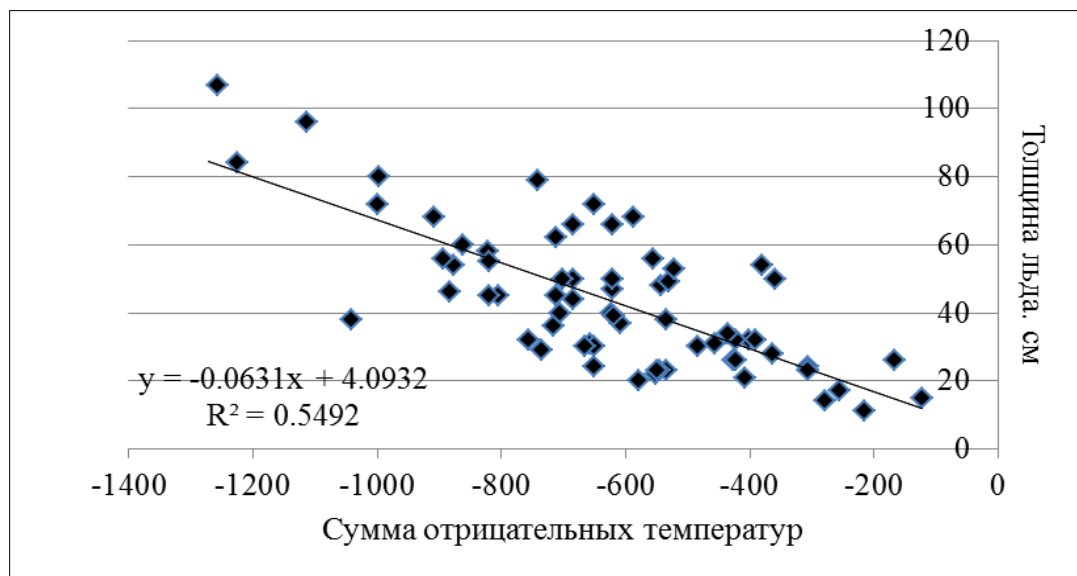


Рисунок 6 - Зависимость толщины льда от суммы отрицательных температур на примере станции Пешной за период с 1945 по 2018 гг.

Полученные результаты хорошо согласуются с выводами об увеличении числа дней западного переноса, который способствует уменьшению сумм отрицательных температур. Сумма в свою очередь, уменьшается за счет увеличения температур в начале марта и в начале ноября.

Изменения температурного фона приводит к смещению основных дат ледового режима. Так становление устойчивого льда наблюдается позже, на 7-11 дней. Очищение моря ото льда фиксируется в начале марта, а не в середине (Лобанов, 2018).

Связь форм циркуляции атмосферы и типов зим по суровости

Для оценки суровости зим существуют различные варианты классификаций. Исследователями были рассмотрены различные параметры и характеристики: площадь ледяного покрова; толщина или объем льда; сумма градусо-дней мороза, как по всей акватории, так и по одному пункту, признанному репрезентативным. На сегодняшний день более доступной и объективной является классификация, основанная на сумме градусо-дней мороза в Астрахани, предложенная Я. А. Тютневым в 1975 году для Северного Каспия с дополнениями в дальнейшем Валлера Ф.И. и Бухарицина П.И. (Бухарицин, 2014).

Таблица 3 -Типизация зим на Северном Каспии по степени их суровости – сумме градусо-дней мороза за холодный период по п. Астрахань (Тютнев Е.Я. (1975), с дополнениями Валлера Ф.И. (1973) и Бухарицина П.И. (1994)

Очень суровая зима (ОС)	Суровая зима (С)	Умеренная зима (У)	Мягкая зима (М)	Очень мягкая зима (ОМ)
Более 900	900-700	700-400	400-100	Менее 100

Используя данную классификацию, была проведена типизация зим по пункту Пешной, так как он, так же как и Астрахань, находится

в северной акватории моря, на той же широте. Данные использованы по сумме отрицательных температур за период с 1936 по 2016 гг. (рисунок 7).

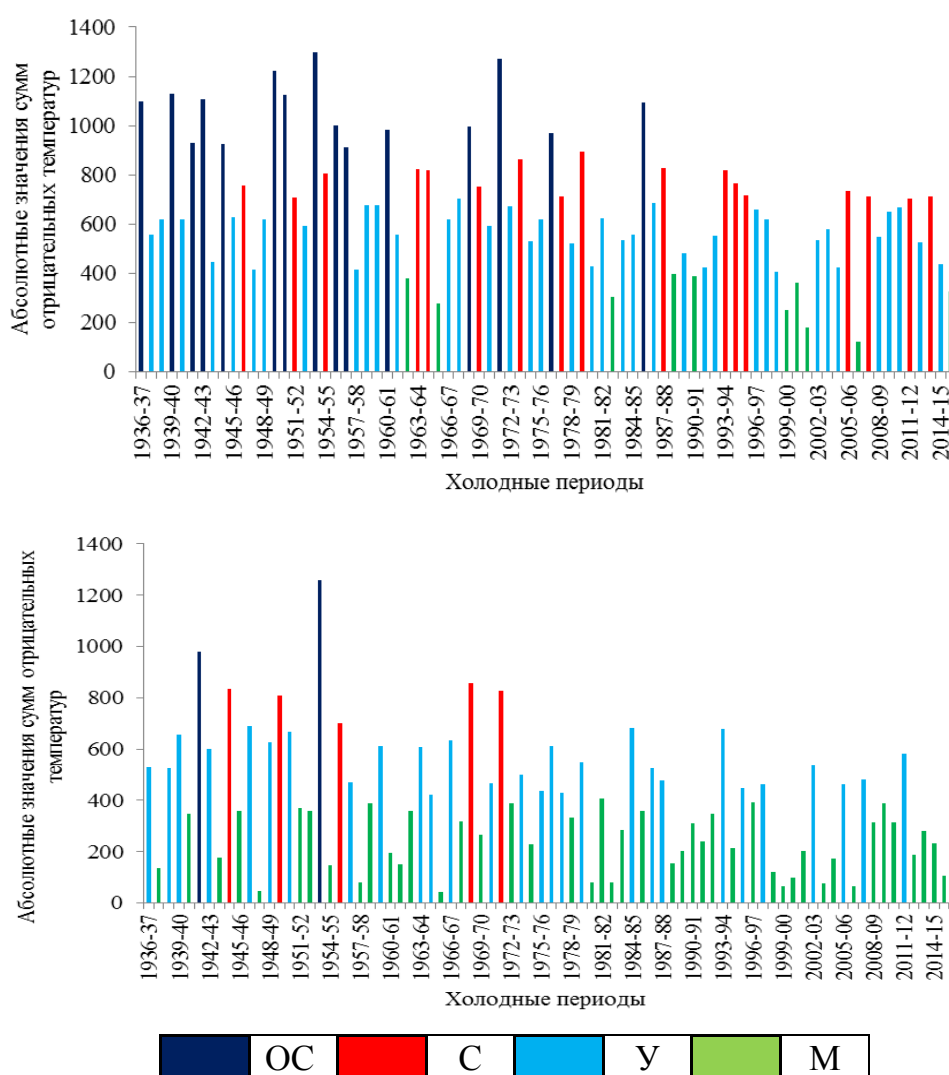


Рисунок 7 - Типы зим по станции Пешной и Астрахань за с 1936 по 2016 гг.

Наблюдается уменьшение повторяемости суровых и очень суровых зим, увеличение повторяемости мягких зим в последние десятилетия.

Северо-восточная часть Каспийского моря отличается более суровыми зимами, чем западная. Толщина льда значительная и среднемесячные температуры воздуха ниже по сравнению с западными станциями (Лобанов 2018).

Учитывая, какая форма циркуляции преобладала в зимний период за каждый год, и зная ее вклад, были проведены работы по сопоставлению с типами зим. Так, по Пешному из 80 зимних периодов 54 случая были ОС/С/У под влиянием формы циркуляции Е и некоторых влиянием W; 8 случаев мягких зим под влиянием W и С. Ярко-выраженное преобладание формы циркуляции Е приводит к умеренным и суровым зимам на северо-восточном побережье, мощному развитию Сибирского антициклона и затоку холодных арктических воздушных масс. При типе С и W наблюдаются затоки теплых потоков океанического происхождения и выходов теплых воздушных масс с Ирана, которые смягчают зимы.

На западном побережье (Астрахань) – 33 случая из 80 ОС/С/У под влиянием Е и W; 24 случая мягких зим с преобладанием С и W. Влияние западного переноса, черноморских циклонов характерно для данного сектора. Отрог Сибирского антициклона да западного побережья не доходит.

Заключение

Из проведенной исследовательской работы получены следующие результаты:

- обновлены среднемноголетние значения по типам циркуляции атмосферы;

- выявлены основные тенденции во временном ходе типов ОЦА, определен год ступенчатого перехода от одного стационарного периода к другому. Наблюдается увеличение интенсивности западного переноса;

- сумма отрицательных температур уменьшилась на всех гидрометеорологических станциях и постах Прикаспийского региона, но с разной интенсивностью: наибольшие изменения в восточной части и меньшие в районе Северного Кавказа, причем ступенчатое падение сумм отрицательных температур на большинстве станций, как и уменьшение максимальных толщин льда, относится к 1988 году;

- максимальная толщина льда за рассмотренный период с 1940-1950-х по 2018 гг. уменьшилась во всех пунктах наблюдений и больше всего на северо-востоке (на 20-28 см) и юге (на 13-17 см), причем на юге увеличилась вероятность безледовых условий; а северо-западная часть на данный момент остается наиболее устойчивой к климатическим изменениям;

- повторяемость умеренных и мягких зим возросла. Случаи суровых зим на западном побережье практически не наблюдаются, как и очень суровых – на восточном.

Литература

- Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А. Каспийское море экстремальные гидрологические события. – М.: Наука, 2007. – 381 с.
- Бухарин П.И. Исследования каспийских льдов. – Palmarium Academic Publishing, 2019. – 122 с.
- Бухарин П.И. Динамика Каспийских льдов: Учебно-методическое пособие по дисциплине «ГИС и мониторинг водных объектов». Ч.1. – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2011. – 92 с.
- Бухарин П.И., Болдырев Б.Ю., Новиков В.И. Комплексная система гидрометеорологического обеспечения безопасности мореплавания, портов и транспортных комплексов на Каспийском море. – Астрахань, 2014. – 319 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 359 с.
- Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 7-31.
- Думанская И.О. Ледовые условия морей Европейской части России. – М.: ФГБУ «Гидрометцентр России», 2014. – 608 с.
- Думанская И.О., Федоренко А.В. Анализ связи ледовых характеристик неарктических морей европейской части России с макроциркуляционными атмосферными процессами. // Метеорология и Гидрология, 2008. – № 12. – С. 82-95.
- Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
- Ивкина Н.И., Наурызбаева Ж.К. Изменение характеристик ледового режима казахстанской части Каспийского моря, в связи с изменением климата // Гидрометеорология и экология. – 2015. – № 2. – С. 28-35.
- Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 1: учебное пособие. – СПб., 2011. – 144 с.
- Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 2: учебное пособие. – СПб., 2012. – 141 с.

- Лобанов В.А., Наурызбаева Ж.К. Климатические изменения толщины льда на северном Каспии // Ученые записки РГГМУ, 2018. – № 53. – С. 172—187. <http://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue53/>
- Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. СПб.: изд. РГГМУ, 2008. 408с.
- A. Hoy , J. Matschullat , M. Sepp, (2013) “Atmospheric circulation variability in Europe and northern Asia (1901 to 2010)”, *Theoretical and applied climatology*, Springer Verlag Wien T. 113. no. 1-2. pp. 105-126
- A. V. Kouraev, F. Papa, N.M. Mognard, P.I. Buharizin, A. Cazenave, J-F. Cretaux, J. Dozortseva, F. Remy, (June 2004) “Sea ice cover in the Caspian and Aral Seas from historical and satellite data” *Journal of Marine Systems*. Vol. 47, Issues 1–4. pp. 89–100
- F. Komijani, V. Chegini, S.M. Siadatmousavi, (2019) “Seasonal variability of circulation and air-sea interaction in the Caspian Sea based on a high resolution circulation model” *Great Lakes Research*. Vol. 45, Issue 6. pp. 1113-1129 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0380133019301881>
- M. Molavi-Arabshahi, K. Arpeb, S.A.G.Leroy, (2015) “Precipitation and temperature of the southwest Caspian Sea region during the last 55 years: their trends and teleconnections with large-scale atmospheric phenomena” *International Journal of Climatology* published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of the Royal Meteorological Society, <https://www.researchgate.net/publication/281769313>
- M. Temimi, H. Ghedira, R. Khanbilvardi, K. Smith , P. Romanov, (2011) “Sea-ice monitoring over the Caspian sea using geostationary satellite data” *International journal of remote sensing*. Taylor & Francis T: 32, no. 6. pp. 1575-1593
- N. Ivkina, Zh. Naurozbayeva, B. Klove, (2017) “Influence of climate change to the ice regime of the Caspian sea”. 15 p., <http://www.water-ca.org/article/2589>
- N.I. Savelieva, I.P.Semiletov, G.E. Weller, L.N. Vasilevskaya, V.I. Yusupov, (2004) “Climate change in the northern Asia in the second half of the 20th century. Pacific oceanography” T. 2. no. 1-2. pp. 74-84
- N.S. Sidorenkov , I.A. Orlov, (2008) “Atmospheric circulation epochs and climate changes”, *Russian meteorology and hydrology*. allerton press, inc. (New York) T. 33. no. 9. pp.553-559
- O.A. Anisimov, I.I.Borzenkova, E.L. Zhil'tsova, O.K. Zakharova, V.A. Kokorev, S.A. Reneva, Y.G. Strel'chenko, (2011) “Hydrometeorological conditions of the Volga region and current climate changes” *Russian meteorology and hydrology* T 36. no. 5. pp. 307-314
- Peter Hupfer, (2001) “Climate and climate system. Climate of the 21st Century: changes and risk. Scientific facts” Editors: J.L. Lozan, H. Grabl, P. Hupfer, pp.15-21
- Robert Bridges, Kaj Riska, Mark Hopkins, Ying Wei, (September 2019) “Ice interaction processes during ice encroachment”, *Marine Structures*, Vol. 67 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951833918304131?via%3Dihub>
- Simon J.Goodman, (2018) “Caspian seal: Pusa caspica” *Encyclopedia of Marine Mammals (Third Edition)* P. 164-166 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128043271000856>
- V.V. Asmus, E.V. Vasilenko, V.V. Zatyagalova, N.P. Ivanova, V.A. Krovotyntsev, A.A. Maksimov, I.S. Trenina, (2018) “Satellite monitoring of sea ice cover and water parameters for the Caspian sea” *Russian meteorology and hydrology*. T: 43, no. 10. pp. 686-696
- W. Haeberli, M. Hoelzle, M. Maisch. (2001) “Glaciers as Key Indicator of Global Climate Change. Climate of the 21st Century: changes and risk. Scientific facts” Editors: J.L. Lozan, H. Grabl, P. Hupfer. pp. 212-220

References

- Bolgov M.V., Krasnozhon G.F., Lubushin A.A. (2007) *Kaspiiskoe more ekstremal'nye gidrologicheskie sobytiya*. [Caspian Sea extreme hydrological events]. M.: Science, 381 p.
- Bukharitsin P.I. (2019) *Issledovaniya kaspiiskih l'dov*. [Research of ice of the Caspian Sea]. Palmarium Academic Publishing. 122 P.
- Bukharitsin P.I. (2011) *Dinamika kaspiiskih l'dov*. [Dynamics of ice in the Caspian Sea]. Teaching aid for the discipline “GIS and monitoring of water bodies.” Part 1. Astrakhan, Astrakhan State Technical University. 292 p.
- Bukharitsin P.I., Boldyrev B.Y., Novikov V.I. (2014) *Kompleksnaya sistema gidrometeorologicheskogo obespecheniya bezopasnosti moreplavaniya, portov i transportnyh kompleksov na Kaspiiskom more*. [Integrated system of hydrometeorological safety of navigation, ports and transport complexes on the Caspian Sea]. Astrakhan, 319 p.
- Gidrologiya i gidrokhimiya morei. (1992) [Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas], volume VI. Caspian Sea, vol. 1. Hydrometeorological conditions. SPb.: Hydrometeoizdat, 359 p.
- Girs A.A. (1971) *Mnogoletnie kolebaniya atmosfernoï circulyacii i dolgosrochnye gidrometeorologicheskie prognozy*. [Long-term atmospheric circulation fluctuations and long-term hydrometeorological forecasts]. L.: Hydrometizdat, pp. 7–31.
- Dumanskaya I.O. (2014) *Ledovye usloviya morei Evropeyskoi chasti Rossii*. [European part of Russia seas ice conditions]. M.: FSFO «Hydrometcenter of Russia», 608 p.
- Dumanskaya I.O., Fedorenko A.V. (2008) *Analiz svyazi ledovyh harakteristik nearkticheskikh morey evropeyskoy chasti Rossii s makrocirkulyacionnymi processami*. [Analysis of the relationship of the ice characteristics of the non-Arctic seas of the European part of Russia with macrocirculation atmospheric processes]. // *Meteorology and Hydrology*. - M.: No. 12. - pp. 82-95.
- Zaks L. (1976) *Statisticheskoe ocenivanie*. [Statistical Evaluation]. M.: Statistica, 1976. 598 p.
- Ivkina N.I., Naurozbayeva Zh.K. (2015) *Izmeneniya harakteristik ledovogo rezhima kazahstanskoi chasti Kaspiiskogo moray, v svyazi s izmeneniem klimata*. [Due to climate change Ice regime characteristics change in the Kazakhstan part of the Caspian Sea] // *Hydrometeorology and Ecology*, № 2. pp. 28–35.

- Lobanov V.A., Smirnov I.A., Shadursky A.E., (2011) Praktikum po klimatologii. Chast' 1. (uchebnoye posobiye) [Workshop on climatology. Part 1. (Textbook)]. Ed. RSHU, St. Petersburg. – 144p.
- Lobanov V.A., Smirnov I.A., Shadursky A.E., (2012) Praktikum po klimatologii. Chast' 2. (uchebnoye posobiye) [Workshop on climatology. Part 2. (Textbook)]. Ed. RSHU, St. Petersburg. – 141p.
- Lobanov V.A., Naurozbayeva Zh.K. (2018) Klimaticheskie izmeneniya tolshiny l'da na sevenom Kaspiye. [Climatic changes in the thickness of ice in the northern Caspian // Scientific notes of the RSHU. № 53. pp. 172—187. <http://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue53/>
- Malinin V.N., (2008) Statisticheskie metody analiza gidrometeorologicheskoi informacii. [Statistical methods for the analysis of hydrometeorological information. SPb.: ed. RSHU, 408 p.
- A. Hoy , J. Matschullat , M. Sepp, (2013) “Atmospheric circulation variability in Europe and northern Asia (1901 to 2010)”, Theoretical and applied climatology, Springer Verlag Wien T. 113. no. 1-2. pp. 105-126
- A. V. Kouraev, F. Papa, N.M. Mognard, P.I. Buharizin, A. Cazenave, J-F. Cretaux, J. Dozortseva, F. Remy, (June 2004) “Sea ice cover in the Caspian and Aral Seas from historical and satellite data” Journal of Marine Systems. Vol. 47, Issues 1–4. pp. 89–100
- F. Komijani, V. Chegini, S.M. Siadatmousavi, (2019) “Seasonal variability of circulation and air-sea interaction in the Caspian Sea based on a high resolution circulation model” Great Lakes Research. Vol. 45, Issue 6. pp. 1113-1129 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0380133019301881>
- M. Molavi-Arabshahi, K. Arpeb, S.A.G.Leroy, (2015) “Precipitation and temperature of the southwest Caspian Sea region during the last 55 years: their trends and teleconnections with large-scale atmospheric phenomena” International Journal of Climatology published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of the Royal Meteorological Society, <https://www.researchgate.net/publication/281769313>
- M. Temimi, H. Ghedira, R. Khanbilvardi, K. Smith , P. Romanov, (2011) “Sea-ice monitoring over the Caspian sea using geostationary satellite data” International journal of remote sensing. Taylor & Francis T: 32, no. 6. pp. 1575-1593
- N. Ivkina, Zh. Naurozbayeva, B. Klove, (2017) “Influence of climate change to the ice regime of the Caspian sea”. 15 p., <http://www.water-ca.org/article/2589>
- N.I. Savelieva, I.P.Semiletov, G.E. Weller, L.N. Vasilevskaya, V.I. Yusupov, (2004) “Climate change in the northern Asia in the second half of the 20th century. Pacific oceanography” T. 2. no. 1-2. pp. 74-84
- N.S. Sidorenkov , I.A. Orlov, (2008) “Atmospheric circulation epochs and climate changes”, Russian meteorology and hydrology. allerton press, inc. (New York) T. 33. no. 9. pp.553-559
- O.A. Anisimov, I.I.Borzenkova, E.L. Zhil'tsova, O.K. Zakharova, V.A. Kokorev, S.A. Reneva, Y.G. Strel'chenko, (2011) “Hydrometeorological conditions of the Volga region and current climate changes” Russian meteorology and hydrology T 36. no. 5. pp. 307-314
- Peter Hupfer, (2001) “Climate and climate system. Climate of the 21st Century: changes and risk. Scientific facts” Editors: J.L. Lozan, H. Grabl, P. Hupfer, pp.15-21
- Robert Bridges, Kaj Riska, Mark Hopkins, Ying Wei, (September 2019) “Ice interaction processes during ice encroachment”, Marine Structures, Vol. 67 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951833918304131?via%3Dihub>
- Simon J.Goodman, (2018) “Caspian seal: Pusa caspica” Encyclopedia of Marine Mammals (Third Edition) P. 164-166 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128043271000856>
- V.V. Asmus, E.V. Vasilenko, V.V. Zatyagalova, N.P. Ivanova, V.A. Krovotyntsev, A.A. Maksimov, I.S. Trenina, (2018) “Satellite monitoring of sea ice cover and water parameters for the Caspian sea” Russian meteorology and hydrology. T: 43, no. 10. pp. 686-696
- W. Haeberli, M. Hoelzle, M. Maisch. (2001) “Glaciers as Key Indicator of Global Climate Change. Climate of the 21st Century: changes and risk. Scientific facts” Editors: J.L. Lozan, H. Grabl, P. Hupfer. pp. 212-220

**Д.М. Бурлибаева¹, М.Ж. Бурлибаев², А.М. Рыскельдиева³ ,
Р.К. Кайдарова², К. Опп⁴, Н.А. Амиргалиев¹**

¹Институт географии и водной безопасности, Казахстан, г. Алматы

²Казахстанское агентство прикладной экологии, Казахстан, г. Алматы

³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

⁴Университет Филиппса, Германия, г. Марбург

Корреспондентский автор - Рыскельдиева А.М.

e-mail: aiganris_81@mail.ru

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ГРУППЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ЕРТИС НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В последние годы под влиянием хозяйственной деятельности бассейн трансграничной реки Ертис в большой степени подвергается загрязнению, особенно в верхней части. Казахская часть бассейна является одним из высокоразвитых промышленных регионов Казахстана, где сконцентрированы крупные предприятия черной, цветной металлургии и других отраслей, которые негативно воздействуют на качество воды.

