

УДК 556.535

Канд. геогр. наук

Канд. техн. наук

PhD

Н.И. Ивкина<sup>1</sup>А.Г. Терехов<sup>1,2</sup>А.Ф. Елтай<sup>1,3</sup>А.В. Галаева<sup>1</sup>

### ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕКИ ЭМБА (ВОСТОЧНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ)

**Ключевые слова:** река Эмба, гидрология реки со снеговым питанием, бассейн реки, дистанционное зондирование, высота снега

*Обобщена имеющаяся информация с гидропостов РГП «Казгидромет» по параметрам водного режима реки Эмба, второй по значимости реки на восточном побережье Каспийского моря, 700-километровое русло которой используется в качестве границы между Европой и Азией. Отмечено, что река имеет снеговое питание, а по условиям водного режима относится к казахстанскому типу. Основной фазой водного режима реки является весеннее половодье, на которое приходится большая часть годового стока, а иногда и весь его объем. Особенностью гидрологии рек казахстанского типа является сложность процессов формирования руслового потока весеннего паводка, на параметры которого оказывают значительное влияние различные погодные факторы. Объем весеннего паводка определяется результатом конкуренции между процессами впитывания в почвенный слой и стоком воды вниз по склону. Количество снега, темпы его таяния, наличие промерзания почвы и прочие факторы приводят к вариативности сезонных объемов речного стока в десятки раз. Имеющиеся временные ряды данных с гидропостов РГП «Казгидромет» фрагментарны и недостаточны для определения статистически значимых оценок норм стока р. Эмба. В работе для иллюстрации вариативности стока реки приведены*

<sup>1</sup> РГП «Казгидромет» НИЦ, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, г. Алматы, Казахстан

<sup>3</sup> КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*гидрографы нескольких контрастных лет (2009, 2014, 2016). 18-летняя динамика изменений запасов снега в бассейне реки в период с 1 января по 30 апреля определены по спутниковым данным. Тренды снежности в зонах формирования стока р. Эмба в период 2001...2018 гг., определенные по данным спутникового продукта "Snow Depth" USGS/EROS FEWS NET, направлены на увеличение сезонного максимума высоты снежного покрова. Анализ огрубленного до "Snow Cover" (присутствует или отсутствует снежный покров) продукта "Snow Depth" показывает некоторое снижение длительности покрытия бассейна снегом. В целом, многолетние изменения режима снежности бассейна р. Эмба направлены на рост водности реки.*

**Введение.** Восточное побережье Северного Каспия отличается малонаселенностью, с одной стороны, и наличием больших запасов углеводородного сырья с другой. Относительно активное освоение этих территорий определяет интерес к описанию их погодных и климатических условий [22]. Гидрология территории изучена очень слабо. Научные публикации с описанием гидрологического режима относятся к доминирующей реке региона – реке Жайык (Урал) [12], длиной 2428 км, с площадью бассейна в 231 тыс. км<sup>2</sup>, среднегодовым расходом воды 400 м<sup>3</sup>/сек, берущей свое начало на склонах хребта Уралтау (Россия) [1, 3, 4, 5, 9, 16, 17]. Современные изменения водности крупной реки Жайык, транзитом проходящей через сухостепные и полупустынные территории Казахстана, в значительной мере зависят от антропогенного водопользования [2, 9].

Другие реки региона несопоставимо менее водоносные, обычно теряются на Прикаспийской низменности не достигая Каспийского моря и их гидрологическое описание в литературе практически отсутствует. Региональная речная сеть восточного побережья Северного Каспия относится к казахстанскому типу [15], т.е. имеет высокое, недлинное половодье и летнюю и зимнюю межень (реки со снеговым питанием). Бассейны рек восточного побережья Северного Каспия полностью лежат в границах климатических зон сухих степей и полупустынь. Подобные малонаселенные территории не имеют развитой системы метеорологического мониторинга и поэтому дистанционное зондирование, является практически единственным источником регулярной информации

об основном водном ресурсе региональных рек – снежном покрове в их бассейнах.

Вторая по значимости река восточного побережья Северного Каспия – река Эмба (Жем) [12]) с длиной 712 км и площадью бассейна в 40,4 тыс. км<sup>2</sup> на протяжении всего своего русла является границей между Европой и Азией [24]. Река по водности значительно уступает реке Жайык (Урал). Целью данной работы являлось описание, на основе имеющейся наземной информации с гидропостов РГП «Казгидромет», гидрологического режима реки Эмба, а также спутниковая диагностика многолетних тенденций изменений запасов снега в зоне формирования речного стока (верхняя часть бассейна).