В данной статье представлена динамика колебаний концентраций тяжелых металлов трансграничной реки Ертис в период 2000–2016 гг. Для анализа динамики колебаний загрязнителей группы тяжелых металлов были взяты следующие гидрохимические створы: 1) р. Кара Ертис – с. Боран, в черте села; 2) р. Ертис – г. Усть-Каменогорск, 22,2 км ниже города; 3) р. Ертис – с. Предгорное, 1 км ниже впадения р. Красная; 4) р. Ертис – г. Семей, 0,8 км ниже сб. Горводоканала; 5) р. Ертис – г. Аксу, 0,8 км ниже сброса ГЭС; 6) р. Ертис – г. Павлодар, 0,5 км ниже сб. Упр. Горводоканал; 7) р. Ертис – с. Прииртышское, в створе водпоста. По результатам исследований качество воды исследуемого объекта за выбранный период соответствует «умеренному уровню загрязнения», в отдельных случаях качество воды водотока попадает в класс высокого уровня загрязнения. Основными загрязняющими элементами, превышающими нормативы ПДК_{рх} являются медь, железо общее, железо²⁺, цинк, марганец. Наибольшие превышения зафиксированы по концентрациям меди, цинка и железа общего.

Ключевые слова: трансграничная река Ертис, качество воды, гидрохимия, тяжелые металлы, комплексный индекс загрязненности вод (КИЗВ), предельно-допустимые концентрации.

**D. M. Burlibaeva¹, M. Zh. Burlibaev², A. M. Ryskeldieva³,
R. K. Kaidarova², Ch. Opp⁴, N. A. Amirgaliev¹**

¹The Institute of Geography and Water Security, Kazakhstan, Almaty

²Kazakhstan Agency for applied ecology, Kazakhstan, Almaty

³Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

⁴Philipps-University, Germany, Marburg

Correspondent author - A. M. Ryskeldieva

e-mail: aiganris_81@mail.ru

Dynamics of concentrations changes of heavy metal group pollutants in surface water of the transboundary Ertis River on the territory of the Republic of Kazakhstan

In recent years, under the influence of economic activity, the basin of the transboundary Ertis River has been polluted, especially in the upper part. The Kazakhstan part of the basin is one of the highly developed industrial regions of Kazakhstan, where large enterprises of ferrous and non-ferrous metallurgy and other industries are concentrated, that negatively affect on water quality.

This article presents the dynamics of fluctuations of the concentrations of heavy metals in the transboundary Ertis River in the period of 2000–2016 years. The data of the following hydroposts was selected for the analysis of fluctuation of the heavy metals group pollutants: 1) the Kara Ertis River – Boran village,

within the village; 2) the Ertis River – Ust-Kamenogorsk city, 22.2 km below the city; 3) the Ertis River – Predgornoye village, 1 km below the inflow of the r Krasnoyarka River; 4) the Ertis River – Semey city, 0.8 km below the discharge of Gorvodokanal; 5) the Ertis River – Aksu city, 0.8 km below the SDPS; 6) the Ertis River – Pavlodar city, 0.5 km below discharge of Gorvodokanal; 7) the Ertis River – Priirtishskoye village, in the alignment of staff gage. According to the research results, the water quality of the studied object for the selected period corresponds to a “moderate level of pollution”, in some cases, the water quality of the watercourse falls into the class of high pollution level. The main polluting elements exceeding the MPCr standards are copper, total iron, iron²⁺, zinc, manganese. The largest excess was recorded in the concentrations of copper, zinc and total iron.

Key words: the transboundary Ertis River, water quality, hydrochemistry, heavy metals, complex water pollution index (CWPI), maximum permissible concentrations.

Д.М. Бүрлібаева¹, М.Ж. Бүрлібаев², А.М. Рыскелдиева³,
Р.Қ. Қайдарова⁴, К. Опп⁵, Н.Ә. Әмірғалиев⁶

^{1,6}География және су қауіпсіздігі институты, Қазақстан, Алматы қ.

^{2,4}Қазақстан Қолданбалы Экология Агенттігі Қазақстан, Алматы қ.

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

⁵Филиппс Университеті, Германия, Марбург қ.

Корреспонденттік автор – А.М. Рыскелдиева

e-mail: aiganris_81@mail.ru

Қазақстан Республикасының аумағында Ертіс трансшекаралық өзенінің жер үсті суларындағы ауыр металдар тобының ластаушы заттары шоғырлануының өзгеру динамикасы

Соңғы жылдары көбінесе шаруашылық қызметінің әсерінен Ертіс трансшекаралық өзенінің су алабы ластануға ұшырауда, әсіресе жоғарғы бөлігінде. Бассейннің қазақстандық бөлігі жоғары дамыған өнеркәсіптік өңірлерінің бірі болып табылады. Онда шоғырланған қара және түсті металлургия кәсіпорындары су сапасына кері әсерін тигізуде.

Бұл мақалада 2000–2016 жж. шекарааралық Ертіс өзенінің ауыр металдар концентрациясының ауытқу динамикасы көрсетілген. Ауыр металдар тобының ластаушы заттарының ауытқу динамикасын талдау үшін келесі гидрохимиялық бекеттер алынды: 1) Қара Ертіс өз. – Боран а., ауыл шегінде; 2) Ертіс өз. – Өскемен қ., қаладан 22,2 км төмен; 3) Ертіс өз. – Предгорное а., Красноярка өз. құйылған сағасынан 1 км төмен; 4) Ертіс өз. – Семей қ., Қаласуканалы – 0,8 км төмен; 5) Ертіс өз. – Ақсу қ., МАЭС-тен 0,8 км төмен; 6) Ертіс өз. – Павлодар қ., Қаласуканалы Басқ. төмен 0,5 км; 7) Ертіс өз. – Прииртышское а., су бекетінде. Зерттеу нәтижелері бойынша, таңдалған кезеңде және зерттеліп отырған нысана су сапасы ластанудың орташа деңгейін көрсетсе, кейбір жағдайларда ағын судың сапасы жоғарғы деңгейге жеткен. Балық шаруашылығы мөлшері шектеулі шама стандарттарынан асатын негізгі ластаушы элементтер мыс, темір, темір 2+, мырыш, марганец болып табылады.

Түйін сөздер: Ертіс трансшекаралық өзені, судың сапасы, гидрохимия, ауыр металдар, судың ластануының кешенді индексі (САКИ), мөлшері шектеулі шама.

Введение

На повестке дня Организации Объединенных Наций на период до 2030 года стоит вопрос об улучшении качества воды за счет снижения загрязнения, устраниения сброса и минимизации выбросов опасных химических веществ и материалов, вдвое сократить долю неочищенных сточных вод и существенно увеличить рециркуляцию и безопасное повторное использование во всем мире. Загрязнение тяжелыми металлами считается одной из наиболее выраженных проблем, угрожающих качеству воды. Промышленная деятельность, сброс городских сточных вод, неустойчивые методы ведения сельского

хозяйства и транспортная деятельность приводят к загрязнению экосистем тяжелыми металлами» (*Withanachchi et al., 2018*). Загрязнение этих уникальных источников многочисленными антропогенными химическими веществами и загрязнителями может не только ухудшить эти экосистемы, но и поставить под угрозу здоровье населения (*Ustaoğlu and Tepe, 2019*).

В последние годы под влиянием хозяйственной деятельности бассейн трансграничной реки Ертіс в большой степени подвергается загрязнению, особенно в верхней части бассейна. Казахстанская часть бассейна реки Ертіс является одним из высокоразвитых промышленных регионов Казахстана. Индустриальная зона пред-

ставлена такими крупными предприятиями, как ОАО «Казцинк», АО «Усть-Каменогорский титано-магниевого комбинат», «Иртышский химико-металлургический завод», «Иртышский Медный завод», АО «Алюминий Казахстана», АО «Испат-Кармет», АО «Казахмыс», АО «Ульбинский металлургический завод», АО «Химпром» и др., промышленные стоки которых являются основными источниками загрязнения реки Ертис.

В Восточном регионе река Ертис считается загрязненной и умеренно загрязненной. Основными загрязнителями являются тяжелые металлы. Как уже известно, ионы тяжелых металлов поступают различными путями в речные водотоки – выбросы в атмосферу и перенос воздушными потоками с последующим выпадением на поверхность (почва, растительность, вода), хранение твердых и бытовых промышленных отходов (вынос с поверхностным и подземным стоком), сбросы в водоемы неочищенных и недоочищенных промышленных вод (Воробьев и др., 2019). Содержание загрязняющих веществ, главным образом, связано с малой мощностью и устаревшими очистными сооружениями (недостаточная полная очистка производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод), не исключены случаи отсутствия очистных сооружений. Также способствуют загрязнению так называемые «исторические источники загрязнения» – старые хвостохранилища, отвалы, шламонакопители, отработанные рудники, которые давно нуждаются в рекультивации и обезвреживании. Например, в Уланском районе вблизи реки Ертис расположены хвостохранилища бывшего Белогорского комбината (Белогорский участок с запасами полевых шпатов), также в Усть-Каменогорске после закрытия крупного конденсаторного завода в грунте остался слой совола – вещества, относящегося к стойким органическим загрязнителям первого класса опасности. Эти источники могут подмываться подземными водами, а затем посредством гидравлической связи поступать в реку Ертис. Немаловажный «вклад» в загрязнение реки Ертис вносится и ее притоками. Реки Брекса, Тихая, Ульби, Глубочанка, Красноярка оцениваются высоким уровнем загрязнения. В частности, на качество воды реки Ульби в г. Риддер оказывает свое негативное воздействие исторический отвал, созданный много лет назад из вскрышных пород Тишинского карьера (Тишинское месторождение полиметаллических руд), из которого происходит частичное вымывание руды. Следует отметить тот факт, что многие отвалы расположены на берегах реки Ертис и ее притоков. Такие источники загрязнения являют-

ся не единичным случаем, следовательно, разрабатываемые месторождения полезных ископаемых служат источниками прямого загрязнения.

Исходя из вышеизложенного на сегодняшний день, качественный мониторинг и оценка качества воды являются важнейшей задачей для решения проблемы устойчивости поверхностных вод, особенно рек, поскольку они имеют жизненно важное значение для человека (*Ustaoglu and Tere, 2019*).

Целью данной работы является анализ динамики изменения концентраций ионов тяжелых металлов в реке Ертис именно в многолетнем разрезе, Национальный оператор мониторинга поверхностных водных объектов – РГП «Казгидромет» МЭГПР РК – предоставляет годовые обзоры, однако в литературе очень скудная информация о многолетних гидрохимических характеристиках поверхностных водотоков Казахстана. Тяжелые металлы представляют наибольший интерес, поскольку высокое их содержание в воде оказывает токсическое действие.

Объект исследования

Река Ертис (Иртыш) – самый крупный, левый приток Оби. Длина реки составляет 4248 км, протекает по территориям трех государств: Китай (618 км), Казахстан (1589 км) и Россия (2041 км). Общая площадь бассейна составляет 1,65 млн. км². В бассейне реки Ертис насчитывается более 230 тыс. рек, из которых 23 реки имеют длину более 500 км (Экологические риски в трансграничном бассейне реки Иртыш, 2014). Водоток берет начало на западных склонах Монгольского Алтая, на высоте 2500 м, где называется «Черный Иртыш» («Кара Ертис»). Из Китая под названием «Черный Иртыш» река пересекает границу с Казахстаном, проходит через Жайсанскую котловину, впадает в проточное озеро Жайсан. Вытекая из озера Жайсан, река Ертис течет в северо-западном направлении по Западно-Сибирской равнине, и в районе Ханты-Мансийска (Россия) Ертис впадает в Обь.

Казахстанская часть бассейна расположена в пределах Восточно-Казахстанской, Северо-Казахстанской, Павлодарской, Костанайской, Карагандинской и Акмолинской областей. На территории Казахстана река зарегулирована каскадом водохранилищ: Буктарминским, Усть-Каменогорским, Шульбинским. Река Ертис используется для водоснабжения городов Усть-Каменогорска и Павлодара. Помимо промышленности, воды используются также для орошения, также водоток питает канал им. К. Сатпаева.

Методика исследования

На территории Республики Казахстан мониторинг поверхностных вод ведется Национальной мониторинговой службой РГП «Казгидромет» МЭГПР РК. Первые гидрохимические исследования на водотоках начаты в 1934 г., но до 1968 г. гидрохимические исследования ограничивались определением только минерализации. Лишь в 1968 г. исследования начали проводиться по 89 параметрам (Бурлибаев и другие, 2014).

На сегодняшний день существует немало методических разработок отечественных авторов по комплексной оценке качества поверхностных вод. Они, в свою очередь, подразделяются на две группы. К первой относятся методы, которые позволяют оценивать качество воды по совокупности гидрохимических, гидрофизических, гидробиологических, микробиологических показателей, а вторая группа включает методы, связанные с расчетом комплексных индексов загрязненности воды (Гагарина, 2005). Методы второй группы (Никаноров, 1984; Емельянова и Лобченко, 2002; Бурлибаев и др., 2007), ныне нашли свое применение, поскольку комплексная оценка в последние годы привлекает все большее внимание не только международного научного сообщества, но и местных, национальных и региональных заинтересованных сторон в политике и управлении.

По мнению исследователей (Гагарина, 2005), при разработке комплексных показателей качества воды необходимо исходить из гидрологического режима, природно-климатических, почвенных условий водосбора, а также вида водопользования.

Комплексные показатели качества вод востребованы во всем мире. Например, в публикациях (Sing et al., 2013a; Frumin and Fetisova, 2017; Tiwari et al., 2017; Withanachchi et al., 2018; Ustaoglu and Tepe, 2019) оценка качества вод рек осуществляется на основе нескольких индексов. Withanachchi S.C. и другие (2018) считают, что показатели качества, как интегрированная мера нескольких отдельных качественных характеристик, помогают отражать наиболее полный обзор состояния качества окружающей среды. Кроме того, эти показатели используются для оценки наличия и интенсивности антропогенного осаждающего загрязняющих веществ на поверхности почвы, а в последующем – поверхностных водах. Наиболее известные и часто применяемые методики использовались для определения за-

грязнения тяжелых металлов, чаще всего, в донных отложениях: индекс геоаккумуляции (I_{geo}), разработанный Мюллером (1969), коэффициент обогащения (EF), индекс нагрузки загрязнения (PLI), коэффициент загрязнения (CF), индекс металла (MI), индекс потенциального экологического риска (PERI), который впервые был использован Хакансоном (1980), химический индекс и классификация качества воды, индекс качества воды (WQI) и др. Индекс качества воды (WQI) является широко известным и предлагает самую простую стабильную, воспроизводимую единицу измерения (Sing et al., 2013a).

Основная методика исследований в данной работе – методика определения комплексного индекса загрязненности вод (КИЗВ) (Бурлибаев и др., 2007). Национальная мониторинговая служба РГП «Казгидромет» МЭГПР РК также оценивает качество поверхностных вод Республики по данной методике начиная с 2013 г. Главное отличие методики КИЗВ от методики ИЗВ (Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, 1988) состоит в том, что в расчет берутся только те загрязняющие вещества, которые превышают свои показатели ПДК. Еще одной особенностью методики КИЗВ является то, что все загрязняющие элементы поделены на следующие группы:

- главные ионы (Ca, Mg, Na+K, SO_4 , Cl);
- биогенные элементы (NH_4 , NO_2 , NO_3 , $P_{общ}$, фосфаты, Si и др.);
- тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Mn, Hg, Ni, Co, Sn, Bi, Mo, Fe и др.);
- ядовитые вещества (CN, SCN, F, H_2S , AS, нитробензол и др.);
- органические вещества (нефтепродукты, смолы, углеводы, жиры, фенолы, СПАВ и др.);
- хлорорганические пестициды (ДДТ, ДДД, ДДЭ, ГХЦГ, дикофол и др.).

Определение КИЗВ для каждой из групп производится по следующей формуле:

$$КИЗВ_j = (\sum_{i=1}^n C_i / ПДК_i) / n, \quad (1)$$

где $КИЗВ_j$ – индекс загрязненности вод j-ой группы;

C_i – i-ая концентрация элемента j-ой группы, мг/дм³;

$ПДК_i$ – i-ая предельно допустимая концентрация для элемента C_i , мг/дм³;

n – количество ингредиентов j-ой группы, участвующих в определении КИЗВ.

Для вычисления индекса загрязненности вод (ИЗВ) для каждого элемента будет использована

кратность превышения конкретной концентрации над ПДК для этого же элемента, т.е.:

$$ИЗВ_i = C_i / ПДК_i, \quad (2)$$

где $ИЗВ_i$ – индивидуальный ИЗВ для конкретного элемента;

C_i – i -ая концентрация элемента, мг/дм³;
 $ПДК_i$ – i -ая предельно допустимая концентрация для элемента C_i , мг/дм³.

Для группы тяжелых металлов формула (1) приобретает следующий вид:

$$КИЗВ_{т.м.} = (ИЗВ_{Cu} + ИЗВ_{Ni} + ИЗВ_{Pb} + ИЗВ_{Zn} + ИЗВ_{Mn} + ИЗВ_{Hg} + ИЗВ_{Cd} + ИЗВ_{Mo} + ИЗВ_{Bi} + ИЗВ_{Sn} + ИЗВ_{Cr^3} + ИЗВ_{Cr^6} + ИЗВ_{Fe^2} + ИЗВ_{Fe^3}) / n, \quad (3)$$

где $КИЗВ_{т.м.}$ – средневзвешенный комплексный индекс загрязненности вод по группе тяжелых металлов;

$ИЗВ_{Cu}$ – индекс загрязненности вод по меди;

$ИЗВ_{Ni}$ – индекс загрязненности вод по никелю;

$ИЗВ_{Pb}$ – индекс загрязненности вод по свинцу;

$ИЗВ_{Zn}$ – индекс загрязненности вод по цинку;

$ИЗВ_{Mn}$ – индекс загрязненности вод по марганцу;

$ИЗВ_{Hg}$ – индекс загрязненности вод по ртути;

$ИЗВ_{Cd}$ – индекс загрязненности вод по кадмию;

$ИЗВ_{Mo}$ – индекс загрязненности вод по молибдену;

$ИЗВ_{Bi}$ – индекс загрязненности вод по висмуту;

$ИЗВ_{Sn}$ – индекс загрязненности вод по олову;

$ИЗВ_{Cr^3}$ – индекс загрязненности вод по трехвалентному хрому;

$ИЗВ_{Cr^6}$ – индекс загрязненности вод по шестивалентному хрому;

$ИЗВ_{Fe^2}$ – индекс загрязненности вод по двухвалентному железу;

$ИЗВ_{Fe^3}$ – индекс загрязненности вод по трехвалентному железу;

n – количество элементов, участвующих в определении $КИЗВ$ группы тяжелых металлов.

При классификации водных объектов по степени загрязненности по групповым индексам загрязненности вод в обязательном порядке приводятся данные о насыщении водного объекта растворенным кислородом и расходе биохимического потребления кислорода на окисление органических веществ.

Классификация водных объектов по степени загрязнения по результатам вычисления $КИЗВ$, по концентрации растворенного кислорода и по показателю $БПК_5$ производится в соответствии с таблицей 1 (Бурлибаев и др., 2007).

Таблица 1 – Классификация водных объектов по степени загрязнения по результатам вычисления $КИЗВ$, по концентрации растворенного кислорода и по показателю $БПК_5$

Степень загрязнения	Оценочные показатели загрязнения водных объектов		
	$КИЗВ$	растворенный O_2 , мг/дм ³	$БПК_5$, мг O_2 /дм ³
Нормативно чистая	до 1,0	4,0	3,0
Умеренного уровня загрязнения	1,0-3,0	3,0	6,0
Высокого уровня загрязнения	3,0-10,0	2,0	8,0
Чрезвычайно высокого уровня загрязнения	выше 10,0	1,0	выше 8,0

Национальная мониторинговая служба в своих отчетах публикует значения $КИЗВ$, т.е. индекс, рассчитанный по всем группам загрязнителей. В данной работе авторами представлен

расчет $КИЗВ_{т.м.}$ – комплексного индекса загрязненности вод группы тяжелых металлов, т.к. данная группа загрязнителей является приоритетной для бассейна реки Ерчис.

Результаты

Для анализа динамики изменений концентраций загрязняющих веществ группы тяжелых металлов р. Ертис были использованы ежегодные мониторинговые данные РГП «Казгидромет» МЭГПР РК за 2000-2016 гг. (Ежегодные данные о качестве поверхностных вод РК, 2000-2016 гг.). Для анализа многолетних колебаний концентраций веществ группы тяжелых металлов был изучен гидрохимический состав следующих створов:

- р. Кара Ертис – с. Боран, в черте села;
- р. Ертис – г. Усть-Каменогорск, 22,2 км ниже города;

- р. Ертис – с. Предгорное, 1 км ниже впадения р. Красноярка;
- р. Ертис – г. Семей, 0,8 км ниже сб. Горводоканала;
- р. Ертис – г. Аксу, 0,8 км ниже сброса ГРЭС;
- р. Ертис – г. Павлодар, 0,5 км ниже сб. Упр. Горводоканал;
- р. Ертис – с. Прииртышское, в створе водпоста.

Полученные в ходе исследования значения комплексного индекса загрязненности вод (КИЗВ) группы тяжелых металлов для вышеперечисленных створов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения комплексного индекса загрязненности вод (КИЗВ) группы тяжелых металлов для р. Ертис

Год	Створ						
	с. Боран, в черте села	г. Усть-Каменогорск, 22,2 км ниже города	с. Предгорное, 1 км ниже впадения р. Красноярка	г. Семей, 0,8 км ниже сб. Горводоканала	г. Аксу, 0,8 км ниже сброса ГРЭС	г. Павлодар, 0,5 км ниже сб. Упр. Горводоканал	с. Прииртышское, в створе водпоста
1	2	3	4	5	6	7	8
2000	н/д	2,45	3,52	1,02	2,40	2,00	н/д
2001	2,28	2,97	4,47	2,63	2,05	3,20	н/д
2002	1,67	2,19	3,90	1,83	1,94	1,95	н/д
2003	1,50	1,89	2,57	2,01	1,80	3,29	н/д
2004	2,39	1,51	2,95	1,88	2,03	1,98	1,91
2005	3,25	1,77	3,45	1,66	3,23	2,48	2,62
2006	1,77	1,40	2,30	1,80	2,11	1,81	1,89
2007	1,77	3,05	2,25	1,69	1,92	2,37	2,06
2008	н/ч	1,73	3,54	1,25	1,44	1,59	1,21
2009	1,26	2,20	2,20	1,51	1,91	1,70	1,59
2010	1,08	2,30	2,37	2,08	1,47	2,03	1,70
2011	1,26	2,85	2,69	1,35	1,52	1,38	1,37
2012	н/д	1,47	2,41	1,88	1,61	1,70	1,47
2013	н/д	2,66	3,85	2,02	2,40	1,84	1,82
2014	1,94	1,48	2,42	1,61	2,38	1,73	1,74
2015	1,61	1,63	2,73	1,63	1,59	1,74	1,68
2016	1,99	2,34	3,38	1,65	1,63	1,65	1,58

Примечание: «н/ч» – нормативно чистая; «н/д» – нет данных.

р. Кара Ертис – с. Боран, в черте села. Данные о гидрохимическом режиме в створе имеются за период 2001-2011, 2014-2016 гг. Диапазон колебаний КИЗВ_{т.м.} (комплексного индекса загрязненности вод группы тяжелых металлов) для данного створа составил 1,08 (2010 г.) – 3,25 (2005 г.). Основными загрязняющими веществами данного створа являются медь, железо общее, цинк, марганец, ртуть.

Диапазон изменений концентраций меди в данном створе за период исследований составил 1,08 ПДК_{рх} (2010 г.) – 3,77 ПДК_{рх} (2004 г.), следует отметить, что превышения норматива ПДК_{рх} для данного элемента фиксировалось ежегодно, за исключением 2008-2009 г. Концентрация железа общего в данном створе находилась в пределах 1,02 ПДК_{рх} (2004 г.) – 1,55 ПДК_{рх} (2001 г.), превышения ПДК_{рх} фиксировались не ежегодно, а только в 2001, 2004, 2006, 2009 гг. Пределы колебаний концентраций цинка в данном створе составили 1,61 ПДК_{рх} (2007 г.) – 2,23 ПДК_{рх}

(2006 г.). Концентрации марганца в данном створе за период исследований находились в пределах 1,17 ПДК_{рх} (2006 г.) – 2,22 ПДК_{рх} (2014 г.). Превышение норматива ПДК_{рх} для ртути было зафиксировано единожды в 2003 г. и составило 1,50 ПДК_{рх}.

Интересно отметить тот факт, что по данным РГП «Казгидромет» МЭГПР РК, в 2008 г. речные воды в данном створе классифицируются классом «нормативно чистые», т.е. ни один из химических элементов группы тяжелых металлов не превышал значения ПДК_{рх} в среднегодовом разрезе.

В целом за период 2001-2016 гг. качество вод по группе тяжелых металлов в данном створе соответствовало умеренному уровню загрязнения, лишь в 2005 г. показатель КИЗВ_{т.м.} был в пределах высокого уровня загрязнения, концентрация меди в данном году составила 3,25 ПДК_{рх}. Графически результаты расчетов для данного створа представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Динамика изменений КИЗВ_{т.м.} в створе р. Кара Ертис – с. Боран за период 2000-2016 гг.

р. Ертис – г. Усть-Каменогорск, 22,2 км ниже города. Диапазон колебаний показателя КИЗВ_{т.м.} для створа г. Усть-Каменогорска составил 1,40 (2006 г.) – 3,05 (2007 г.). Основными загрязняющими веществами для выбранного створа являются: медь, цинк, железо общее, железо (2+), ртуть, марганец.

Диапазон колебаний концентраций меди в данном створе составил 1,20 ПДК_{рх} (2008 г.) – 4,13 ПДК_{рх} (2001 г.), превышения норматива ПДК_{рх} данного элемента фиксировались ежегодно. Концентрации ионов цинка за период исследований были в пределах 1,06 ПДК_{рх} (2012 г.) – 2,83 ПДК_{рх} (2013 г.), превышения

норматива $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ по данному элементу фиксировались ежегодно, за исключением 2006-2011 гг., когда превышений норматива $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ в среднегодовом разрезе не наблюдалось. Пределы колебаний железа общего в данном створе составили $1,08 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2012 г.) – $5,22 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2007 г.), с 2002 г. превышения норматива $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ данного химического элемента фиксировались ежегодно. Превышения норматива $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ для двухвалентного железа в створе г. Усть-Каменогорск за период 2000-2016 гг. были зафиксированы дважды на уровне $2,00 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (в среднегодовом разрезе) – в 2005 и 2007 гг. Диапазон колебаний среднегодовых концентраций марганца в данном створе составил $1,04 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$

(2004 г.) – $1,94 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2016 г.). Интересен факт, что превышение норматива $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ для ртути в среднегодовом разрезе был зафиксирован в 2003 г., как и в створе с. Боран, и составил $1,40 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$.

За период исследований качество вод реки Ертис в створе г. Усть-Каменогорск оценивалось умеренным уровнем загрязнения, за исключением 2007 г., когда величина $\text{КИЗВ}_{\text{т.м.}}$ составила 3,05, что соответствовало высокому уровню загрязнения по группе тяжелых металлов, элементы, превышающие свои $\text{ПДК}_{\text{рх}}$: железо общее ($5,22 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$), железо (2+) ($2,00 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$), медь ($1,94 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$). Графически результаты расчетов представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Динамика изменений $\text{КИЗВ}_{\text{т.м.}}$ в створе р. Ертис – г. Усть-Каменогорск, 22,2 км ниже города за период 2000-2016 гг.

р. Ертис – с. Предгорное, 1 км ниже впадения р. Красноярка. Диапазон изменений показателя $\text{КИЗВ}_{\text{т.м.}}$ для данного створа за период 2000-2016 гг. составил 2,20 (2009 г.) – 4,47 (2001 г.). В качестве основных загрязняющих веществ для выбранного створа фиксировались: медь, цинк, марганец, железо общее.

Диапазон колебаний концентраций ионов меди был в пределах $1,44 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2008 г.) – $5,67 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2001 г.), превышения норматива $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ по данному элементу фиксировались ежегодно. Пределы колебаний концентраций цинка составили $2,41 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2010 г.) – $10,93 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2005 г.), превышения норматива $\text{ПДК}_{\text{рх}}$ по данному параметру фиксировались ежегодно, за

исключением 2011 г. Среднегодовые концентрации марганца в поверхностных водах данного створа находились в пределах $1,05 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2004 г.) – $2,50 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2013 г.). Диапазон колебаний общего железа в данном створе был в пределах $1,02 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2006 г.) – $2,55 \text{ ПДК}_{\text{рх}}$ (2010 г.).

Качество вод створа с. Предгорное в большинстве случаев соответствовало умеренному уровню загрязнения (2003-2004, 2006-2007, 2009-2012, 2014-2015 гг.), однако нередко были случаи, когда качество вод данного створа оценивалось высоким уровнем загрязнения (2000-2003, 2005, 2008, 2013, 2016 гг.). Динамика изменений показателя $\text{КИЗВ}_{\text{т.м.}}$ для створа с. Предгорное представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Динамика изменений КИЗВ_{т.м.} в створе р. Ертис – с. Предгорное, 1 км ниже впадения р. Краснаярка за период 2000-2016 гг.

р. Ертис – г. Семей, 0,8 км ниже сб. Горводоканала. Показатель КИЗВ_{т.м.} в данном створе за период 2000-2016 гг. изменялся в пределах 1,02 (2000 г.) – 2,63 (2001 г.). Основными загрязняющими элементами группы тяжелых металлов являлись: медь, цинк, марганец, железо общее, железо (2+), ртуть.

Диапазон изменений концентраций меди в данном створе составил 1,36 ПДК_{рх} (2008 г.) – 2,82 ПДК_{рх} (2013 г.), превышение норматива ПДК_{рх} по данному элементу фиксировалось ежегодно. Небольшое превышение норматива ПДК_{рх} по цинку в среднегодовом разрезе было зафиксировано только в 2000 г. и составило 1,02 ПДК_{рх}. Превышение норматива ПДК_{рх} по марганцу в данном створе было зафиксировано в четырех годах: в 2005 г. (1,31 ПДК_{рх}), 2006 г. (1,13 ПДК_{рх}), 2014 г. (1,01 ПДК_{рх}), 2016 г. (1,09 ПДК_{рх}). Диапазон концентраций железа общего составил 1,13 ПДК_{рх} (2008 г.) – 2,13 ПДК_{рх} (2010 г.), превышения норматива ПДК_{рх} по данному элементу в створе г. Семей фиксируются ежегодно, начиная с 2006 г. Превышение уровня ПДК_{рх} по двухвалентному железу зафиксировано в 2006 г. на уровне 1,33 ПДК_{рх}. В 2006 г. также отмечается однократное превышение в среднегодовом разрезе уровня ПДК_{рх} ртути (3,00 ПДК_{рх}).

За период исследований (2000-2016 гг.) качество вод в створе г. Семей, 0,8 км ниже сб. Горводоканала соответствовало умеренному уровню загрязнения (рисунок 4).

р. Ертис – г. Аксу, 0,8 км ниже сброса ГРЭС. Показатель КИЗВ_{т.м.} для данного створа за период 2000-2016 гг. находился в пределах 1,44 (2008 г.) – 3,23 (2005 г.). Основными загрязняющими элементами для данного створа являлись: медь, цинк, ртуть, железо общее.

Диапазон изменений среднегодовых концентраций для ионов меди в данном створе составил 1,44 ПДК_{рх} (2008 г.) – 3,23 ПДК_{рх} (2005 г.), превышения нормативов были зарегистрированы ежегодно. Превышения норматива ПДК_{рх} для цинка были зафиксированы в двух годах – в 2001 г. (1,45 ПДК_{рх}) и в 2002 г. (1,15 ПДК_{рх}). Превышения норматива предельно-допустимой концентрации для ртути было зафиксировано дважды – в 2003 г. (1,20 ПДК_{рх}) и в 2007 г. (1,50 ПДК_{рх}). Среднегодовые концентрации железа общего превышали значение своего ПДК_{рх} в трех случаях – в 2009 г. (1,58 ПДК_{рх}), в 2010 г. (1,12 ПДК_{рх}) и в 2015 г. (1,15 ПДК_{рх}).

Согласно результатам исследований, за период 2000-2016 гг. качество вод в створе г. Аксу соответствовало умеренному уровню загрязнения, исключением является 2005 г., когда комплексный индекс загрязненности вод группы тяжелых металлов соответствовал высокому уровню загрязнения (рисунок 5). В 2005 г. было отмечено максимальное для данного створа значение превышения ПДК_{рх} по меди – 3,23 ПДК_{рх}.

р. Ертис – г. Павлодар, 0,5 км ниже сб. Упр. Горводоканал. Диапазон колебаний комплекс-

ного индекса загрязненности вод группы тяжелых металлов для данного створа находился в пределах 1,38 (2011 г.) – 3,29 (2003 г.). Как ос-

новные загрязняющие элементы были отмечены следующие химические элементы: медь, железо общее, железо (2+), ртуть, цинк, марганец.



Рисунок 4 – Динамика изменений КИЗВ_{тм} в створе р. Ертис – г. Семей, 0,8 км ниже сб. Горводоканала за период 2000-2016 гг.

Пределы изменений среднегодовых концентраций ионов меди в водах данного створа составили 1,59 ПДК_{рх} (2008, 2011 гг.) – 3,20 ПДК_{рх} (2001 г.), превышения норматива ПДК_{рх} по данному элементу фиксировались ежегодно. Среднегодовые концентрации железа общего изменялись в пределах 1,15 ПДК_{рх} (2013 г.) – 1,70 ПДК_{рх} (2009 г.), превышение норматива ПДК_{рх} по двухвалентному железу было зафиксировано только в 2002 г. с концентрацией 1,60 ПДК_{рх}. Концентрации, превышающие нормативы ПДК_{рх} цинка и марганца в данном створе, были зафиксированы в 2014 г. в концентрациях 1,49 ПДК_{рх} и 1,11 ПДК_{рх} соответственно.

Большие значения содержания ртути в речных водах были отмечены в 2003 г. (4,18

ПДК_{рх}), 2004 г. (1,83 ПДК_{рх}) и 2006 г. (1,62 ПДК_{рх}).

За период исследований (2000-2016 гг.) качество речных вод в данном створе соответствовало умеренному уровню загрязнения, лишь в 2001 и 2003 гг. было классифицировано высоким уровнем загрязнения (рисунок 6). В 2001 г. была зафиксирована высокая концентрация ионов меди – 3,20 ПДК_{рх}, а в 2003 г. – меди (2,39 ПДК_{рх}) и ртути (4,18 ПДК_{рх}).

р. Ертис – с. Прииртышское, в створе водпоста. Данные о гидрохимическом режиме в створе имеются с 2004 г. Диапазон изменений показателя КИЗВ_{тм} данного створа находился в пределах 1,21 (2008 г.) – 2,62 (2005 г.). В качестве загрязняющих веществ регистрировались такие элементы, как медь и железо общее.



Рисунок 5 – Динамика изменений КИЗВ_{т.м.} в створе р. Ертис – г. Аксу, 0,8 км ниже сброса ГРЭС за период 2000-2016 гг.



Рисунок 6 – Динамика изменений КИЗВ_{т.м.} в створе р. Ертис – г. Павлодар, 0,5 км ниже сб.р. Упр. Горводоканал за период 2000-2016 гг.

Пределы колебаний среднегодовых концентраций ионов меди в данном створе были 1,21 ПДК_{рх} (2008 г.) – 2,62 ПДК_{рх} (2005 г.), превышения норматива предельно-допустимой концентрации водоемов рыбохозяйственного назначения по данному элементу регистрировались ежегодно. Превышения норматива ПДК_{рх}

железа общего были выявлены в четырех случаях – в 2009 г. (1,55 ПДК_{рх}), 2013 г. (1,16 ПДК_{рх}), 2014 г. (1,08 ПДК_{рх}), 2015 г. (1,27 ПДК_{рх}).

Согласно выполненным расчетам, качество вод в створе с. Прииртышское за период 2000-2016 гг. находилось в пределах умеренного уровня загрязнения (рисунок 7).



Рисунок 7 – Динамика изменений КИЗВ_{тм} в створе р. Ертис – с. Прииртышское, в створе водпоста за период 2000-2016 гг.

Обсуждения

В настоящее время работы, посвященные исследованию качества вод реки Ертис, носят прерывистый характер. Информационные бюллетени о состоянии окружающей среды РГП «Казгидромет» МЭГПР РК составляются за определенные периоды – ежемесячные, ежеквартальные, полугодовые, годовые. Однако исследования в направлении изучения хронологии поведения гидрохимических компонентов речных вод не проводятся или проводятся очень редко и по ограниченному списку компонентов. В монографии (Бурлибаев и другие, 2014), посвященной исследованию трансграничных рек Казахстана, дается оценка качества вод бассейна реки Ертис в пределах территории Казахстана за период 1986-2011 гг. По критериям загрязненности, применяемых к рыбохозяйственным водоемам бассейн трансграничной реки Ертис по оценке Бурлибаева М.Ж. в период 1986-1990 гг. находился в диапазоне «высокого уровня загрязнения», за период 1990-2000 гг. отмечается снижение уровня загрязнения воды по сравнению с периодом с 1986-1990 гг., а в 1990-2011 гг. воды реки Ертис находились в пределах «умеренного уровня загрязнения». В трудах (Бурлибаева, 2011, ГиЭ № 4) представлена информация о ретроспективных исследованиях в направлении

исследования качественного состояния реки Ертис. Бурлибаева Д.М. приводит наблюдения по загрязнению ионами тяжелых металлов в створах р. Черный Иртыш – с. Буран; р. Иртыш – г. Семипалатинск (4 км выше города); р. Иртыш – с. Семиярка в разрезе с 1968 по 2009 гг. Данные о содержании концентрации меди и цинка представлены за период половодья и за период зимней межени. Согласно результатам исследования (Бурлибаева, 2011), в половодье концентрация ионов меди в речных водах уменьшается в 1,6 и в 2 раза по двум створам, а в створе с. Семиярка наблюдается противоположная тенденция – рост концентрации в 1,2 раза. Изменение концентраций ионов цинка повторяет тенденцию меди – по двум створам наблюдается уменьшение в 2,4 и в 3,8 раза и наоборот рост содержания ионов цинка в 2,1 раза в створе с. Семиярка. В зимний период содержание ионов меди и цинка аналогичны периоду половодья, т.е. по створам р. Черный Иртыш – с. Буран и р. Иртыш – г. Семипалатинск наблюдается уменьшение, а по створу р. Иртыш – с. Семиярка – увеличение концентрации. Анализ многолетней хронологии и сезонной динамики загрязнения ионами тяжелых металлов реки Ертис в годы различной обеспеченности представлен в другой публикации Бурлибаевой Д.М. (Бурлибаева, 2011). Ею установлено абсолютное отсутствие связи с водностью реки, т.е.

независимостью гидрохимического режима от гидрологического в створе р. Ертис – г. Усть-Каменогорск (Понтонный мост). Самые низкие показатели концентрации меди во внутригодовом распределении наблюдаются в средний по водности год ($P = 50\%$), а не в многоводный ($P = 25\%$) (Бурлибаева, 2011).

В настоящей работе представлены результаты оценки содержания ионов тяжелых металлов в речных поверхностных водах реки Ертис. Проведенные исследования показали, что в период исследования с 2000 по 2016 гг. все вышеперечисленные створы по степени загрязнения чаще всего находились в пределах «умеренного уровня загрязнения», лишь изредка в некоторых створах качество вод оценивалось на уровне высокого загрязнения. Превышения нормативов ПДК_{рх} группы тяжелых металлов по створам исследуемого водного объекта фиксировались для элементов: медь, железо общее, железо (2+), цинк, марганец, ртуть.