**Материалы и методы.** Для анализа водного режима реки Эмба использовались данные наземных гидрологических режимных наблюдений на постах с. Аккызтогай, пос. Сага, с. Жагабулак сети РГП «Казгидромет», полученные за период 2003...2016 гг. Данные посты находятся в верхней и нижней частях бассейна р. Эмба и только на этих постах проводятся натурные наблюдения в последнее десятилетие.

Для многих рек Центральной Азии снежность бассейна тесно связана с их стоком [21], что позволяет диагностировать гидрологию рек, опираясь на спутниковые данные [11, 22, 24]. При описании снежного покрова Центральной Азии с помощью спутниковых данных в практических задачах обычно используется продукт “Snow Cover (Snow Extend)”, представляющий собой результат дешифрирования спектральных характеристик подстилающей поверхности в аспекте наличия или отсутствия снежного покрова [21, 22]. Продукты более глубокой обработки, например «Snow Water Equivalent» сложны в расчетах и их точность, часто невелика [13].

Программа USAID финансирует для Центральной Азии разработку и предоставляет открытый доступ к новым продуктам USGS / EROS, в том числе, “Snow Depth”, более детально, чем “Snow Cover”, характеризующим параметры снежного покрова [19, 28]. При необходимости продукт “Snow Depth” может быть огрублен до “Snow Cover”, т.е. факта присутствия или отсутствия снежного покрова, без учета его высоты. Сравнение информативности “Snow Depth” и “Snow Cover”, при решении практических задач также представляет отдельный интерес.

Анализ динамики высоты снежного покрова зоны формирования стока реки Эмба (бассейн реки выше гидропоста пос. Сага) базировался на

продукте USGS \EROS «Snow Depth», который доступен на сайте программы “Famine Early Warning Systems NET” [18, 19, 28]. Продукт имеет пространственное разрешение, примерно 4 x 5 км, суточное обновление и архив, начиная с октября 2000 года. Границы бассейна р. Эмба выше поста Сага строились по данным 3D модели рельефа местности SRTM v.2 [29].

**Территория исследования. Географическое описание бассейна р. Эмба.** Река Эмба берет свое начало на западных склонах Мугоджарских гор, на высоте примерно 350 м над уровнем моря и протекает по территориям Актюбинской и Атырауской областей Казахстана. Длина реки составляет 712 км, площадь водосбора 40400 км<sup>2</sup>. В своей верхней части он представляет собой расчлененное эрозией меловое плато, в нижней – река протекает в Прикаспийской низменности, имеющей едва заметный уклон к Каспийскому морю. На первых 100 км течения река принимает слева пять значительных притоков, все они пресноводные. Крупнейшим притоком является р. Темир, водосбор которой, площадью около 8000 км<sup>2</sup>, расположен на южных склонах, примыкающих к Мугоджарам – возвышенной части Темир-Илекского междуречья. Река Темир отличается сравнительно высокой водоносностью и постоянным стоком слабо минерализованной воды. Ниже по течению река Эмба принимает второй (по величине водосбора), но значительно менее водоносный приток – р. Ат-Жаксы, пересыхающий в межень. Левобережная часть водосбора р. Эмба заканчивается горами Чиркана, ниже которых простираются песчаные массивы и соры (засоленные заболоченные территории), не имеющие постоянного стока в реку. По правобережью, ниже гор Тулагай, соры и бессточные области также подходят вплотную к реке. На этом участке р. Эмба принимает около 10 притоков с площадью бассейна более 300 км<sup>2</sup> и ряд более мелких. Все они после половодья пересыхают и имеют плесы. Водосбор реки Эмба характеризуется наличием бессточных понижений, которые занимают около 8 % площади бассейна. Весной в них скапливаются талые воды, которые в дальнейшем просачиваются в грунт или теряются на испарение. Сток реки в основном формируется в верхней, возвышенной части водосбора. В среднем течении она имеет преимущественно транзитный сток, а в нижнем происходит рассеивание стока [15]. Примерно в 100 км от побережья Каспийского моря от реки отделяются три рукава, соединяющиеся с основным руслом системой мелких озер и соров. Русло здесь теряется, дробясь на рукава, наиболее

крупные из них в многоводные годы дают сток в море в течение 1...2 недель половодья [10].