Основным источником поступления железа в русловую сеть являются процессы химического выветривания горных пород, подземный сток, сточные воды промышленных предприятий и сельское хозяйство. Главной миграционной формой железа в природных водах является взвешенная, в речных водах она составляет до 90% (Отюкова, 2016). Антропогенные источники меди и цинка – предприятия цветной металлургии, шахтные воды, транспорт. Увеличение концентраций этих веществ приводит к замедлению процессов самоочищения воды от органических соединений, к угнетению биологической жизни водоема. Медь и цинк полностью не удаляются из вод, а изменяют формы и скорости их миграции. Снижение концентрации этих веществ происходит только за счет разбавления.

Выщелачивание железомарганцевых руд и других марганецсодержащих минералов – природная причина повышения концентрации марганца в речной воде. Другим источником является разложение растительных и животных организмов, способных концентрировать марганец в процессе жизнедеятельности (Воробьев и др., 2019). Антропогенным источником соединений марганца являются также сточные воды металлургических заводов, шахты и объекты химической промышленности близки водоемов.

За период 2000-2016 гг. диапазоны колебаний концентраций ионов меди в поверхностном стоке р. Ертис составили: в створе с. Боран – 1,08-3,77 ПДК_{рх}, в створе г. Усть-Каменогорск – 1,20-4,13 ПДК_{рх}, в створе с. Предгорное – 1,44

– 5,67 ПДК_{рх}, в створе г. Семей – 1,36-2,82 ПДК_{рх}, в створе г. Аксу – 1,44-3,23 ПДК_{рх}, в створе г. Павлодар – 1,59-3,20 ПДК_{рх}, в створе с. Прииртышское – 1,21-2,62 ПДК_{рх}.

Диапазоны колебаний концентраций железа общего в поверхностных водах р. Ертис: в створе с. Боран – 1,02-1,55 ПДК_{рх}, в створе г. Усть-Каменогорск – 1,08-5,22 ПДК_{рх}, в створе с. Предгорное – 1,02-3,25 ПДК_{рх}, в створе г. Семей – 1,07-2,13 ПДК_{рх}, в створе г. Аксу – 1,12-1,58 ПДК_{рх}, в створе г. Павлодар – 1,15-1,70 ПДК_{рх}, в створе с. Прииртышское – 1,08-1,55 ПДК_{рх}.

Концентрации ионов цинка в исследуемом объекте находились в следующих пределах: в створе с. Боран – 2,23-1,61 ПДК_{рх}, в створе г. Усть-Каменогорск – 1,06-2,83 ПДК_{рх}, в створе с. Предгорное – 2,41-10,93 ПДК_{рх}, в створе г. Аксу – 1,15-1,45 ПДК_{рх}.

Диапазоны колебаний концентраций ионов марганца в поверхностных водах р. Ертис были следующими: в створе с. Боран – 2,22-1,17 ПДК_{рх}, в створе г. Усть-Каменогорск – 1,04-1,94 ПДК_{рх}, в створе с. Предгорное – 1,05-2,50 ПДК_{рх}, в створе г. Семей – 1,01-1,31 ПДК_{рх}.

Выводы

В результате проведенных исследований следует вывод о том, что в поверхностных водах реки Ертис на территории Республики Казахстан обнаруживаются ионы тяжелых металлов, которые превышают свои нормативы ПДК_{рх}. К ним относятся: медь, железо общее, железо (2+), цинк, марганец, ртуть. Поступление перечисленных элементов связано с промышленной и хозяйственной деятельностью человека. Однако, кроме антропогенной деятельности, не исключена и природная составляющая при формировании элементного состава воды реки. Сверхнормативное содержание ионов тяжелых металлов, в частности меди и цинка, может быть обусловлено геохимической особенностью района.

Изучив динамику изменений концентраций ионов тяжелых металлов в поверхностных водах р. Ертис, можно сделать вывод о том, что практически во всех створах наблюдаются превышения ПДК_{рх}, чаще всего показатель КИЗВ_{тм} находится в диапазоне умеренного уровня загрязнения, однако в отдельных случаях фиксируется высокий уровень загрязнения. Чаще всего превышения зафиксированы для меди и железа общего, превышения нормативов ПДК_{рх} могут достигать значения в 5 и более раз. В створе р. Ертис –

с. Предгорное зафиксированы превышения ПДК_{рх} по цинку, причем максимальное значение составило 10,93 ПДК_{рх}. Следует отметить, что данный створ расположен после промышленного города Усть-Каменогорск, также створ находится в непосредственной близости устья реки Красноярка. Река Красноярка протекает в зоне Риддерского горно-обогатительного комплекса, в состав которого входит Березовский участок полиметаллических руд с высоким содержанием меди и цинка. Шахтные воды Березовского рудника напрямую поступают в реку Красноярка.

Подводя итоги, можно отметить, что приоритетной группой загрязнителей для реки Ертис является группа тяжелых металлов. Высокое содержание тяжелых металлов в поверхностном стоке р. Ертис является важной проблемой сохранения устойчивости экосистемы,

требующей скорейшего принятия действенных решений. Для улучшения качества вод реки Ертис необходимы комплексные решения, такие, как строительство современных локальных очистных станций на промышленных объектах, разработка и достижение целевых показателей качества экологического состояния Восточно-Казахстанской и Павлодарской областей Республики. Также немаловажным фактором поддержания оптимального экологического состояния реки Ертис является трансграничное сотрудничество с сопредельными государствами, в частности, с Китайской Народной Республикой и Российской Федерацией по вопросам экологического стока, т.к. данный параметр включает как количественные, так и качественные характеристики стока поверхностных водных объектов.

Литература

- Воробьев Е.В., Усова Е.В., Орехова Ю.В. Анализ динамики и источников поступления ионов марганца, меди, никеля и алюминия в трансграничную реку Миус в период с 2003 по 2017 годы // Юг России: экология, развитие. – 2019. Т. 14, №1. – С. 81-93. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-81-93
- Экологические риски в трансграничном бассейне реки Иртыш / Винокуров Ю.И. [и др.]; науч. ред. Ю.И. Винокуров; Рос.акад. наук, Сиб. отделение, Институт водных и экологических проблем. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 161 с.
- Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Скольский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров В.Н., Смирнова Д.А., Ефименко А.В., Милоков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы: Каганат, 2014. Т1. – 744 с.
- Гагарина О.В. Обзор методов комплексной оценки качества поверхностных вод // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2005. – №11. – С.45-58.
- Никаноров А.М. Комплексные оценки качества поверхностных вод. Гидрометиздат. – Ленинград, 1984. – 143 с.
- Емельянова В.П., Лобченко Е.Е. Руководящий документ РД 52.24.643—2002 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Ростов-на-Дону. 2002. – 49 с.
- Бурлибаев М.Ж. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Бурлибаев М.Ж., Байманов Ж.Н., Тажмагамбетов Е.А. – Алматы: Издательство «Гылым», 2007. – 96 с.
- Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М., 1988. – 11 с.
- Ежегодные данные о качестве поверхностных вод РК, 2000-2016 гг
- Бурлибаева Д.М. Изменение характеристик гидрохимического режима реки Иртыш во времени // Гидрометеорология и экология. – 2011. № 4. – С. 104-113
- Бурлибаева Д.М. Многолетняя хронология загрязнения ионами тяжелых металлов реки Ертис // Некоторые аспекты гидроэкологических проблем Казахстана. – Алматы: Каганат, 2011. – С. 20-37.
- Отюкова Н. Г. Динамика содержания железа в речных аквальных комплексах (на примере р. Ильд бассейна Рыбинского водохранилища) // Труды ИБВВ РАН, вып. 75(78), Россия, 2016. – С. 75-81
- Withanachchi S.C., Ghambashidze G., Kunchulia I., Urushadze T., Ploeger A. Water Quality in Surface Water: A Preliminary Assessment of Heavy Metal Contamination of the Mashavera River, Georgia. International Journal of Environmental Research and Public Health 2018, 15(4), 621 <https://doi.org/10.3390/ijerph15040621>
- Ustaoglu F., Tepe Y., Water quality and sediment contamination assessment of Pazarsuyu Stream, Turkey using multivariate statistical methods and pollution indicators. International Soil and Water Conservation Research. Volume 7, Issue 1, March 2019, Pages 47-56 <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.09.001>
- Singh, A.K., Raj, B., Tiwari, A.K. and Mahato, M.K. Evaluation of Hydrogeochemical Processes and Groundwater Quality in the Jhansi District of Bundelkhand Region, India. Environmental Earth Sciences, 70, 2013. - pp 1225-1247. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-012-2209-7>
- Frumin G.T., Fetisova Yu.A. Water Quality in Watercourses of the Transboundary Narva River Basin. ISSN 1070-3632, Russian Journal of General Chemistry, Vol. 26, 2017. - No. 3, pp. 132–140.

Tiwari A. K., Abhay Kumar Singh, Amit Kumar Singh. Hydrogeochemical analysis and evaluation of surface water quality of Pratapgarh district, Uttar Pradesh, India. Appl Water Sci. 2017. - 7: pp 1609–1623 DOI 10.1007/s13201-015-0313-z

References

Vorob'ev E.V., Usova E.V., Orekhova YU.V. Analiz dinamiki i istochnikov postupleniya ionov marganca, medi, nikelya i alyuminiya v transgranichnuyu reku Mius v period s 2003 po 2017 gody // YUg Rossii: ekologiya, razvitie. 2019. T.14, N1. C.81-93. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-81-93

Vinokurov YU.I. Ekologicheskie riski v transgranichnom bassejne reki Irtysh / - Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2014. - 161 s.

Burlibaev M.ZH., Amirgaliev N.A., SHenberger I.V., Skol'skij V.A., Burlibaeva D.M., Uvarov V.N., Smirnova D.A., Efimenko A.V., Milyukov D.YU. Problemy zagryazneniya osnovnyh transgranichnyh rek Kazahstana. – Almaty: Kaganat, 2014. T1. – 744 s.

Gagarina O.V. Obzor metodov kompleksnoj ocenki kachestva poverhnostnyh vod. Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle», 2005. - №11. - S.45-58.

Nikanorov A.M. Kompleksnye ocenki kachestva poverhnostnyh vod. Gidrometoizdat. Leningrad, 1984. -143 s

Emel'yanova V.P., Lobchenko E.E. Rukovodyashchij dokument RD 52.24.643—2002 METODICHESKIE UKAZANIYA Metod kompleksnoj ocenki stepeni zagryaznennosti poverhnostnyh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam. Rostov-na-Donu. 2002. - 49s.

Burlibaev M.Zh. Kompleksnaya ocenka kachestva poverhnostnyh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam / Burlibaev M.ZH., Bajmanov ZH.N., Tazhmagambetov E.A. Almaty: Izdatel'stvo «Gylym», 2007. - 96 s.

Gosudarstvennyj komitet SSSR po gidrometeorologii. Metodicheskie rekomendacii po formalizovannoj kompleksnoj ocenke kachestva poverhnostnyh i morskikh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam. Moskva. 1988. -11 s

Ezhegodnye dannye o kachestve poverhnostnyh vod RK, 2000-2016 gg.

Burlibaeva D.M. Izmenenie harakteristik gidrohimicheskogo rezhima reki Irtysh vo vremeni. Gidrometeorologiya i ekologiya. 2011. № 4. S.104-113

Burlibaeva D.M. Mnogoletnyaya hronologiya zagryazneniya ionami tyazhelyh metallov reki Ertis // Nekotorye aspekty gidroekologicheskikh problem Kazahstana. – Almaty: Kaganat, 2011. – S. 20-37.

Otyukova N. G. Dinamika soderzhaniya zheleza v rechnyh akval'nyh kompleksah (na primere r. Il'd bassejna Rybinskogo vodohranilishcha). Trudy IBVV RAN, vyp. 75(78), Rossiya, 2016. - S.75-81

Withanachchi S.C., Ghambashidze G., Kunchulia I., Urushadze T., Ploeger A. Water Quality in Surface Water: A Preliminary Assessment of Heavy Metal Contamination of the Mashavera River, Georgia. International Journal of Environmental Research and Public Health 2018, 15(4), 621 <https://doi.org/10.3390/ijerph15040621>

Ustaoglu F., Tepe Y., Water quality and sediment contamination assessment of Pazarsuyu Stream, Turkey using multivariate statistical methods and pollution indicators. International Soil and Water Conservation Research. Volume 7, Issue 1, March 2019, Pages 47-56 <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.09.001>

Singh, A.K., Raj, B., Tiwari, A.K. and Mahato, M.K. Evaluation of Hydrogeochemical Processes and Groundwater Quality in the Jhansi District of Bundelkhand Region, India. Environmental Earth Sciences, 70, 2013. - pp 1225-1247. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-012-2209-7>

Frumin G.T., Fetisova Yu.A. Water Quality in Watercourses of the Transboundary Narva River Basin. ISSN 1070-3632, Russian Journal of General Chemistry, Vol. 26, 2017. - No. 3, pp. 132–140.

Tiwari A. K., Abhay Kumar Singh, Amit Kumar Singh. Hydrogeochemical analysis and evaluation of surface water quality of Pratapgarh district, Uttar Pradesh, India. Appl Water Sci. 2017. - 7: pp 1609–1623 DOI 10.1007/s13201-015-0313-z

G.V. Ayzel¹, A.C. Izhitskiy², A.K. Kurbaniyazov³, Zh.A. Zhanabayeva⁴

¹Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

²Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

³H.A. Yasavi International Kazakh-Turkish University, Kazakhstan, Turkestan

⁴Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty

*Correspondent author - A.K. Kurbaniyazov

e-mail: abilgazi@mail.ru

EVALUATION OF DYNAMIC CHANGE OF WATER LEVEL OF THE SMALL ARAL SEA BASED ON DATA OF OPEN SOURCES

The study of the Aral Sea water level and volume dynamics is an urgent scientific task due to the need to understand the mechanisms of natural, anthropogenic processes. In particular, the study of water balance component dynamics of Small Aral basin is the most important task in planning scenarios of water use, water protection in the region. In the proposed work, on the basis of machine learning methods, two statistical models were developed: a model that takes into account the variability of the monthly values of Syrdaria runoff and corresponding change in Small Aral water volume. In the low availability conditions of data from field observations, obtained operational estimates, which compose water balance component are the most important source of information about ongoing changes in studied basin. The proposed technique can be used to obtain initial conditions in hydrodynamic modeling experiments, as well as to calculate climatic scenarios for development of the Aral hydrological system.

Key words: Small Aral Sea, sea level, machine learning, river discharge

Г.В. Айзель¹, А.С. Ижицкий², А.К. Курбаниязов³, Ж.А. Жанабаева⁴

¹Ресей ғылымдар академиясы Су мәселелері институты, Ресей, Мәскеу қ.

²Ресей ғылымдар академиясы П.П. Ширшов атындағы Океанология институты, Ресей, Мәскеу қ.

³Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Қазақстан, Түркістан қ.

⁴Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*Корреспонденттік автор – А.К. Курбаниязов

e-mail: abilgazi@mail.ru

Кіші Арал теңізі су деңгейінің динамикалық өзгерістерін ашық дерек көздері негізінде бағалау

Арал теңізінің су деңгейі мен су көлемінің өзгеру динамикасын зерттеу өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Соңғы алпыс жылда теңіздің су және тұз теңдестігінің түбегейлі өзгеруіне алып келген табиғи және антропогендік процестердің механизмдерін түсіну қажеттілігі үлкен маңызға ие болып отыр. Аймақтың су пайдалану және су қорғау сценарийлерін жоспарлау кезінде Кіші Арал теңізі алабының су теңдестігі құраушысының динамикасын зерттеу маңызды міндеттің бірі. Ұсынылып отырған жұмыста машиналық оқыту әдісі негізінде екі статистикалық модель әзірленген: Сырдария өзенінің айлық өзен ағындысы және Кіші Арал теңізінің су көлемі мәндерінің өзгерісін ескеретін моделдер. Үлгілеудің нәтижесінде Сырдария өзені ағындысы мен Кіші Арал теңізінің су көлемінің динамикалық өзгерістері анықталды. Далалық бақылаулар мәліметтермен аз қамтамасыз етілу жағдайында алынған су теңдестігінің негізгі құраушысын құрайтын шұғыл бағалау – зерттеліп отырған алапта өтіп жатқан өзгерістер туралы маңызды ақпараттар көзі болып табылады. Ұсынылып отырған әдістеме гидродинамикалық моделдеу эксперименттерінің бастапқы шарттарын алу және сондай-ақ, Арал теңізінің гидрологиялық жүйесі дамуының климаттық сценарийлерін есептеу үшін қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: Кіші Арал, теңіз деңгейі, машиналық оқыту, өзен ағындысы.

Г.В. Айзель¹, А.С. Ижицкий², А.К. Курбаниязов³, Ж.А. Жанабаева⁴

¹Институт водных проблем Российской академии наук, Россия, г. Москва

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, Россия, г. Москва

³Международный Казахско-турецкий университет им. Х.А. Яссави, Казахстан, г. Туркестан

⁴Казахский национальный университет им аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

*Корреспондентский автор – А.К. Курбаниязов

e-mail: abilgazi@mail.ru

Оценка динамического изменения уровня воды малого Аральского моря на основе данных открытых источников

Исследование динамики уровня и объема воды Аральского моря является актуальной научной задачей в силу необходимости понимания механизмов природных и антропогенных процессов, индуцировавших радикальное изменение его водного и солевого балансов за последние шестьдесят лет. В частности, исследование динамики компонента водного баланса бассейна Малого Аральского моря является важнейшей задачей при планировании сценариев водопользования и охраны вод в регионе. В предлагаемой работе на основе методов машинного обучения были разработаны две статистические модели, учитывающие изменчивость месячных значений речного стока реки Сырдария и соответствующие изменения объема воды Малого Арала. По результатам моделирования были получены динамические изменения стока реки Сырдария и объема вод Малого Аральского моря. В условиях малой обеспеченности данными натурных наблюдений полученные оперативные оценки, которые составляют компонент водного баланса, являются важнейшим источником информации о происходящих изменениях в исследуемом бассейне. Предлагаемая методика также может быть использована для получения начальных условий в экспериментах гидродинамического моделирования, а также для расчета климатических сценариев развития гидрологической системы Арала.

Ключевые слова: Малый Арал, уровень моря, машинное обучение, речной сток.

Introduction

The research of the water level and volume dynamics of the Aral Sea is an urgent scientific task due to the required to understand the mechanisms of natural and anthropogenic processes that have induced radical changes in water and salt balances of sea over the past 60 years.

Since the late 60s the sea volume has decreased by 90 %, the salinity have increased by an order of magnitude (Zavialov, 2005). The research of the hydrological cycle processes of the Aral Sea has hampered by the almost complete absence of data from modern measurements of the water balance composing. Since the 60s, the Aral Sea has been undergoing irreversible changes in the water level and salt regimes, cardinal changes have affected not only the ecosystem of the sea itself, but also affected its entire basin. Over the past 15 years, the tendency to separate of the Aral Sea from water bodies has deepened the deep-water western and shallow eastern basins of the Greater Aral, the Small Aral Sea (Figure 1). Thus, the eastern basin of the Greater Aral Sea in recent years has virtually ceased to be a permanent reservoir, becoming an ephemeral lake, whose existence are determined by the magnitude of the seasonal water runoff of the Amudarya River. The northern basin of the Aral Sea almost lost contact with other basins - both due to natural causes of drying up of the western and

eastern basins, and due to the construction of a dam designed to minimize water exchange between the basins (Izhitskiy et al. 2016a).

The Syrdarya provides an inflow of water in the Kazakhstani part of the Aral Sea. Syrdarya from source to mouth, i.e. Tien Shan zones of runoff formation to the North Aral Sea can be noted that this watercourse is a carrier of life-giving moisture, a source of energy.

Today, intensive irrigation of cotton and rice fields takes a significant part of the river runoff, which dramatically reduces the water runoff into their deltas and, accordingly, into the Aral Sea itself. Precipitation in the rain and snow form, as well as underground sources give the Aral Sea much less water than it has lost by evaporation, because of which the water volume of the lake-sea decreases and the level of salinity increases (Sambaev 2017).

In this paper, we have emphasized the research of the water volume dynamic changeability of the Small Aral Sea. In the recent years, after minimizing its water discharge with other parts of the sea, it began to establish a relatively stable water-salt regime, similar in characteristics to the “conditionally-natural” regime of the Aral Sea. Nevertheless, the significant shortage of these direct observations of the water balance component for this region is sorely. Modern field observations on all parts of the Aral Sea are episodic, lacking monitoring hydrological-

meteorological stations and stations ceased to exist in the first half of the 1990 year. That is way in this

work we used the database of indirect water level observations as well as climate reanalysis database.

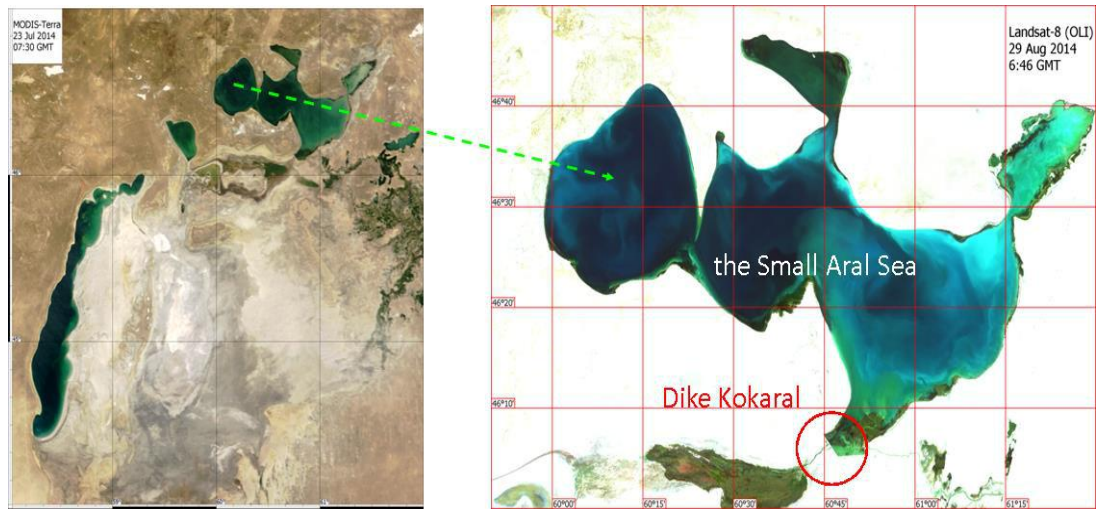


Figure 1 - Satellite image of the Aral Sea in July 2014 (left), satellite image of the Small Aral in August 2014 (right)

The main goal of this work is to research the possibility of modeling the dynamic changeabilities of the water volume of basin,

which is located in arid conditions by using the data of indirect measurements of open sources (Fig. 2).

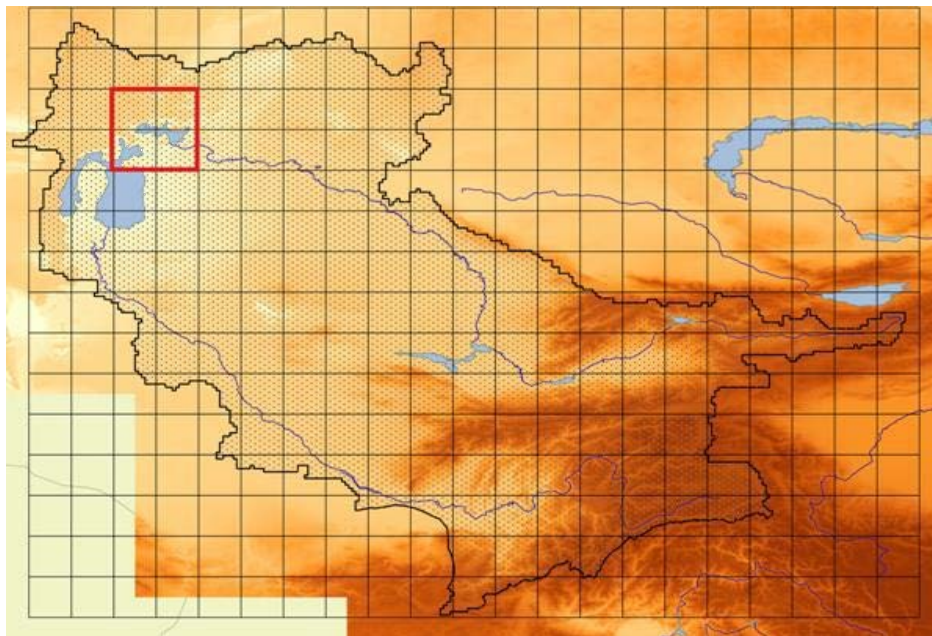


Figure 2 – Study area: the Small Aral Sea and the Aral Sea basin

Key modeling concept has based on implementation of a simple Decision Tree model in case of regression task (Ayzel, 2017; Breiman et al., 1984).

Typical Decision Tree model is a «white box» consists of the range of boolean classifiers which split our samples to tiny «leaf» nodes where all samples

constantly refers to the one target value (Hastie et al., 2005). Single tree-based implementation of Decision Tree is algorithm faced with the case of overfitting and robustness lack that lead to limited using in real world examples (Freund, Schapire, 1997). In our work, we used three cutting-edge machine-learning techniques based on ensemble approach to predictions: Random Forest, Extra Trees and Gradient Boosting (Ayzel, 2017; Mason et al., 2000; Zhang, Hsieh, 2017). All of them are based on group of simple Decision Tree models and provide useful trick such bagging, bootstrapping, pruning etc. that totally reduce overfitting and make our models suitable to provide robust dynamics (Friedman, 2001; Kohavi, 1995; Schapire, Freund, 2012).

Materials and methods

The research material has selected as the analysis period from 2002 to 2014, all daily (reanalysis) and decadal (water level) measurements have taken to monthly values. Below is given more specific description of used the data:

1. Sea level variability based on satellite altimetry data from 1992 to 2014 (decadal values), DAHITI project (Schwatke et al., 2015);
2. River runoff of Syrdarya river (gauging station Kazaly), historical monthly values from 1979-1986, Global Runoff Data Center (GRDC) (www.bafg.de);
3. Atmospheric forcing: reanalysis Era-Interim, resolution 1x1 degree, daily values (Dee et al., 2011).

A hypsometric relationship between the sea surface layer and the water volume was obtained for the entire range of sea level variability according to the

DAHITI data for the period under research based on a detailed bathymetric map of the Small Aral (Izhitskiy et al., 2016b).

As a model linking the average monthly rates of fluctuations in climatic characteristics with the dynamics changeability of river runoff values (Ayzel and Izhitskiy, 2016), a regression model of solving trees was chosen, which in general is a nonparametric model of machine learning - a simple model of the "white box" solutions, which can be described by a set of simple Boolean functions. Advantages of the regression model of decision trees are: interpretability, quick learning, high tolerance for incomplete data. As shortcomings, usually distinguished: high ability to retrain, instability with the dominance of one decisive class, the difficulty of finding the exact structure of the tree.

Results and discussion

Based on the described method, two statistical models were developed: a model which shows dynamic changeability of water level corresponding changes of water volume of Aral Sea and the variability forecast of the water volume of the Small Aral. In the first model, the predictors used air and precipitation values for the current and previous six months averaged over the entire Aral Sea basin. The model was trained on the period from July 1979 to December 1985 according to the monthly values of the river runoff at the gauging station Kazaly (Figure 3). As a result, it was used to simulate river runoff values for the period from January 1986 to September 2015 - for this period, the actual measurements of the river runoff were not available (Fig. 4).

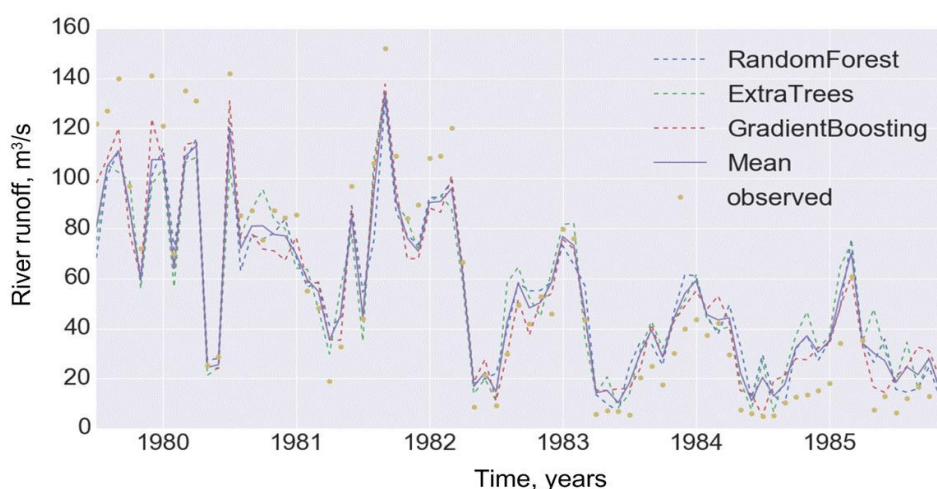


Figure 3- Training of the model of river runoff formation for the period from July 1979 to December 1985

These data, together with reanalysis data (air temperature, wind speed, precipitation) were used to train the second statistical model for predicting Small Aral volume fluctuations on satellite altimetry data for the period from October 1992 to November 2014 (Fig. 5).

In conclusion, a modelling was made for the monthly values of the Small Aral Sea water volume

for 2015 (Figure 6). Analysis of the significance of the signs showed that the parameters of mean temperature, precipitation amount and total evaporation are most significant for the results of constructing the model of decision trees, so only they were chosen as changeability of the final model - this made the model less susceptible to noise (robust), and also minimized the risk of retraining.

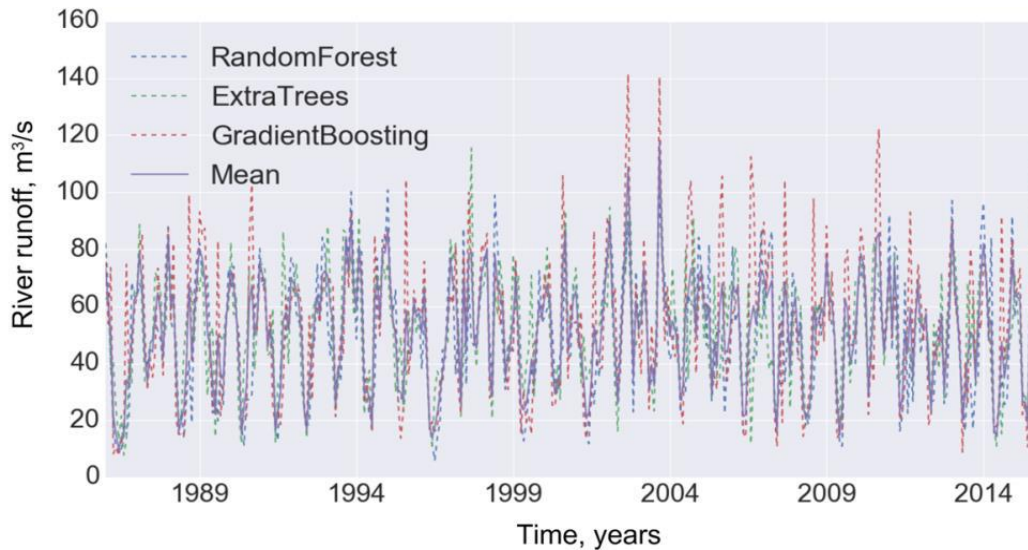


Figure 4 - Simulation of monthly river runoff values for the period from January 1986 to September 2015

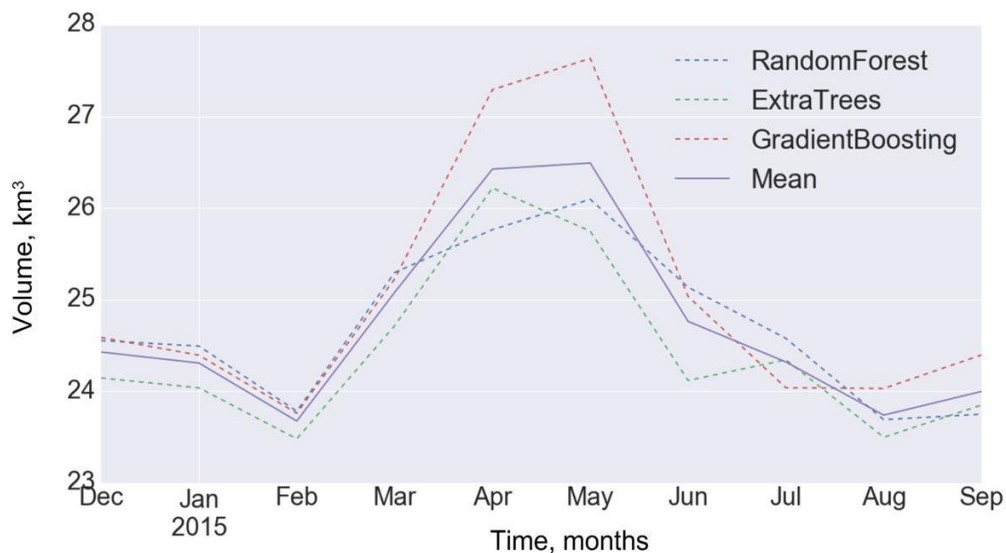


Figure 5 - Training model for forecasting the water volume of the Small Aral Sea, the period from October 1992 to November 2014

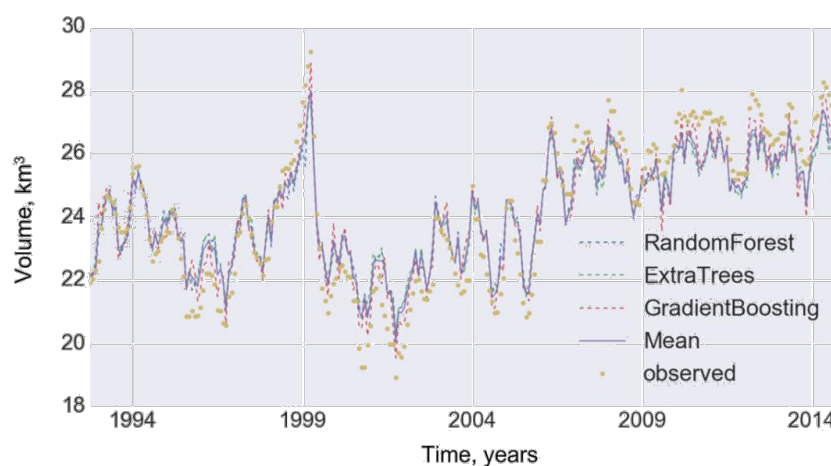


Figure 6 - Modeling of monthly values of the water volume of the Small Aral Sea in 2015.

Annual river runoff of Syrdarya River in the lower reaches over a long period of time is characterized by instability, which is due to both natural and anthropogenic factors. At present, the influence of the anthropogenic factor on the natural ecological system is very large. One of the main negative factors is the irrational use of water infrastructure.

The Syrdarya River in the first half of the last century was significantly regulated. Since then, the largest monthly water discharge has been characteristic of the beginning of spring, the minimum - for the entire summer period.

This distribution of river runoff is due to large volumes of water for irrigation of agricultural fields in the upper and middle reaches. Spring floods in the lower reaches of the river. The Syrdarya usually begins in late March - early April. Then, in connection with the filling of overlying reservoirs and water intakes, a recession begins in April.

The lowest monthly water discharges (in some years - 6-10 m³/s) at the mouth of the river (Kazaly gauging station) has observed in the summer months, when irrigation of agricultural land is in full swing.

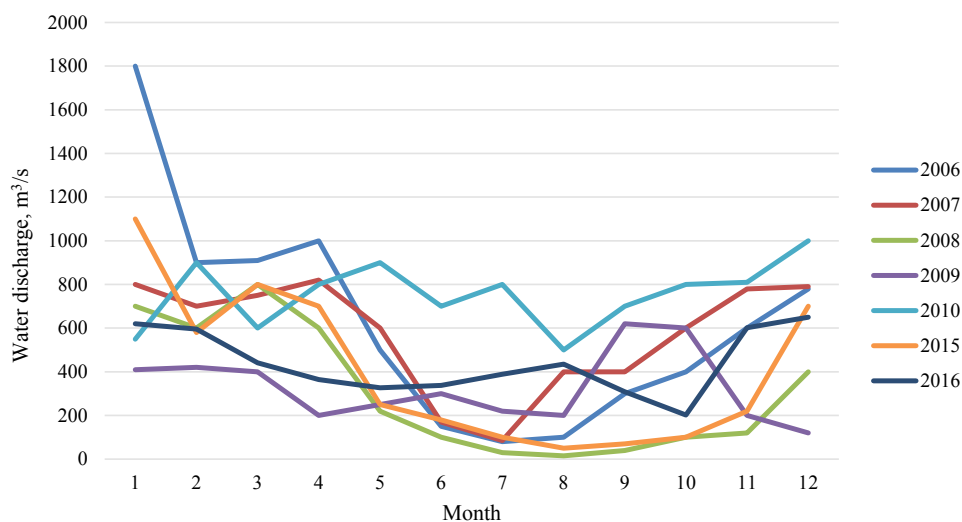


Figure 7 – The annual runoff distribution of the lower reaches of the Syrdarya river

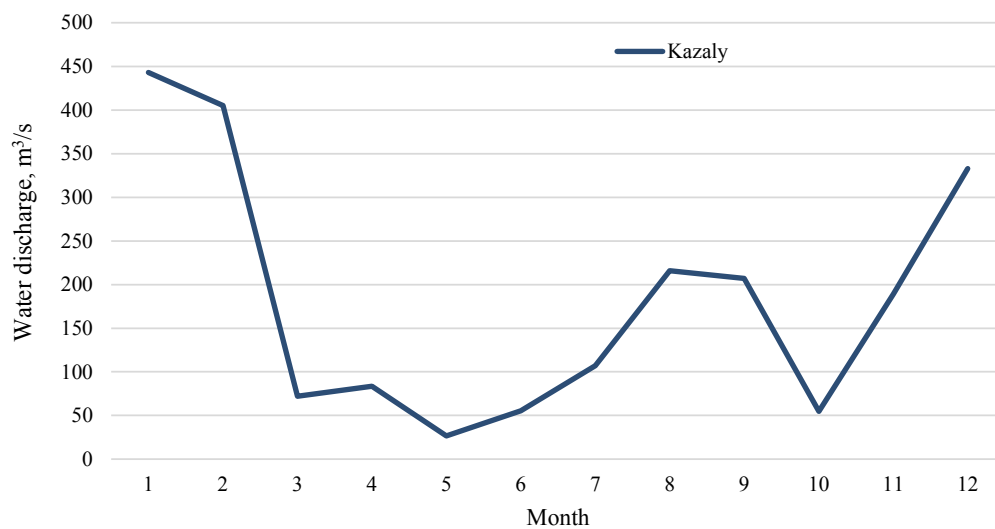


Figure 8 – Monthly distribution of runoff of the lower reaches of the Syrdarya – Kazaly gauging station for 2016 year

The dynamics of the average monthly annual runoff in the lower Syrdarya River is following: the loss of river runoff in the section from Kazaly to Karatereni (86 km), depending on the month, ranged from 55 to 358 m³. Such a difference between runoff at the Kazaly and Karateren hydroelectric facilities is associated with the filling of lakes in the coastal zone. Losses associated with the transformation of runoff in the riverbed and floodplain of the river are to a large extent recoverable, if we consider not a short time interval, but a long period during which the water of detention in the section can drain through the lower closure target. Along with such losses, there are irretrievable losses of water in the area under consideration for filling numerous floodplain lakes and old lakes that do not communicate with the river, infiltration into the soil in the floodplain and evaporation.

Lower Syrdarya River in the second half of the last century, acutely felt a shortage of water, and about 30 years ago, runoff at its mouth decreased almost to zero. However, at the end of the 80s on the territory of the former USSR, people's views on the state of the environment changed dramatically, and the Syrdarya River delta became more careful about water resources. As a result, already in the early 90s, water along the river. The Syrdarya River began to flow regularly into the northern part of the Aral Sea. Although the volume of this water was about 2-4 times less than the amount of natural runoff (14.9 km³), it was enough to flood a significant part of the modern "Small Aral" and there the desalination process began.

Conclusion

As a result, it should be noted that despite the serious shortage of these direct measurements of the main components of the water balance, such as the sea surface level and river runoff, the proposed method makes it possible to accurately predict the volume of waters of the Small Aral on the basis of open databases. The introduction of the factor of influence of the Kokaral dam into the model will help improve the quality of the forecast. The proposed technique can be used to obtain initial conditions in hydrodynamic simulation experiments, as well as to calculate climatic scenarios for the development of the hydrological system of the Aral Sea. Directions of further studies of the dynamics of the water volume of the Small Aral Sea are seen in the use of episodic data of field measurements for verification and more detailed adjustment of the model used, Syrdarya for the restoration of the values of natural water inflow into the Small Aral Sea.

Acknowledgment

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project 17-05-01175 A, and the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan in the framework of the scientific Project № AP05134202 «The current ecological state of endorheic lakes of the arid climate zone and perspectives of their sustainable use: the case of the Aral sea residual basins».