Реки Казахстанского типа, обычно не формируют меандры. Русла таких рек, на слабо наклоненных равнинах, как правило прямые и идут по линии падения воды. Такой же характер имеет и река Эмба. Прямая форма русла реки Эмба, идущей от верховий гор Мугоджар к Каспийскому морю, используется географами для разделения Европы и Азии [25].

**Морфометрическое описание бассейна р. Эмба.** В верховьях реки Эмба средний уклон составляет  $0,5...0,7 \text{ ‰}$ , в среднем и нижнем течении –  $0,6...0,2 \text{ ‰}$ , значительный уклон, около  $4 \text{ ‰}$ , отмечен на участке ниже р. Темир. Ширина долины  $6...7 \text{ км}$ . После притока р. Ат-Жаксы ширина водосборной зоны уменьшается. В нижнем течении очертания долины теряются. Склоны, особенно правый, крутые. Пойма двухсторонняя, шириной  $2...4 \text{ км}$ , изрезана староречьями, рукавами, протоками, на нижнем участке – озерами. Как видно из рис. 1 русло четко прослеживается до  $80 \text{ км}$  от устья [15].

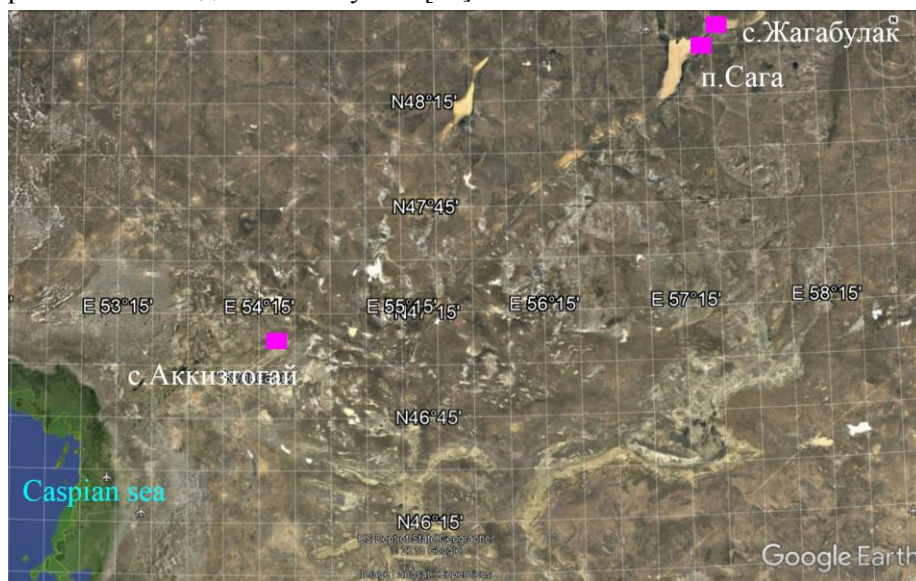


Рис. 1. Гидрологические наблюдательные посты РГП «Казгидромет» в бассейне р. Эмба (спутниковая картосхема системы Google-Earth).

**Климатическое описание бассейна р. Эмба.** Бассейн реки Эмба расположен в климатических зонах сухих степей и полупустынь. Территория бассейна относится к районам недостаточного увлажнения, характеризующимся малым количеством осадков ( $225 \text{ мм}$ ) и большими

величинами испаряемости. Оценки испаряемости в различных полупустынях Центральной Азии разнятся, доходя до 3000 мм в Синьцзян-Уйгурском автономном районе КНР [26]. В связи с этим все региональные реки маловодны.

#### **Гидрометрическая изученность бассейна р. Эмба.**

Гидрометрическая изученность территории очень слабая. Первые стационарные наблюдения были организованы в 1927...1928 гг. в верховьях реки Эмба, ниже впадения р. Темир и на р. Темир у пос. Темир Актюбинской области Казахстана. В 1933 г. был открыт стационарный пост в низовьях реки в урочище Дюсеке (закрыт в 1992 г.) и на основном притоке реки Эмба – р. Темир, который работает по сей день. В 1941 г. был открыт пост у села Жаркамыс, а в 1946 г. у села Родники. В 90-х годах прошлого столетия наблюдения на реке Эмба были почти полностью прекращены и возобновлены только в начале двухтысячных годов. В настоящее время наблюдения проводятся на трех гидрологических постах (рис. 1): р. Эмба – с. Жагабулак (расстояние от устья 553 км, площадь водосбора 7730 км<sup>2</sup>); р. Эмба – пос. Сага (расстояние от устья 534 км, площадь водосбора 16100 км<sup>2</sup>) и р. Эмба – с. Аккизтогай (расстояние от устья 125 км, площадь водосбора 34840 км<sup>2</sup>) [8].