References

- Ayzel G.V. Use of machine learning techniques for modeling of snow depth. *Ice and Snow*. 2017;57(1):34-44. (In Russ.) DOI:10.15356/2076-6734-2017-1-34-44
- Ayzel G.V., Izhitskiy A.S. (2016). Issledovanie dinamiki urovnyavodi Aralskogo moray podannym distancionnogo zondirovaniya i klimaticheskogo reanalaza // *Vodnye resursy: izuchenye i upravlenye (limnologo- cheskaya shkola-praktika)*, [Dynamics of the Aral Sea Mountaineering in the range of remote sensing and climatic reanalysis] *Water resources: learning and governance (limnological school-practice)*. Tom 2. P.p 189-19
- Breiman L., Friedman J., Stone C.J., Olshen R.A. *Classification and regression trees*. CRC press, 1984: 360 p.
- Dee, D.P. et al. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137: 553–597. doi: 10.1002/qj.828
- Freund Y., Schapire R.E. A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. *Journ. of computer and system sciences*. 1997, 55 (1): 119–139. doi: 10.1007/3-540-59119-2_166.
- Friedman J.H. Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of Statistics*. 2001, 29(5): 1189–1232.
- Hastie T., Tibshirani R., Friedman J., Franklin J. *The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction*. Springer, 2005: 758 p.
- Izhitskiy A.S., Ayzel G.V., Zavalov P.O., Kurbaniyazov A.K. Estimation of the Aral Sea state predictability based on the open data sources and the unique field observations. *Geophysical Research Abstracts*. Vol.18, EGU2016-6131, 2016a.
- Izhitskiy, A.S. et al. Present state of the Aral Sea: diverging physical and biological characteristics of the residual basins. *Scientific Reports*, 6, 23906 (2016b) doi:10.1038/srep23906
- Kohavi R. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. *Intern. Joint Conf. on Artificial Intelligence (Ijcai)*. 1995, 14 (2): 1137–1145.
- Mason, L., Baxter, J., Bartlett, P. L., & Frean, M. R. (2000). Boosting algorithms as gradient descent. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 512-518).
- Monthly runoff data. The Global Runoff Data Centre, 56068 Koblenz, Germany. www.bafg.de
- Sambaev N.S. Modern hydroecological condition of the lower runoff of the Syrdarya river and use of its resource resources // *Astrakhan bulletin of ecological education*, No. 2 (40) 2017. p. 50-55.
- Schapire R.E., Freund Y. *Boosting: Foundations and algorithms*. MIT press, 2012: 528 p.
- Schwatke, C. et al. DAHITI - an innovative approach for estimating water level time series over inland waters using multi-mission satellite altimetry, *Hydrology and Earth System Sciences*, 2015, 19, 4345-4364,
- Zavalov, Peter O. *Physical oceanography of the dying Aral Sea*. Springer Science & Business Media, 2007. Zhang, H., Si, S., and Hsieh, C.-J.: GPU-acceleration for Large-scale Tree Boosting, <http://arxiv.org/abs/1706.08359>, 2017.

Литература

- Айзель Г.В. Использование методов машинного обучения для моделирования глубины снега. *Лед и снег*. 2017; 57 (1): 34-44. DOI: 10.15356 / 2076-6734-2017-1-34-44.
- Айзель Г.В., Ижицкий А.С. (2016). Исследования динамики уровня Аральского моря по данным дистанционного зондирования и климатического реанализа // *Водные ресурсы: Изучение и управление (Лимгол. Школа-практика)*. Том 2. – С. 189-19.
- Брейман Л., Фридман Дж., Стоун С.Дж., Ольшен Р.А. *Деревья классификации и регрессии*. CRC пресс, 1984: 360 с.
- Ди, Д.П. и другие. Повторный анализ ERA-Interim: конфигурация и производительность системы ассимиляции данных. *Ежеквартальный журнал Королевского метеорологического общества*, 137: 553–597. doi: 10.1002 / qj.828
- Фрейд Ю., Шайпре Р.И. Теоретическое обобщение онлайн обучения и приложение для повышения. *Журнал компьютерных и системных наук*. 1997, 55 (1): 119–139. doi: 10.1007 / 3-540-59119-2_166.
- Фридман Дж. Х. Приближение жадных функций: машина повышения градиента // *Летопись статистики*. 2001, 29 (5): 1189–1232.
- Хасте Т., Тибширани Р., Фридман Дж., Франклин Дж. *Элементы статистического обучения: интеллектуальный анализ данных, логический вывод и прогнозирование*. – Спринглер, 2005: 758 с.
- Ижицкий А.С., Айзель Г.В., Завьялов П.О., Курбаниязов А.К. Оценка предсказуемости состояния Аральского моря на основе открытых источников данных и уникальных полевых наблюдений. *Рефераты геофизических исследований*. Том 18, EGU2016-6131, 2016a.
- Ижицкий, А.С. и другие. Современное состояние Аральского моря: различные физические и биологические характеристики остаточных бассейнов. *Научный отчет*, 6, 23906 (2016b) doi: 10.1038 / srep23906
- Кохави Р. Исследование перекрестной проверки и начальной загрузки для оценки точности и выбора модели. *Междун. Совмест. конф. по искусственному интеллекту*. 1995, 14 (2): 1137–1145.
- Мейсон Л., Бакстер Дж., Барлетт П.Л. & Фрэнк М.Р. (2000). Повышающие алгоритмы как градиентный спуск. в *Достижения в нейронных системах обработки информации* (стр. 512-518).
- Ежемесячные данные по стоку. Глобальный центр данных по стоку, 56068 Кобленц, Германия. www.bafg.de.
- Самбаев Н.С. Современное гидроэкологическое состояние нижнего течения реки Сырдарья и использование ее ресурсов стока // *Астраханский вестник экологического образования*. – № 2 (40) 2017. – С. 50-55.

Щапрай Р.Э., Фрейнд Й. Стимулирование: основы и алгоритмы. МІТ пресс, 2012: 528 с.

Шватке С. и др ДАНІТІ - інноваційний підхід для оцінки часових рядів рівня води над внутрішніми водами з використанням багатоцільової супутникової альтиметрії. Гідрологія і науки о Землі. 2015, 19, 4345-4364.

Завьялов Петр Олегович. Физическая океанография умирающего Аральского моря. Спрингер Наука и Бизнес медиа, 2007. Чжан Х., Си, С. и Хси К.-Дж. GPU-ускорение для крупномасштабного ускорения деревьев, <http://arxiv.org/abs/1706.08359>, 2017.

4-бөлім
**РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ГЕОГРАФИЯ
ЖӘНЕ ТУРИЗМ**

Section 4
**RECREATION GEOGRAPHY
AND TOURISM**

Раздел 4
**РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ
И ТУРИЗМ**

**А.С. Актымбаева , А.Н. Бекен ,
У.Т. Кошкимбаева , А.Ж. Сапиева **

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*Корреспонденттік автор – А.Н. Бекен

e-mail: botabeken@gmail.com

ТУРИСТІК-РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ РЕСУРСТАР ТУРИСТІК- РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ӘЛЕУЕТТІҢ НЕГІЗІ РЕТІНДЕ: ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ МЫСАЛЫНДА

Осы ғылыми мақалада туристік-рекреациялық салада туындаған терминологиялық проблемалар қарастырылады. Олардың бірі «туристік ресурс» және «туристік әлеует» терминдерінің арасындағы семантикалық айырмашылықтармен байланысты. Сондай-ақ отандық және шетелдік зерттеушілердің «туристік ресурстарды» және «туристік әлеуетті» бағалаудың әртүрлі тәсілдеріне талдау жүргізілді. Қарастырылып отырған мәселелердің бірі табиғи туристік-рекреациялық ресурстарды туристік-рекреациялық әлеуеттің негізі ретінде зерттеу болып табылады. Аумақтың рекреациялық әлеуетін перспективалы аумақтық рекреациялық жүйелердегі рекреация мен туризмді дамытуда объективті және субъективті алғышарттардың жиынтығы ретінде қарастыру қажет екендігі белгіленді. Сонымен қатар, өңірдің туристік және рекреациялық әлеуеті туристік-рекреациялық жүйелерді жобалаудың, орналастырудың және дамытуды оңтайландырудың, сондай-ақ олардың меншікті ресурстарының құндылығы мен олардың үйлесімділігіне, туризм мен рекреацияның тұрақты дамуына сүйене отырып, олардың негізгі функцияларын анықтаудың маңызды бөлігі болып табылатыны анықталды. Осылайша, Шығыс Қазақстан облысы (ШҚО) мысалында табиғи факторлардың рекреациялық қызметтің объектілері мен бағыттарына тәуелділігі көрсетілген. Бұдан басқа, осы ғылыми мақала шеңберінде Шығыс Қазақстан облысы бойынша туризмді дамытудың табиғи алғышарттарына бағалау жүргізілді және аттрактивтілік дәрежесі бойынша ландшафттық түрлердің классификациясы талданды және осы өңірде туризмді дамытудың перспективалық бағыттары анықталды. Зерттеудің қорытынды нәтижесі ретінде ғалымдар мен зерттеушілердің түрлі әдістемелерін қолдану негізінде Шығыс Қазақстан облысының аумағын табиғи ландшафттардың аттрактивтілік дәрежесі бойынша аудандастыру картасы жасалды.

Түйін сөздер: туристік ресурс, туристік әлеует, табиғи туристік-рекреациялық ресурстар, туристік-рекреациялық әлеует, Шығыс Қазақстан облысы.

A.S. Aktymbayeva, A.N. Beken, U.T. Koshkimbayeva, A.Zh. Sapiyeva

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*Correspondent author – A.Zh. Sapiyeva

e-mail: botabeken@gmail.com

Tourist and recreational resources as the basis of tourist and recreational potential: the case of East Kazakhstan oblast

This paper discusses terminological problems that have arisen in tourist-recreational sphere. One of them is related to the semantic differences between terms “tourist resource” and “tourist potential”. There was also an analysis of various ways to assess the “tourist resources” and “tourist potential” of domestic and foreign researchers. One of the issues under consideration is the study of natural tourist and recreational resources as the basis of tourist and recreational potential. It was noted that the recreational potential of territory should be considered as a set of objective and subjective prerequisites for the development of recreation and tourism in promising territorial recreational systems. Moreover, it was found that the tourism and recreation potential of the region is an important part of the design, placement and optimization of development of tourism and recreation systems, as well as determining their main functions, based on the value of their own resources and their combination, sustainable development of tourism and recreation. Thus, dependence of natural factors on objects and recreational activities is shown on the case of East Kazakhstan oblast (EKO). In addition, within the framework of this paper, the East Kazakhstan oblast region has assessed natural prerequisites for tourism development and analyzed

the classification of landscape species by the degree of attractiveness and identified promising areas for tourism development in this region. As the final result of the study, based on the application of various methods of scientists and researchers, a map of the zoning of the territory of the East Kazakhstan oblast according to the degree of attractiveness of natural landscapes was compiled.

Key words: tourist resource, tourist potential, natural tourist-recreational resources, tourist-recreational potential, East Kazakhstan oblast.

А.С. Ақтымбаева, А.Н. Бекен, Ү.Т. Кошкимбаева, А.Ж. Сапиева

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

Корреспондентский автор – А.Ж. Сапиева

e-mail: botabeken@gmail.com

Туристско-рекреационные ресурсы как основа туристско-рекреационного потенциала: на примере Восточно-Казахстанской области

В настоящей статье рассматриваются терминологические проблемы, возникшие в туристско-рекреационной сфере. Одна из них связана с семантическими различиями между терминами «туристский ресурс» и «туристский потенциал». Также был проведен анализ различных способов оценки «туристских ресурсов» и «туристского потенциала» отечественных и зарубежных исследователей. Одним из рассматриваемых вопросов является изучение природных туристско-рекреационных ресурсов как основы туристско-рекреационного потенциала. Было обозначено, что рекреационный потенциал территории следует рассматривать как совокупность объективных и субъективных предпосылок в развитии рекреации и туризма в перспективных территориальных рекреационных системах. Более того, было выявлено, что туристский и рекреационный потенциал региона является важной частью проектирования, размещения и оптимизации развития туристско-рекреационных систем, а также определения их основных функций, исходя из ценности их собственных ресурсов и их сочетания, устойчивого развития туризма и рекреации. Таким образом, на примере Восточно-Казахстанской области (ВКО) показана зависимость природных факторов от объектов и направлений рекреационной деятельности. Кроме того, в рамках данной статьи по Восточно-Казахстанской области проведена оценка природных предпосылок развития туризма и проанализирована классификация ландшафтных видов по степени привлекательности и определены перспективные направления развития туризма в этом регионе. Как итоговый результат исследования, на основе применения различных методик ученых и исследователей составлена карта районирования территории Восточно-Казахстанской области по степени attractiveness природных ландшафтов.

Ключевые слова: туристский ресурс, туристский потенциал, природные туристско-рекреационные ресурсы, туристско-рекреационный потенциал, Восточно-Казахстанская область.

Кіріспе

Аймақтың туристік және рекреациялық әлеуеті туристік-рекреациялық жүйелерді жобалау, орналастыру және дамытуды оңтайландыру, сондай-ақ олардың жеке ресурстарының құндылығы мен олардың тіркесімін, туризм мен рекреацияның тұрақты дамуын негізге ала отырып, олардың негізгі функцияларын айқындаудың маңызды бөлігі болып табылады.

Демалыстың және туризмнің кеңістіктік көрінісі әртүрлі. Аймақтардың туристік және рекреациялық дамуының әртүрлілігі уақыттың өзгеруіне және қоғам дамуының деңгейіне, тұрғындардың табысына, туристердің әлеуметтік құрылымына, туризмнің материалдық-техникалық базасының даму деңгейіне және т.б. тәуелді болып келетін демалушылардың қажеттіліктеріне негізделген.

Аймақтар әртүрлі туристік-рекреациялық тартымдылыққа ие. Аумақтардың туристік-рекреациялық тартымдылығы негізінде оның тарихи шаруашылық мамандануын, материалдық игіліктердің даму деңгейін, табиғи ерекшеліктерін, мәдени мұрасын және жай өзіндік ерекшелігін айқындайтын факторлардың жиынтығы жатыр. Көрсетілген факторлар объективті және субъективті сипатта болуы мүмкін. Аумақтың туристік-рекреациялық тартымдылығын айқындайтын негізгі объективті факторларға туристік-рекреациялық ресурстардың, олардың аумақтық үйлесімдері мен іске асыру шарттарының жиынтығы ретінде айқындалатын туристік-рекреациялық әлеует жатады, оны демалысты дамытудың алғышарттары мен перспективаларын бағалау үшін бастапқы база ретінде қарастыру керек.

Туристік-рекреациялық әлеует және туристік-

рекреациялық ресурстар ұғымы рекреациялық география және туризм географиясын зерттеу пәні туралы ғылыми ұғымдардың эволюциясына қарай елеулі өзгерістерге ұшырады. Осының негiзiнде мақаланың мақсаты болып – туристiк-рекреациялық ресурстар туристiк-рекреациялық әлеуеттiң негiзi ретiнде қарастыру болып табылады. Қойылған мақсатқа байланысты келесiдей мiндеттер орындалды:

- туристiк-рекреациялық салада туындайтын терминологиялық анықтамалардың шешiмдерiн қарастыру;

- отандық және шетелдiк ғалымдардың «туристiк ресурстар» мен «туристiк әлеуетке» баға берудiң түрлi тәсiлдерiне талдау жүргiзу;

- Шығыс Қазақстан облысының мысалында рекреациялық қызметтiң нысандары мен бағыттарының табиғи факторға тәуелдiлiгiн анықтау;

- «Табиғи ландшафтардың аттрактивтiлiк дәрежесi бойынша Шығыс Қазақстан облысының аумағын аудандастыру» картасын құрастыру.

Сондай-ақ қоғамның ақпараттандырылуына, жаңа ғылыми әдiстердiң пайда болуына байланысты аумақтың туристiк-рекреациялық әлеуетiн бағалаудың жаңа тәсiлдерi де пайда болды (Кружалин, 2014: 336).

«Туристiк ресурс» және «туристiк әлеует» ұғымдарына қатысты мәселе проблемалы болып табылады. Экономикалық тұрғыдан алғанда, ресурстар бұл адамдардың қажеттiлiктерiн қанағаттандыру үшін өндiрiстiк және өндiрiстiк емес салаларда пайдаланылуы мүмкiн материалдық және материалдық емес факторлар мен құралдардың жиынтығы. «Әлеует» – физикалық ұғым, бiрақ басқа салаларға тасымалданатын мағынада бұл бiр нәрсе үшін қажеттi барлық мүмкiндiктер мен құралдардың жиынтығы. Экономикалық тұрғыдан, әлеует бұл ел экономикасының, оның салаларының, кәсiпорындарының, шаруашылықтарының өндiрiстiк-экономикалық қызметтi жүзеге асыруға деген жиынтық қабiлетi. Басқаша айтқанда, ресурс бұл фактор мен қаражат, ал әлеует – жекелеген салалардың бiр нәрсеге қабiлеттiлiгi.

Туризмде туристiк ресурстар деп туристiк көрсету объектiлерiн, сондай-ақ туристердiң рухани қажеттiлiктерiн қанағаттандыруға, олардың дене күшiн қалпына келтiруге және дамытуға жәрдемдесуге қабiлеттi өзге де объектiлердi қамтитын табиғи, тарихи, әлеуметтiк-мәдени объектiлер түсiнiледi (Прудский, 2005: 6).

Осыған байланысты А.В. Дроздов өзiндiк пiкiр айтады, «әлеует» терминi «ресурс» тер-

минiне қарағанда сипаттамалардың, заттар мен құбылыстардың жиынтығын бiлдiредi, ал «рекреациялық әлеует» әлеуеттi бағалауды және сонымен бiрге басқа өңiрлердiң немесе елдердiң әлеуетiмен немесе эталондық учаскенiң әлеуетiмен салыстыруды болжайды (Дроздов, 2006: 126).

Осы тұрғыдан туристiк потенциалдың мынадай анықтамасымен келiсу керек: аумақтың рекреациялық әлеуетi – бұл белгiлi бiр аумақта рекреациялық қызметтi ұйымдастыру үшін табиғи, мәдени-тарихи және әлеуметтiк-экономикалық алғышарттардың жиынтығы; рекреациялық потенциалдың басты құрамдас бөлiгi рекреациялық ресурстар болып табылады (Сазыкин, 2015: 306). А.С. Кусков «туристiк ресурстану» кiтабында әр түрлi авторлар «әлеует» терминiн жүктейтiн нақты мазмұнды анықтау өте қиын, өйткенi бұл терминнiң кеңiнен танымал және жалпы қабылданған кәсiби түсiндiрмелерi жоқ және оны көбiнесе жалпы қолданылатын, айқын термин ретiнде пайдаланады деп түсiндiредi (Кусков, 2010: 80).

Туристiк ресурстар мен әлеуеттердiң басқа да көптеген анықтамаларын талдай отырып (В.Г. Гуляев (1996: 320), Т.В. Николаенко, Н.Н. Лысенко (2009: 174), С.А. Севастьянова (2007: 256), Т.Д. Бурменко (2007: 328), Е.И. Богданов, Д.С. Ушаков (2013: 288) және т.б.), авторлардың көпшiлiгiнде осы терминдердiң арасындағы айырмашылық мынадай: туристiк ресурс қолданылатын немесе жақын болашақта туризм мақсатында нақты орынның неғұрлым ықтимал құралы ретiнде анықталады, ал әлеует сол ресурстарды бағалау ретiнде немесе жиынтықта, немесе нақты жердiң әлеуетiнiң әртүрлi компоненттерi ретiнде ұсынылады. Мұндай тәсiл бiр ресурстарды ұқсас басқа ресурстармен немесе ұқсас аймақтардың немесе елдердiң ресурстық жиынтық әлеуетiмен салыстыруға мүмкiндiк бередi. Жоғарыда аталған ғалымдардың негiзiнде осы тақырыпқа негiз болатын ғылыми зерттеу әдiстерiн атап өткен жөн болады.

Қолданылған деректер мен зерттеу әдiстерi

Мақала барысында қолданылған әдiстер – зерттеу проблеманың ерекшелiгiн ескеруге мүмкiндiк беретiн жалпы ғылыми және арнайы әдiстерге негiзделген. Зерттеу әдiстемесiнiң негiзiне табиғи жағдайларды кешендi зерттеудi қарастыратын ландшафтық бағалау әдiсi алын-

ды. Келесі кезде жалпы осы тақырып аясында іс қозғаған ғалымдардың мысалдарын жалғастыратын болсақ.

Туристтік ресурстанудың схемасын А.С. Кусков пен Е.И. Арсеньев ұсынады (Кусков, 2014: 259). Олардың жүйесі күрделі сипатқа ие, өйткені туристік ресурстар мен туристік инфрақұрылым болып табылатын негізгі топтардан басқа туындылар ұсынылған, мысалы:

- ландшафты, биоклиматты, гидроминералды және бірегей табиғи ресурстарды қамтитын табиғи-климаттық ресурстар;

- тарихи-мәдени ресурстар, оларға ескерткіштер (діни және зайырлы сәулет, археологиялық, этнографиялық және басқалар), халық кәсіпшілігі, ғылыми және техникалық кешендер мен құрылыстар, қазіргі заманғы мәдени-ойынсауық және ойын-сауық мекемелері жатады;

- мамандандырылған туристік және жалпы инфрақұрылым;

- еңбек ресурсы.