**Результаты.** Колебания годового стока р. Эмба имеют резко выраженный характер, вследствие значительных изменений основных формирующих его факторов. Как видно из рис. 2 и 3, на которых приведены гидрографы стока многоводного 2014 г. и маловодного 2009 г., при высоких половодьях расходы воды значительно превышают расходы в маловодные годы. Величина вариативности сезонного максимума расхода воды в р. Эмба весьма значительна, до 10 и более раз. Наибольший расход зафиксированный на посту с. Жагабулак, за период с 2003...2016 гг. составил 341 м<sup>3</sup>/с, а наименьший в период открытого русла – 0,093 м<sup>3</sup>/с, на посту пос. Сага наибольший расход составил 351 м<sup>3</sup>/с, а наименьший – 0,38 м<sup>3</sup>/с.

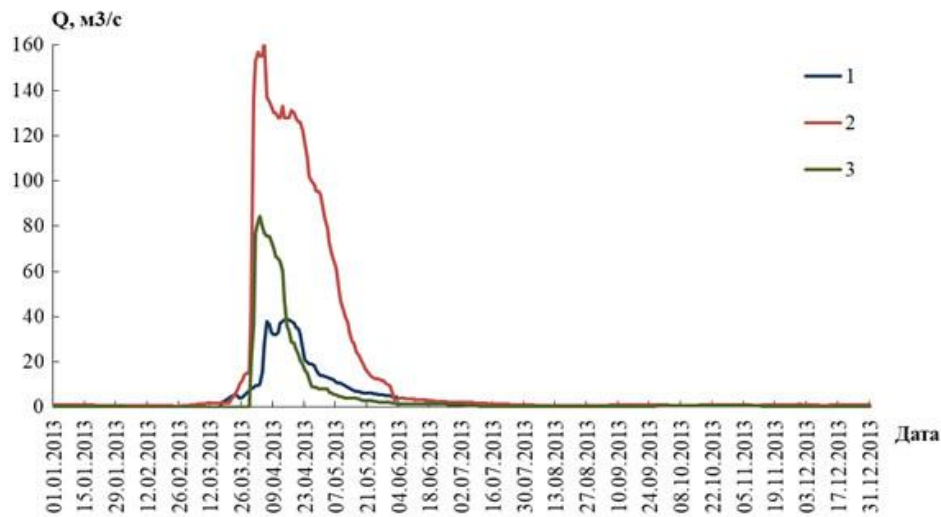


Рис. 2. Гидрограф стока р. Эмба за 2014 г. 1 – пост с. Аккизтогай, 2 – пост пос. Сага, 3 – пост с. Жагабулак [7].

Многолетняя амплитуда колебаний уровня воды в реке Эмба составляет 2,5...3,5 м. Годовая амплитуда изменений уменьшается вниз по течению и составляет 1,0...2,1 м у пос. Аккизтогай (рис. 4).

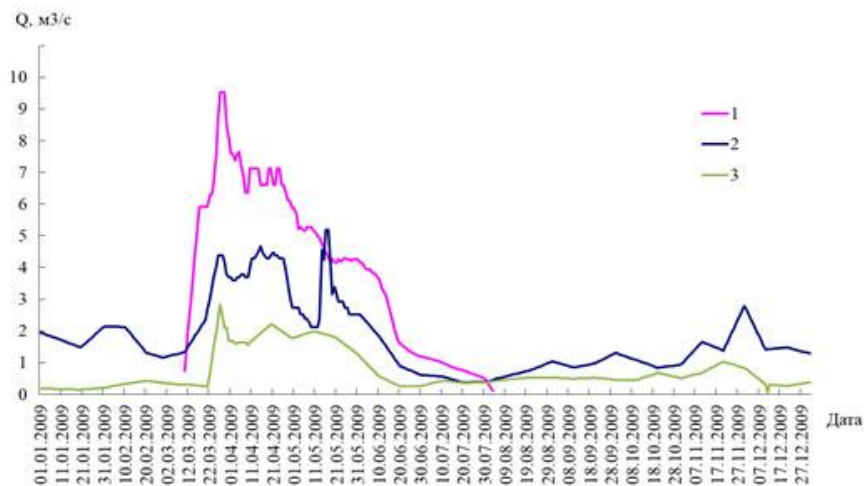


Рис. 3. Гидрограф стока р. Эмба за 2009 г. 1 – пост с. Аккизтогай, 2 – пост пос. Сага, 3 – пост с. Жагабулак [6].

Питание р. Эмба снеговое, поэтому информация о современных тенденциях в изменении водообеспеченности зон формирования стока реки может быть получена по данным спутникового мониторинга над

параметрами снежного покрова [30]. На основе суточных данных спутникового продукта "Snow Depth" USGS/EROS [27] (рис. 5), для 18 сезонов (2001...2018 гг.) были построены кривые изменений высоты снежного покрова в период с 1 января по 30 апреля (рис. 6). На основе этих данных проведена оценка изменений высоты сезонного максимума снежного покрова за последние 18 лет (рис. 7). Огрубление продукта "Snow Depth" до "Snow Cover" (присутствует или отсутствует снежный покров) позволило оценить изменения длительности существования снежного покрова в верхней части бассейна реки в период 2001...2018 гг., (рис. 8).

**Обсуждение. Гидрология р. Эмба.** Особенностью гидрологии рек снегового питания (казахстанский тип) является сложность процессов формирования руслового потока весеннего паводка, на параметры которого оказывают значительное влияние различные погодные факторы. Объём весеннего паводка определяется результатом конкуренции между процессами впитывания в почвенный слой и стоком воды вниз по склону. Количество снега, темпы его таяния, наличие промерзания почвы и прочие факторы приводят к вариативности сезонных объёмов речного стока в десятки раз.

По характеру изменения водности реки в течение года выделяются три сезона: весна (апрель-май), лето-осень (июнь-ноябрь), зима (декабрь-март); последние два сезона вместе представляют собой общий период межени (казахстанский тип рек). Продолжительность меженного периода в среднем составляет 300 дней, причем 170...180 дней приходится на летне-осеннюю межень, а 120...130 дней – на зимнюю.

Основной фазой водного режима реки является весеннее половодье, на которое приходится большая часть годового стока и иногда весь его объём. Весеннее половодье хорошо выражено, проходит одной волной, а в некоторые весны с возвратом холодов во время снеготаяния, несколькими волнами. На форму гидрографа половодья могут оказывать влияние дождевые осадки, выпадающие в период снеготаяния и вскоре после схода снежного покрова. Половодье начинается в первой половине марта и заканчивается в мае и характеризуется максимумом уровней и расходов через 5...10 дней после начала половодья и быстрым спадом в последующие дни. В этот период проходит основной сток р. Эмба (до 90 %). В летне-осенний и зимний сезоны водность реки незначительна, она в это время пересыхает и промерзает. Река Эмба лишь в полноводные



годы достигает Каспийского моря. Наивысшие уровни половодья являются годовыми максимумами и могут достигать отметки более 420 см. Высота половодья над предвесенним уровнем воды в среднем изменяется на 1,5...2,0 м (рис. 4).

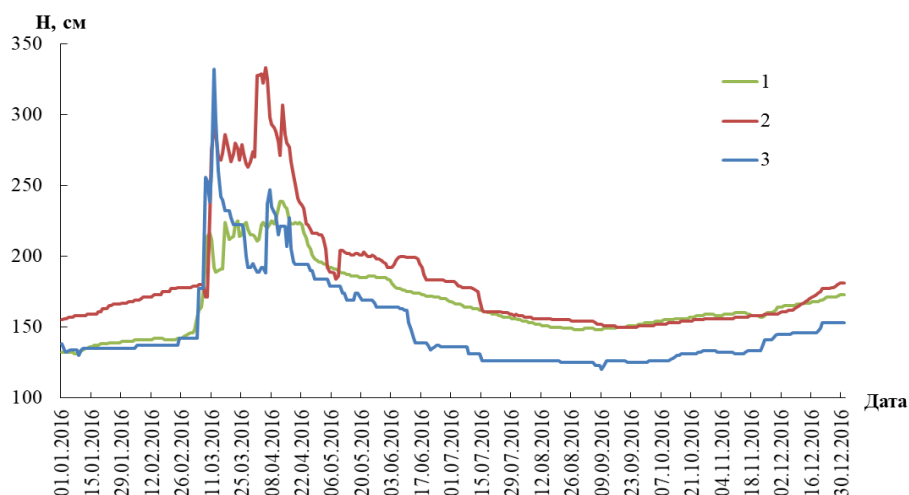


Рис. 4. Гидрограф уровня воды р. Эмба за 2016 г. 1 – пост с. Аккизтогай, 2 – пост пос. Сага, 3 – пост с. Жагабулак [8].