Бұл жүйе, авторлардың пайымдауынша, туристік саланы толық көрсетеді, алайда оның кемшілігі әлеуметтік-экономикалық ресурстардың туристік инфрақұрылымнан бөлінуіне және күрделілігіне байланысты.

Дж. Криппендорф қарастырып отырған терминнің мәнін келесідей анықтайды: туристік әлеует бұл аумақтың түпкілікті туристік өнімді (тұтыну үшін ұсынылған туристердің қажеттіліктері мен пайдасын қанағаттандыруды қамтамасыз ету үшін материалдық және материалдық емес элементтер кешені) құру және экономикалық маңызды туризмді дамыту мүмкіндігі. Сондай-ақ, бұл әлеуетті пайдалану міндетті емес, ең бастысы ол бар. (Krippendorf, 1980: 147).

Туристтік ресурстарды бағалаудың әдіснамалық негіздері туристік өлкетану, ресурстану, елтану, туризмнің әлеуметтік экономикасы шеңберінде қарастырылды. Соңғы уақытқа дейін аймақтық экономиканың проблемаларын шешу тұрғысынан аумақтардың туристік-рекреациялық потенциалына кешенді бағалау мәселелеріне назар аударылмады.

Кейбір батыс зерттеушілерінің туристік әлеуетті есептеу әдістерін қарастырайық.

Сонымен, туристік әлеуетті есептеу үшін португал ғалымдары J.C. Ribeiro және L.C. Vareiro ұсыныс пен сұраныс тараптарын бөледі (Ribeiro, 2012: 105). Ұсыныс жағынан талдау объектілері – бұл нақты аумақтың аттрактивтік объектілерінің саны мен сапасы. Сұраныс тұрғысынан – бұл талданып отырған аумақта

туристің қабылдауы мен мүдделері.

Чех мамандары туристік зерттеудің фокусы ландшафт болып табылады деген қорытындыға келеді. Олардың пікірінше, туристік ландшафт – елдің, өңірлік кеңселердің, туристік агенттіктердің, туристердің және т.б. қызметтерінің арқасында кейбір үдерістердің даму нәтижесі (Ashouri, 2019: 3).

Рекреациялық және туристік ресурстарды бағалау мәселелеріне отандық және шетелдік авторлардың осы мәселенің әртүрлі жақтарын, оның ішінде ресурстардың сапасын бағалауға, табиғи кешендерге рұқсат етілген жүктемені есептеуге және т.б. қамтитын жеткілікті ғылыми еңбектер арналды.

Әр жылдары Қазақстан аумағында рекреациялық бағалаумен келесідей зерттеушілер айналысқан болатын, яғни олардың диссертациялық жұмыстарында ұқсас тақырыптар қарастырылды. Мұндай жұмыстарға О.Б. Мазбаев (Мазбаев, 2010: 287) пен С.А. Шабельникованың (Шабельникова, 2000: 36) жұмыстарын жатқызуға болады. Сонымен қатар, диссертациялық жұмыстардың басым бөлігі нақты өңірлер үшін туристік-рекреациялық әлеуетті бағалау әдістерін қолдануда негізделген. Олар: Б.К. Асубаев (Асубаев, 2010: 145), М.А. Хожаев (Хожаев, 2010: 150), К.Б. Егембердиева (Егембердиева, 2010: 116), Е.А. Токпанов (Токпанов, 2008: 149), Г.Н. Аннаева (Аннаева, 2009: 118) және т.б.

Сонымен қатар, бірқатар зерттеушілер туристік қызмет секторын дамыту тұрғысынан табиғи ресурстарды, табиғи-рекреациялық потенциалдың зерттеу объектісі ретінде облыстарды таңдады: Жақыпов А.А. – Павлодар облысы (Жакупов, 2016: 117), Кубесова Г.Т. – Ақтөбе облысы (Кубесова, 2004: 150), Титова М.А. – Ақмола облысы (Титова, 2007: 175), Подвалов А.Ю. – Жамбыл облысы (Подвалов, 2010: 175).

Қазақстанның туристік-рекреациялық әлеуетін бағалау және кешенді зерттеу проблемасының өзектілігі осы тақырып бойынша көптеген жарияланымдар жарық көрген. Бұл жарияланымдардың авторлары: Ендеубаева А. (2015: 49), Карибаева Л. (2013: 375), Ақтымбаева А.С. (2014: 101), Ердаuletov C.P. (2001: 54), Алькеев М.А. (2014: 97), Турапова Р.О. (2011: 148) және т.б. Жалпы жоғарыда аталған ғылыми жұмыстарды саралай келе, туристік-рекреациялық әлеуетті бағалау бойынша аталған жұмыстарды талдау көптеген басылымдардың арасында Шығыс Қазақстан облысының туристік-рекреациялық әлеуетін бағалау әлі ұсынылмағандығын көрсетті.

Туристік ресурстар мен әлеуеттердің басқа да көптеген анықтамаларын талдай отырып авторлардың көпшілігінде осы терминдердің арасындағы айырмашылық мынадай екенін атап өтуге болады: туристік ресурс туризм мақсатында пайдаланылатын немесе жақын болашақта пайдалануға барынша ықтимал нақты жердің құралы ретінде айқындалады, ал әлеует сол ресурстарды белгілі бір елді мекеннің

потенциалының әртүрлі компоненттері ретінде немесе жиынтық бағалау ретінде ұсынылады. Бұл тәсіл кейбір ресурстарды басқа ұқсас ресурстармен немесе ұқсас аймақтардың жалпы ресурстық әлеуетімен салыстыруға мүмкіндік береді.

Нәтижесінде туристік-рекреациялық әлеует туралы ғылыми ұсыныстардың бірнеше негізгі кезеңдерін бөліп көрсетуге болады (1-кесте).

1-кесте – Аумақтың «туристік-рекреациялық әлеуетін» анықтаудың әдістемелік тәсілдері

Негізгі ғылыми тәсілдер	Ұғымның мазмұны
Түсініктерді теңестіру	Рекреациялық әлеует рекреациялық ресурстар ұғымымен алмастырады
Ресурстық тәсіл	Рекреациялық әлеует аумақтың (табиғи, мәдени-тарихи) рекреациялық ресурстарының, олардың аумақтық үйлесімдері мен жағдайларының, рекреацияның дамуын жандандыратын немесе лимиттейтін жиынтығы. Туристік және рекреациялық әлеует туристік рекреациялық қызметте халықтың қажеттіліктерін қанағаттандыруға ықпал ететін туристік және рекреациялық ресурстардың жиынтығы, олардың аумақтық құрылымдары мен шарттары.
Жүйелі тәсіл	Туристік-рекреациялық әлеует және әлеуеттердің (табиғи, мәдени-тарихи, әлеуеттік-экономикалық, ақпараттық), сондай-ақ аумақ ресурстарын шаруашылық игеру нәтижесінде туындайтын және оларды туристік-рекреациялық пайдаланудың мүмкіндіктері мен шарттарын айқындайтын басқа да әлеуеттердің жиынтығы.

Осыған байланысты аумақтың рекреациялық әлеуетін қазіргі және перспективалық аумақтық-рекреациялық жүйелерде рекреация мен туризмді дамытудың объективті және субъективті алғышарттарының кешені ретінде қарастыру орынды болды (Кавалаяускасу, 2019: 120). Тиісінше, аумақтың туристік-рекреациялық әлеуеті деп халықтың туристік және рекреациялық қызметке қажеттіліктерін қанағаттандыруға ықпал ететін туристік-рекреациялық ресурстардың, олардың аумақтық үйлесімдері мен жағдайларының жиынтығы түсініледі (1-сурет).

Аумақтың туристік-рекреациялық әлеуеті бірқатар «жеке» әлеуеттерді қамтиды:

1) Табиғи әлеует – табиғи генезистің туристік-рекреациялық ресурстары ретінде, сондай-ақ объектіге немесе аумаққа келудің мәндік деңгейімен айқындалады, оның асып кетуі қолайсыз экологиялық салдарға, геожүйе компоненттері арасындағы өзара байланыстың бұзылуына не туристердің өздерінің іс-қимылдары нәтижесінде не туризмге қызмет көрсететін инфрақұрылымның жұмыс істеуі салдарынан болады.

2) Мәдени-тарихи әлеует мәдени-танымдық туризм объектілерінің сыйымдылығын, оларды пайдалану сипатын, маңыздылығын, семан-

тикалық құндылығы мен аудиторияға қол жетімділігін ашады.

3) Әлеуметтік-экономикалық әлеует-инфрақұрылымдық объектілердің, инвестициялық туристік-рекреациялық жобалардың бар-жоғын немесе жобалық қуатын, кадрлық қамтамасыз етілуін негізге ала отырып, туристер мен рекреанттар аумақтарға бару деңгейін талдауды көздейді.

4) Ақпараттық әлеует – ақпараттың әртүрлі түрлерінен, ақпараттық технологиялық жүйелер мен арналардан, мамандандырылған туристік ақпараттық орталықтардан және коммерциялық құнды брендтерден тұрады.

Осылайша, аумақтық-рекреациялық жүйелер туралы ұғымдардың эволюциясы «туристік-рекреациялық потенциал» терминін енгізудің мақсатқа сай болуына алып келді, өйткені ол аумақтың рекреациялық ресурстарын негізгі тұтынушылардың санатын неғұрлым толық көрсетеді (Сафарян, 2015: 89).

Аумақтық рекреациялық жүйені зерттеудің теориялық мәселелерін зерттей отырып, бұл зерттеулерде Шығыс Қазақстан облысы мысалында сараптамалық-баллдық бағалау әдісі қолданылды.

Талқылаулар мен алынған нәтижелері

Аумақтың туристік-рекреациялық әлеуетін бағалау туристік-рекреациялық жүйелерді жобалауды, орналастыруды және дамытуды оңтайландырудың, жекелеген ресурстардың құндылығы мен олардың үйлесімі негізінде олардың негізгі функцияларын айқындаудың, туризм мен рекреацияның орнықты дамуының маңызды негізі болып табылады.

Туризм саласын дамытудың маңызды алғышарттары мен тамаша мүмкіндігі оның рекреациялық әлеуеті болып табылады.

Бірақ, сарапшылардың пікірінше, басты назар аударарлық жер – ландшафттың эстетикалық қасиеттері. Оның сұлулығы, бірегейлігі адамдардың сезімдері мен эмоцияларын қозғауға қабілетті және бұл жиі шешуші рөл атқарады (Blanke, 2013: 147). Шығыс Қазақстан облысының табиғи ескерткіштерінің аттрактивтілігі аса маңызды. Бірегей табиғи кешендер Катон-Қарағай, Зырян, Құршым, Тарбағатай, Көкпекті және Үржар аудандарында бар. Бұл келу, ішкі, этнографиялық және экологиялық туризмді дамытуға қолайлы жағдай жасайды (Егорина, 2012: 181).

Туристік-рекреациялық әлеует	
Туристік-рекреациялық ресурстар	Туристік-рекреациялық әлеуетті іске асыру шарттары
Табиғи туристік-рекреациялық ресурстар	Қоғамдық-географиялық жағдай: рекреациялық-географиялық орналасуы; туристік-рекреациялық қызметтерді тұтынушыларға аумақтың қолжетімділігі; аумақтың әлеуметтік-экономикалық дамуының жалпы деңгейі; әлеуметтік инфрақұрылымды қоса алғанда, жалпы шаруашылық инфрақұрылымның болуы; аумақтың шаруашылық кешеніндегі туристік-рекреациялық кешеннің орны; қонақжайлылық атмосферасы.
Мәдени-тарихи туристік-рекреациялық ресурстар	Геосаяси жағдай: аумақтың қауіпсіздігі және шекаралық даулы аймақтардың болмауы; экономикалық және саяси тұрақтылық; төмен қылмыстылық.
Әлеуметтік-экономикалық туристік-рекреациялық ресурстар	Ұйымдастыру-құқықтық жағдайлар: туристік саланы дамытуды мемлекеттік реттеу және ынталандыру; туристік-рекреациялық қызметті айқындайтын заңнамалық актілердің өңірлік және федералдық деңгейлерде әзірленуі және ұштасуы; аумақтың инвестициялық және кәсіпкерлік тартымдылығы; туристік-рекреациялық қызметті ынталандырудың экономикалық тетіктері; туристік формальдылықтарды оңайлату (паспорттық-визалық режим, кедендік заңнама және т. б.); әр түрлі табиғат пайдаланушылардың мүдделерінің қақтығысы кезінде даулы жағдайларды реттеу.
Ақпараттық әлеуметтік-экономикалық туристік-рекреациялық ресурстар	Экологиялық жағдайлар аумағындағы экологиялық жағдай; ерекше қорғалатын табиғи аумақтың болуы.

1-сурет – Аумақтың туристік-рекреациялық әлеуеті (Социально-экономический паспорт Восточно-Казахстанской области за 2018 год)

Табиғи ресурстық әлеуетті рекреациялық бағалау кезінде келесі міндетті қадамдарды атап өту керек:

- бағалау объектісін таңдау – табиғи кешендер, олардың компоненттері және қасиеттері;
- бағалау жүргізілетін позициядан субъектіні бөлу;
- зерттеудің ауқымы мен мақсаты бойынша және субъектінің қасиеттері бойынша анықталған бағалау критерийлерін қалыптастыру;
- бағалау шкалаларының параметрлерін әзірлеу.

Субъектінің позицияларына сәйкес рекреациялық географияда табиғи ресурстарды бағалаудың үш негізгі түрі қалыптасты: медико-биологиялық, психологиялық-эстетикалық, технологиялық.

Шығыс Қазақстан облысының табиғи алғышарттарын (топография, климат, су ресурстары, флора мен фауна) қарастыру кезінде және табиғи ландшафтының туристік тартымдылығын анықтау кезінде М. Милеска ұсынған сипаттама әдісі мен бағалау әдісі қолданылды, ол табиғи ландшафтардың түрлерін рекреация және туризм үшін тартымдылық дәрежесі бойынша жіктеді (Милеская, 2017: 230).

Осы әдістеме бойынша облыстың 15 әкімшілік ауданы бойынша табиғи ландшафттардың типтерін жіктеу жүргізілді. Ландшафт типтерін жіктеу нәтижесі – жер бедері, су, орман және қосымша тартымды табиғат объектілері бағаланған баллдардың сомасы болып табылады. 1-ден 4-ке дейін құндылық шкаласын қабылдай отырып, туристік аттрактивтілік дәрежесі әртүрлі төрт ауданға бөлінді. Табиғат жағдайлары мен ресурстарын бағалаудың қолданылатын жүйесі әртүрлі аумақтарды салыстыруға және туризмнің бұқаралық түрлерін дамыту үшін географиялық ортаның мүмкіндіктерін анықтауға мүмкіндік берді (Каткова, 2012: 22):

1 өте қолайлы – 4 балл (Катон-Қарағай ауданы);

2 қолайлы – 3 балл (Зырян, Көкпекті, Күршім, Тарбағатай аудандары);

3 қолайсыз – 2 балл (Абай, Аягөз, Бесқарағай, Бородулиха, Глубоковский, Жарма, Зайсан, Ұлан, Үржар, Шемонаиха аудандары);

4 жағымсыз – 1 балл (-).

Ландшафт типтерін жіктеу нәтижесі ретінде

ландшафт типтерін, табиғат ескерткіштерін, қорықтар, қорықшалар, ұлттық парктер, минералды сулар қоймаларының және туристік тартымдылыққа ие басқа да табиғи объектілерді бағалау үшін пайдаланылған баллдардың жиынтығы болды (Antouskova, 2011: 125).

«Шығыс Қазақстан облысының аумағын табиғи ландшафтардың аттрактивтілік дәрежесі бойынша аудандастыру» жасалған картасы (2-сурет) облыстың табиғи рекреациялық ресурстардың шоғырлану аймағы туралы біршама айқын ақпарат береді. Оны құрастыру үшін Шығыс Қазақстан облысының ландшафтық картасының материалдары және Қазақстан Республикасының табиғи-қорық қорының, сонымен қатар басқа да картографиялық материалдар қолданылды (Чупахин, 1979: 245).

Физикалық-географиялық көзқарас Шығыс Қазақстан ландшафттарының рекреациялық сапасы және демалыс пен туризмнің әр түрлі түрлерін ұйымдастыру мүмкіндіктері бойынша келесі негізгі топтарын бөліп көрсетуге мүмкіндік берді. Негізге ландшафты аудандастыру алынды:

Ұзақ және барлық қысқа мерзімді демалыстардың барлық түрлері үшін өте қолайлы жағдайлар (3 балл). Талдау көрсеткендей, Қазақстандағы Алтай және Саурдың қараңғы қылқан жапырақты тайга мен қарағайлы ормандарының төменгі қылқан жапырақты ландшафтары, Мармар тауы, Азутау жотасы, Марқакөл ойпаты және т.б. туризмнің жазғы және қысқы түрлерін ұйымдастыру үшін қолайлы.

Қысқа мерзімді жеке және жаппай демалудың барлық түрлері үшін қолайлы жағдайлары бар ландшафттар (2 балл). Оларға төменгі таулы және ұсақ таулы дала ландшафттары жатады (Шарыгин, 2015: 108).

Демалуға қолайсыз жағдайлары бар пейзаждар (1 балл) орманды-дала, құрғақ далалы, құрғақ далалы жазықтық, жартылай шөлейтті, ұсақ шөлейтті және жартылай шөлейтті жазықтық ландшафттарды құрайды. Оған бірқатар аудандарды жатқызуға болады: Зайсан шөлдері. Олар нашар бөлінген рельефті, орманды өсімдіктердің болмауы, табиғи және жасанды су қоймаларының аздығымен ерекшеленеді (Физические карты Восточно-Казахстанской области, 2020).



2-сурет – «Шығыс Қазақстан облысының аумағын табиғи ландшафттардың аттрактивтілік дәрежесі бойынша аудандастыру» [автормен құрастырылған]

Шығыс Қазақстан облысының табиғи-рекреациялық әлеуетінің негізгі құрамдас бөліктері курорттық емдеу үшін қолайлы климаттық жағдайлар және рельефтің, көлдердің, қарағай-қайың және қарағай ормандарының көркем үйлесімі, туристік-рекреациялық қызметтің кез келген түрі үшін олардың маусымдық жайлылығы болып табылады (Каримова, 2020: 2). Бұл сулардың бальнеологиялық құндылығы кардиологиялық бағыттағы сауықтыру орталығын салуға негіз береді (Туризм Восточного Казахстана за 2018 год, 2019). Бұл аудандар туристік қатынаста біркелкі емес игерілген, қолайлы табиғи рекреациялық ресурстар тұрақты емес пайдаланылады. Облыстың орталық бөлігінде Көкпекті ауданының бай орман-дала мен көлдері орналасқан. Аумақтың аз танымалдығы мұнда туризм іс жүзінде дамымайтынын айтады. Жарма және Абай аудандарының оңтайлы көліктік-географиялық жағдайы мен әлеуметтік-экономикалық дамуын ескере отырып, аталған аудандар республикалық деңгейдегі аумақтық рекреациялық жүйені қалыптастыру үшін елеулі туристік әлеуетке ие.

Аумақтың рекреациялық әлеуетін қазіргі және болашақта туризмді дамытудың объективті және субъективті алғышарттарының

кешені ретінде қарастырған жөн. Аумақтың туристік-рекреациялық әлеуетін бағалау туристік-рекреациялық жүйелерді жобалауды, орналастыруды және дамытуды оңтайландырудың, жекелеген ресурстардың құндылығы мен олардың үйлесімі негізінде олардың негізгі функцияларын айқындаудың, туризм мен рекреацияның орнықты дамуының маңызды негізі болып табылады.

Шығыс Қазақстанның табиғи алғышарттарын бағалау және табиғи ландшафттардың аттрактивтілік дәрежесі бойынша аудандастыру бірқатар қорытындылар жасауға мүмкіндік берді.

Ең тартымды рекреациялық ресурстар Катонқарағай, Зырян, Күршім, Тарбағатай, Көкпекті аудандарында шоғырланған. Төмен-орташа таулы орман ландшафттары қолайлы климаттық және орографиялық жағдайлар салдарынан рекреациялық тұрғыдан игерілген. «Катон-Қарағай» ұлттық паркінің қызметін ұйымдастыру, Рахман қайнары, Құршым ауданы, Риддер және Өскемен қалалары, Алакөл және Зайсан көлдері, сондай-ақ Бұқтырма өзенінің жағалауы оларды республикалық дәрежедегі аумақтық рекреациялық жүйелердің барлық талаптарына жауап беретін демалыс және туризм аймақтарына айналдырды.

Катонқарағай ауданы және Күршім ауданды (геолого-палеотологиялық және геоморфологиялық ескерткіштер «Қиын Керіш», «Алаулы адырлар» геологиялық және палеоботаникалық табиғат ескерткіші «Ашутас») туризм, ғылым және табиғаттанудың мамандандырылған орталығы ретінде ұсынылады. Ғылыми-зерттеу жұмыстарын ұйымдастыру үшін қолайлы жағдай жасайды, тұрақты туризмнің бірегей объектілерінің бірі.