По имеющимся материалам наблюдений сток реки многоводных лет в 10...30 раз больше, чем в маловодные годы. Значения коэффициентов вариации, характеризующие изменчивость стока, по данным имеющихся наблюдений на постах с. Жагабулак и пос. Сага составляют 0,6...0,74.

Длительность рядов гидрологических наблюдений по постам составляет 11...15 лет. Ограниченное число створов, кратковременность и прерывистость наблюдений, слабое освещение годового цикла стока, а также отсутствие или очень малое число измерений расходов на подъеме и пике половодья в течение сезона сильно затрудняет интерполяцию гидрологических характеристик. Для определения нормы стока р. Эмба, согласно существующим стандартам [14], имеющихся рядов гидрологических наблюдений недостаточно.

**Режимы снежности бассейна р. Эмба.** Спутниковая регистрация параметров снежного покрова имеет свои особенности. Ограничения пространственного разрешения спутникового продукта "Snow Depth" USGS / EROS (4 x 5 км) дают более ранние даты полного схода снежного покрова относительно наземных данных. Снеговые поля, с размером

существенно меньше 4 x 5 км (размер пикселя цифровой карты "Snow Depth" USGS / EROS), уже не регистрируются. Это особенно важно для возвышенных мест гор Тулагай. Соответственно возникает временной разрыв между полным освобождением от снега бассейна реки по спутниковым данным и фактически регистрируемыми датами прохождения весенних паводков на посту пос. Сага. Снежный покров в контуре бассейна реки Эмба, выше гидропоста пос. Сага, по данным спутниковых оценок, полностью сходит до 30 апреля (рис.6).

Для контура зоны формирования стока р. Эмба за период 2001...2018 гг. можно выделить несколько характерных моментов, сезонный максимум высоты снежного покрова и число дней с наличием снежного покрова, в период с 1 января по 30 апреля (рис. 7 и 8). Анализ тенденций (линейная аппроксимация) дает следующие скорости изменений основных параметров снежности бассейна р. Эмба выше гидропоста пос. Сага. Регистрируется увеличение сезонного максимума высоты снежного покрова, со скоростью 7,6 см / 10 лет, в относительной шкале 18,0 % / 10 лет. Предполагаемая причина – рост количества твердых осадков [27].

Параметр "Snow Cover" (число дней с наличием снежного покрова), полученный огрублением "Snow Depth", дает уменьшение числа дней с наличием снежного покрова в период с 1 января по 30 апреля, со скоростью 2 дня / 10 лет, в относительной шкале 2,0 % / 10 лет. Вероятная причина – рост приземной температуры воздуха в весенний период [27]. Количественные оценки скорости изменений параметров снежности зоны формирования стока реки Эмба на таких коротких рядах (18 лет) носят неустойчивый характер. Относительно достоверным можно считать только направление многолетних тенденций.

Тенденции в изменении параметров снежности бассейна р. Эмба хорошо соответствуют основным направлениям в изменениях климата Казахстана в целом, как они представлены, в последнем, 7-ом национальном сообщении [27] – рост осадков и приземной температуры воздуха в зимний и весенний периоды. Продукт "Snow Depth" USGS / EROS находится в корреляционной связи с количеством твердых осадков, а "Snow Cover" (число дней с наличием снежного покрова) коррелирован с температурным режимом. Это обстоятельство открывает перспективы улучшения описания гидрологии рек Центральной Азии на

базе спутниковых данных путем использования “Snow Depth” USGS / EROS вместо применяемых сейчас продуктов “Snow Cover”.

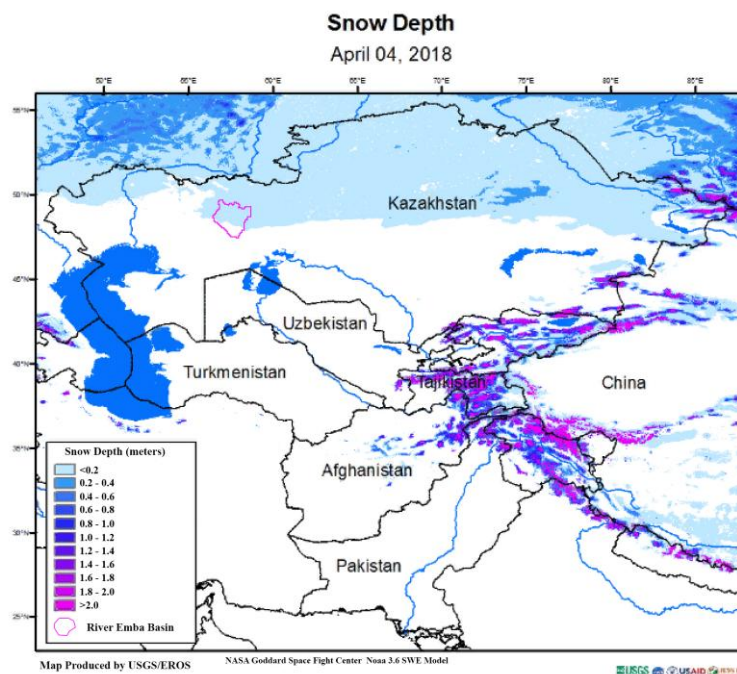


Рис. 5. Пример карты высоты снежного покрова для Центральной Азии («Snow Depth» USGS / EROS FEWS NET) с контуром бассейна р. Эмба (выше пос. Сага).

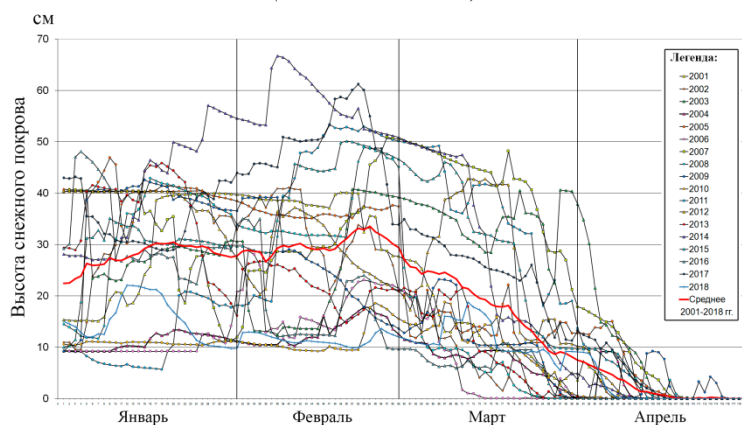


Рис. 6. Кривые изменения снежности (высота снега) в бассейне р. Эмба (выше поста пос. Сага) в период с 01.01 до 30.04 для сезонов 2001...2018 гг. по спутниковым данным («Snow Depth» USGS / EROS FEWS NET).

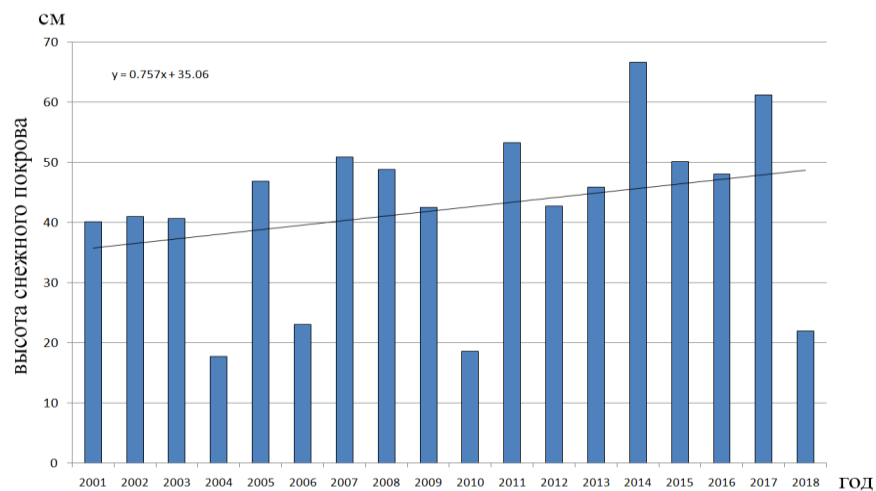


Рис. 7. Сезонные максимумы снежности (высота снега) бассейна р. Эмба (выше поста пос. Сага) для сезонов 2001...2018 гг. по спутниковым данным («Snow Depth» USGS / EROS FEWS NET).