Тарбағатай ауданы рекреациялық жұмыстардың барынша көп санын ұйымдастыруға мүмкіндік беретін табиғи ресурстардың қолайлы жиынтығымен сипатталады. Белуха тауы туристердің қызығушылығын арттырады.

Курорттық емдік ұйымдастыру үшін жергілікті маңызы бар база Рахман (пантатерапия), Алакөл (балшықпен емдеу), Зайсан, Язев көлдері болуы мүмкін. Туристік қызметті тиісті ұйымдастыру, инфрақұрылымды дамыту, жаңа жолдар салу және ескі жолдарды қайта жаңарту кезінде келешекте облыстың сипатталған аудандарында халықаралық туризмді ұйымдастыру және халықаралық дәрежені қалыптастыру мүмкін.

Орман алқаптары, әртүрлі рельеф, бай өсімдіктер мен жануарлар әлемі, көлдер молдығы, шипалы климат, радонды көздер, пейзаждар сұлулығы осы ландшафттық аймақтарды басқалардан ерекшелендіреді.

Туризмнің жекелеген түрлерін дамыту үшін Шығыс Қазақстан облысының аумағы перспективалы. Төмен деңгейлі және төменгі ландшафттар, қарағай мен қайың ормандарының, су қоймаларының, бірегей табиғат ескерткіштерінің, бальнеологиялық маңызы бар минералды сулардың, балшықтардың, өнеркәсіптік орталықтарға жақын орналасуы аймақтық және жергілікті деңгейдегі демалыс аймақтары мен туризмін ұйымдастыруға ықпал етеді. Қарастырылып отырған аудандар жалпы сауықтыру ретінде ұсынылады, өйткені минералды бұлақтардың, балшық көлдерінің болуы мұнда жаңа медициналық орталықтар салуға мүмкіндігін береді. Дамудың ең перспективалы аймағы – Шығыс Қазақстан облысының оңтүстігіндегі Қабанбай, Үржар аудандары, бұл сужана сауықтыру орындарын салуға мүмкіндік береді.

Аягөз ауданының және Глубокое ауданының аумағы бұқаралық туризм үшін ең тартымды болып табылады. Орман-дала жазық және құрғақ дала ұсақ шопан ландшафттары жайлы демалыс үшін аз жағдай жасайды. Алайда туристердің

экзотикаға, экстремалды жағдайлардағы оқиғаларға деген қызығушылығы осы ландшафттық аймақтардың тартымдылығын арттырады, ал шетелдік туристердің дала сафариіне деген қызығушылығын және олардың жеткілікті шаруашылық игерілуін есепке алғанда, шытырман және экзотикалық туризмді ұйымдастыру мүмкін. Сондай-ақ мұндай аумақтарды игеруге үлкен шығындарды талап етпейтін өздігінен демалуға ұсыну орынды.

Танымдық және спорттық туризмнің дамуын жоспарлауға мүмкіндік беретін әртүрлі ландшафттық ерекшеліктері бар аудандарға Қазақ ұсақ шоқысы адырының жекелеген бөліктерін жатқызуға болады; туризмді көпбейінді дамыту аймақтарына – үлкен өзендердің (Ертіс, Бұқтырма) алқаптары және облыс халқын қоныстандырудың ірі топтық жүйелері тартылатын олармен шектес аумақтарды жатқызуға болады.

Қорытынды

Жалпы мақаланы қорытындылай келе туристік-рекреациялық салада туындайтын терминологиялық анықтамалар бойынша түрлі ғалымдардың көзқарасы қарастырылды. Нәтижесінде туристік-рекреациялық әлеует туралы ғылыми ұсыныстардың бірнеше негізгі анықтамалары қаралды. Сонымен, туристік-рекреациялық әлеует қазіргі және болашақта аумақтық-рекреациялық жүйелерде рекреация мен туризмді дамытудың объективті және субъективті алғышарттарының кешені ретінде анықталды.

Сонымен қатар, мақалаға қойылған негізгі міндеттің бірі – табиғи ландшафттардың аттрактивтілік дәрежесі бойынша Шығыс Қазақстан облысының аумағын аудандастыру картасын құрастыру болатын. Бұл міндетке жету үшін жұмыс барысында М. Милеска ұсынған сипаттама әдісі мен бағаны белгілеу әдісі тандалып алынып, оны табиғи ландшафттардың түрлерін рекреациялық және туризм үшін тартымдылығына қарай жіктеді. Осы әдіс бойынша Шығыс Қазақстан облысын аудандастыру мүмкіндігі жүзеге асты.

Табиғи туристік-рекреациялық ресурстарды бағалау бойынша Шығыс Қазақстан облысының аумағы үшін ұсынылатын туризмнің перспективалық түрлері:

1 Олимпиадалық базаның жоспарланып отырған объектілерінің құрылысына байланысты спорттық-ойын-сауық және фестиваль туризмінің болашағы артуда.

2 Демалудың белсенді түрлерін: жаяу және тау туризмін жаңғырту үшін барлық қажетті табиғи және инфрақұрылымдық жағдайлар бар. Тау туризмін дамытудың шексіз ресурстары.

3 Экотуризм мен агротуризмді дамытудың шексіз мүмкіндіктері.

Жоғарыда көрсетілген мәліметтерді назарға ала отырып, туризмді дамыту үшін табиғи, антропогендік рекреациялық ресурстарды үйлестіру қажеттігі аңғарылады. Шығыс Қазақстан облысында табиғи көрікті жерлерден басқа дүниежүзілік маңызы бар Ұлы Жібек Жолында орналасқан тарихи-мәдени ескерткіштерге де бай орталық ретінде мұнда туризмді дамытуға әбден болады. Сонымен қатар, Ұлы Жібек жолында транзиттік турларды ұйымдастыру аса өзекті болып табылып отыр,

өйткені бұл Қазақстанға Жапония, Малайзия, ҚХР, Корея сияқты елдердің, сондай-ақ еуропалық мемлекеттердің қызығушылық аймағына кіруге мүмкіндік береді.

Облыстың қазіргі туристік әлеуетіне бірегейлікті беру ең алдымен экологиялық, мәдени-танымдық, жағажай, тау шаңғысы және іскерлік туризмді дамытуға арналған, бұл ұзақ мерзімді перспективада қазақстандық және халықаралық нарықтарда бәсекеге қабілетті кешенді туристік өнімді қамтамасыз етеді. Мұндай өнімді құру негізінде қолайлы климаттық жағдайлар, су ресурстарының, бальнеологиялық ресурстардың болуы, бай ландшафтық-рекреациялық әлеует, сондай-ақ өзіндік тарихи-мәдени мұра, халықаралық маңызы бар бірегей мұражай кешендерінің болуы жатыр.

Әдебиеттер

- Antouskova M. (2011) Use of GIS to study tourism burden – case study of protected landscape area Kokorinsko / M. Antouskova, J. Mikulec. – Actaacademica Karviniensia, – P.125-130.
- Ashouri P. (2019) Potential Assessment of Nature-Based Tourism Destinations Using MCA Techniques (Case Study: Lavasan-e Koochak) / P. Ashouri, Sh. Fariyadi // Journal of Environmental Studies. – Vol. 36. – No. 55. – P. 1-5.
- Blanke J. (2013) The travel & tourism competitiveness report / J. Blanke, T. Chiesa. – World Economic Forum, – P. 147-159.
- Krippendorf J. (1980) Marketing im Fremdenverkehr / J. Krippendorf. – Auflage, Bern; Frankfurt am Main; Las Vegas, – 147 p.
- Ribeiro J.C. (2012) The tourist potential of the Minho-Lima region (Portugal). Visions for global tourism industry / J.C. Ribeiro, L.C. Vareiro // Creating and Sustaining Competitive Strategies. – P. 105-125.
- Богданов Е.И. (2007) Планирование на предприятии туризма: учеб. пособие для вузов / О.Н. Кострюкова, В.П. Орловская, П.М. Фенин, Д.С. Ушаков. – СПб.: Изд. дом Бизнес-пресса 2, – 288 с.
- Бурменко Т. Д. Сфера услуг: экономика: учеб. пособие / Т.Д. Бурменко, Н.Н. Даниленко, Т.А. Туренко. – М.: КНОРУС, – 328 с.
- Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Восточно-Казахстанской области. География растительного покрова. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.e-priroda.gov.kz/index.php/ru/prirodnye-usloviya-i-resursy-vko/vostochno-kazakhstanskaya-oblast/geografiya-rastitelnogo-pokrova>. Дата обращения: 12.09.2019 г.
- Гуляев В. Г. (1996) Организация туристской деятельности / В.Г. Гуляев. – М.: Нолидж, – 320с.
- Дроздов А.В. (2006) Рекреационная география: идей, методы, практика / А.В. Дроздов. – Тверь, – С. 126.
- Егорина А.В. (2012) Физическая география Восточного Казахстана / А. В. Егорина. – Усть-Каменогорск, – 181 с.
- Кавалаяускас П.С. (2019) Проблемы территориальной организации рекреационной деятельности / П.С. Кавалаяускас. – М.: ЮРАЙТ, – 120 с.
- Каримова М. Туристические кластеры Казахстана: будущее отечественного туризма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://365info.kz/2017/08/turisticheskie-klastery-kazahstana-budushhee-otechestv-ennogo-turizma/>. Дата обращения: 11.07.2017.
- Каткова Е.Г., Оборин М.С., Климова О.В. (2012) Природные ресурсы и их роль в рекреационном развитии региона, // Науки о земле. – С. 22-27.
- Кружалин В.И. (2014) География туризма / Н.С. Мироненко, Н.В. Зигерн-Корн, Н.В. Шабалина – М.: Федеральное агентство по туризму, – 336 с.
- Кусков А.С. (2010) Рекреационная география / А.С. Кусков, А.С. Нехаева. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, – 80 с.
- Кусков А.С. (2004) Экотуристский потенциал особо охраняемых природных территорий и проблема его использования / А.С. Кусков, Е.И. Арсеньева // Современный город: социокультурные и экономические перспективы: межвуз. сб. науч. ст. по итогам Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов, – С. 257-260.
- Лысенко Н.Н. (2009) Совершенствование оценки потенциала туристского комплекса: на примере Сахалинской области: дис... канд. экон. наук: 08.00.05 / Н.Н. Лысенко. – Хабаровск, – 174 с.
- Маркакольский заповедник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Маркакольский_заповедник Дата обращения: 12.10.2019.
- Милеская М. И. (2017) Классификация туристских местностей. – М.: Земля, – Т.3. – 230 с.
- Прудский В.Т. (2005) Туристский потенциал регионов РФ: понятие, структура, оценка / В.Т. Прудский, Л.Г. Бурилова, О.П. Голиков. – Пермь, – С. 6.

Сазыкин А.М. (2002) Полевые заметки географа о проблемах терминологии в рекреационной географии и туризме // Туризм на Дальнем Востоке: бизнес, инвестиционные стратегии, образование и экология: мат. регион. науч.-практ. конф. Дальтур-2001. – Владивосток: ДвГУ, – С. 306-310.

Сафарян А.А. (2015) Подходы к оценке туристского потенциала территории / А.А. Сафарян // Географический вестник. – М. – № 1(32). – С. 89-102.

Севастьянова С.А. (2007) Региональное планирование развития туризма и гостиничного хозяйства: учеб. пособие / С.А. Севастьянова. – М.: КНОРУС. – 256 с.

Официальный интернет-ресурс Аким Восточно-Казахстанской области. Социально-экономический паспорт Восточно-Казахстанской области за 2018 год [Электронный ресурс]. – Усть-Каменогорск, 2018. – Режим доступа: <http://www.akimvko.gov.kz/ru/region/>. Дата обращения: 11.07.2019.

Туризм Восточного Казахстана за 2018 год. Статистический сборник. – Усть-Каменогорск. – 430 с.

Физические карты Восточно-Казахстанской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.google.kz/search?q=физическая+карта+вко&rlz=1C1GGRV_enKZ751_KZ_751&tbm=isch&source=iu&ictx=/. Дата обращения: 13.09.2019.

Чупахин В.М. (1979) Ландшафтная карта Казахской ССР м-ба 1:2 500 000 / В. М. Чупахин, Г. В. Гельдыева, Л. К. Веселова / под ред. Н. А. Гвоздецкого. – М.: ГУГК. – 245 с.

Шарыгин М.Д. (2015) Природно-ресурсный потенциал и его оценка / М. Д. Шарыгин // Эколого-экономические районы. – Пермь. – С. 108-118.

References

Antouskova M. (2011) Use of GIS to study tourism burden – case study of protected landscape area Kokorinsko / M. Antouskova, J. Mikulec. – Acta academica Karviniensia, – P.125-130.

Ashouri P. (2019) Potential Assessment of Nature-Based Tourism Destinations Using MCA Techniques (Case Study: Lavasan-e Koochak) / P. Ashouri, Sh. Fariyadi // Journal of Environmental Studies, – Vol. 36. – No. 55. – P. 1-5.

Blanke J. (2013) The travel & tourism competitiveness report / J. Blanke, T. Chiesa. – World Economic Forum, – P. 147-159.

Krippendorf J. (1980) Marketing im Fremdenverkehr / J. Krippendorf. – Auflage, Bern; Frankfurt am Main; Las Vegas, – 147 p.

Ribeiro J.C. (2012) The tourist potential of the Minho-Lima region (Portugal). Visions for global tourism industry / J.C. Ribeiro, L.C. Vareiro // Creating and Sustaining Competitive Strategies, – P. 105-125.

Bogdanov Ye.I. (2003) Planirovaniye na predpriyatii turizma: ucheb. posobiye dlya vuzov / O.N. Kostyukova, V.P. Orlovskaya, P.M. Fenii, D.S. Ushakov. – SPb.: Izd. dom Biznes-pressa 2, – 288 s.

Burmenko T.D. (2007) Sfera uslug: ekonomika: ucheb. posobiye / T.D. Burmenko, N.N. Danilenko, T.A. Turenko. – М.: КНОРУС, – 328 s.

Upravleniye prirodnkh resursov i regulirovaniya prirodopol'zovaniya Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti. Geografiya rastitel'nogo pokrova. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.e-priroda.gov.kz/index.php/ru/prirodnye-usloviya-i-resursy-vko/vostochno-kazakhstanskaya-oblast/geografiya-rastitelnogo-pokrova>. Data obrashcheniya: 12.09.2019 g.

Gulyayev V.G. (1996) Organizatsiya turistskoy deyatel'nosti / V.G. Gulyayev. – М.: Nolidzh, – 320 s.

Drozdov A.V. (2006) Rekreatsiy naya geografiya: idey, metody, praktika / A.V. Drozdov. – Tver', – S. 126.

Yegorina A.V. (2012) Fizicheskaya geografiya Vostochnogo Kazakhstana / A. V. Yegorina. – Ust'-Kamenogorsk, – 181 s.

Kavalyauskasu P.S. (2019) Problemy territorial'noy organizatsii rekreatsiy noy deyatel'nosti / P.S. Kavalyauskasu. – М.: YURAYT, – 120 s.

Karimova M. Turisticheskiye klastery Kazakhstana: budushcheye otechestvennogo turizma [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://365info.kz/2017/08/turisticheskiye-klastery-kazakhstana-budushcheye-otchestvennogo-turizma/>. Data obrashcheniya: 11.07.2017.

Katkova Ye.G., Oborin M.S., Klimova O.V. (2012) Prirodnyye resursy i ikh rol' v rekreatsiy nom razvitiy regiona, // Nauki o zemle. – S. 22-27.

Kruzhalin V.I. (2014) Geografiya turizma / N.S. Mironenko, N.V. Zigern-Korn, N.V. Shabalina – М.: Federal'noye agentstvo po turizmu, – 336 s.

Kuskov A.S. (2010) Rekreatsiy naya geografiya / A.S. Kuskov, A.S. Nekhayeva. – Saransk: Izd-vo Mordovskogo un-ta, – 80 s.

Kuskov A.S. (2004) Ekoturistskiy potentsial osobo okhranyayemykh prirodnkh territoriy i problema yego ispol'zovaniya / A.S. Kuskov, Ye.I. Arsen'yeva // Sovremennyy gorod: sotsiokul'turnyye i ekonomicheskiye perspektivy: mezhvuz. sb. nauch. st. po itogam Vseros. nauch.-prakt. konf. – Saratov, – S. 257-260.

Lysenko N.N. (2009) Sovershenstvovaniye otsenki potentsiala turistskogo kompleksa: na primere Sakhalinskoy oblasti: dis... kand. ekon. nauk: 08.00.05 / N.N. Lysenko. – Khabarovsk, – 174 s.

Markakol'skiy zapovednik [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://ru.wikipedia.org/wiki/Markakol'skiy_zapovednik. Data obrashcheniya: 12.10.2019.

Mileskaya M.I. (2005) Klassifikatsiya turistskikh mestnostey. – М.: Zemlya, 2017. – T.3. – 230 s.

Prudskiy V.T. Turistskiy potentsial regionov RF: ponyatiye, struktura, otsenka / V.T. Prudskiy, L.G. Burylova, O.P. Golikov. – Perm', – S. 6.

Sazykin A.M. (2002) Polemicheskiye zametki geografa o problemakh terminologii v rekreatsiy noy geografiy i turizme // Turizm na Dal'nem Vostoke: biznes, investitsionnyye strategii, obrazovaniye i ekologiya: mat. region. nauch.-prakt. konf. Dal'tur-2001. – Vladivostok: DvGU, – S. 306-310.

Safaryan A.A. (2015) Podkhody k otsenke turistskogo potentsiala territorii / A.A. Safaryan // Geograficheskiy vestnik. – M., – № 1(32). – S. 89-102.

Sevast'yanova S.A. (2007) Regional'noye planirovaniye razvitiya turizma i gostinichnogo khozyaystva: ucheb. posobiye / S.A. Sevast'yanova. – M.: KNORUS, – 256 s.

Ofitsial'nyy internet-resurs Akima Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti. Sotsial'no-ekonomicheskiy pasport Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti za 2018 god [Elektronnyy resurs]. – Ust'-Kamenogorsk, 2018. – Rezhim dostupa: <http://www.akimvko.gov.kz/ru/region/>. Data obrashcheniya: 11.07.2019.

Turizm Vostochnogo Kazakhstana za 2018 god. Statisticheskiy sbornik. – Ust'-Kamenogorsk. – 430 s.

Fizicheskiye karty Vostochno-Kazakhstanskoy oblasti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.google.kz/search?q=fizicheskaya+karta+vko&rlz=1C1GGRV_enKZ751_KZ_751&tbm=isch&source=iu&ictx=/. Data obrashcheniya: 13.09.2020.

Chupakhin V.M. (1979) Landshaftnaya karta Kazakhskoy SSR m-ba 1:2 500 000 / V. M. Chupakhin, G. V. Gel'dyeva, L. K. Veselova / pod red. N. A. Gvozdet'skogo. – M.: GUGK, 1979. – 245 s.

Sharygin M.D. (2015) Prirodno-resursnyy potentsial i yego otsenka / M. D. Sharygin // Ekologo-ekonomicheskiye rayony. – Perm', – S. 108-118.

МАЗМҰНЫ • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

1-бөлім Физикалық, экономикалық және әлеуметтік география	Section 1 Physical, economic and social geography	Раздел 1 Физическая, экономическая и социальная география
Увалиев Т.О., Увалиев М.Т., Мирзаев Э.А. Краткий историко-географический обзор административно-территориального устройства Казахстана в XX веке..... 4		
2-бөлім Картография және геоинформатика	Section 2 Cartography and geoinformatics	Раздел 2 Картография және геоинформатика
Толенбаева А.К., Тұмажанова С.О., Р.К. Карагулова, Танбаева А.А., Искалиева Г.М. Жерді қашықтықтан зондау негізіндегі ғаламдық деректер базасы: Ертіс өзені жайылмасының мысалында 16		
3-бөлім Метеорология және гидрология	Section 3 Meteorology and hydrology	Раздел 3 Метеорология и гидрология
Мусина А.К., Шайбек А.Д. Жанабаева Ж.А., Раймбекова Ж.Т. Шу-Талас алабы өзендерінің ағындысына ірі су қоймалардың әсерін бағалау..... 28		
Наурызбаева Ж.К. Макроциркуляционные процессы и их влияние на изменения ледовых явлений Каспийского моря..... 41		
Бурлибаева Д.М., Бурлибаев М.Ж., Рыскельдиева А.М., Кайдарова Р.К., Опп К., Амиргалиев Н.А. Динамика изменения концентраций загрязняющих веществ группы тяжелых металлов в поверхностных водах трансграничной реки Ертис на территории Республики Казахстан 54		
Ayzel G.V., Izhitskiy A.C., Kurbaniyazov A.K., Zhanabayeva Zh.A. Evaluation of dynamic change of water level of the small aral sea based on data of open sources 69		
4-бөлім Рекреациялық география және туризм	Section 4 Recreation geography and tourism	Раздел 4 Рекреационная география и туризм
Ақтымбаева А.С., Бекен А.Н., Кошкимбаева У.Т., Сапиева А.Ж. Туристік-рекреациялық ресурстар туристік-рекреациялық әлеуеттің негізі ретінде: Шығыс Қазақстан облысы мысалында 80		