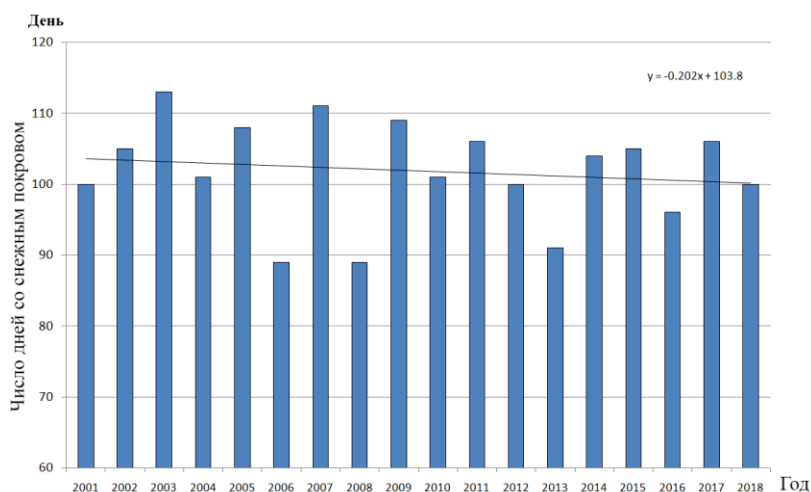


Рис. 8. Число дней с наличием снежного покрова в контуре бассейна р. Эмба (выше поста пос. Сага) для сезонов 2001...2018 гг. Построено по спутниковым данным «Snow Depth» USGS/EROS FEWS NET, период мониторинга с 1 января по 30 апреля.

**Заключение.** Река Эмба является важным географическим объектом. Ее русло прямой формы (без меандров) на всем протяжении (712 км) принимается в качестве границы между Европой и Азией. Гидрология реки относится к казахстанскому типу (снеговое питание), с

выраженным весенним половодьем, интенсивность которого имеет значительную (десятки раз) межгодовую вариативность. В остальное время года расход воды в реке несущественен.

Современные тенденции, в изменении снежности в зоне формирования стока р. Эмба, направлены на увеличение сезонного максимума высоты снега и некоторое сокращение периода залегания снежного покрова, что в целом, направлено на рост интенсивности весеннего половодья.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимов Р.Г., Чигринец А.Г. Проблемы оценки влияния хозяйственной деятельности на сток некоторых рек Западного Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №1. – С. 18-22.
2. Алфёров И.Н., Яковенко Н.В. Изменённость русла бассейна реки Урал под антропогенным воздействием // Вестник ВУиТ. – 2015. – №2 (24) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenennost-rusla-basseyna-reki-ural-pod-antropogennym-vozdeystviem> (дата обращения: 10.04.2019).
3. Давлетгалиев С.К. Поверхностные водные ресурсы рек Жайык-Каспийского бассейна на границах Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология. – 2011. – №1. – С. 56-65.
4. Давлетгалиев С.К. Оценка нормы годового стока рек Жайык-Жемского района при отсутствии данных наблюдений // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №1. – С. 7-17.
5. Давлетгалиев С.К., Достай А.Ж. Восстановление рядов весеннего стока рек Жайык-Каспийского бассейна // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №1. – С. 88-95.
6. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение), Эмба и устьевая часть реки Волга, 2009 год / Государственный водный кадастр Республики Казахстан. – Астана, 2011. – Вып. 4. – 152 с.
7. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение), Эмба и устьевая часть реки Волга, 2014 год / Государственный водный кадастр Республики Казахстан. – Астана, 2016. – Вып. 4. – 229 с.
8. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение), Эмба и устьевая

- часть реки Волга, 2016 год / Государственный водный кадастр Республики Казахстан. – Астана, 2018. – Вып. 4. – 237 с.
9. Ивкина Н.И. Изменение притока воды в Каспийское море в результате антропогенного воздействия и изменения климата на примере р. Жайык (Урал)// Гидрометеорология и экология. – 2016. – №3. – С. 50-55.
  10. Казахская ССР. Краткая энциклопедия. Природа, 1988. – Т.2. – 607 с.
  11. Калашникова О.Ю., Гафуров А.А. Использование наземных и спутниковых данных о снежном покрове для прогноза стока реки Нарын // Лёд и Снег. – 2017. – №57(4). – С. 507-517.
  12. Каталог поверхностного стока воды в Каспийское море, 2016 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.caspcom.com/index.php?lang=1&proj=6> (дата обращения: 10.04.2019).
  13. Китаев Л.М., Тихонов В.В., Титкова Т.Б. Точность воспроизведения по спутниковым данным аномальных значений снегозапасов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. № 1. – С. 27-39. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-1-27-39.
  14. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1970. – 460 с.
  15. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Вып. 2. Урало-Эмбинский район / Под ред. З. Г. Марковой. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 152 с.
  16. Сивохиц Ж.Т., Павлейчик В.М., Чибилев А.А., Падалко Ю.А. Современные изменения режима бассейна р. Урал // Вопросы Географии. – 2018. – № 145. – С. 298-313.
  17. Сивохиц Ж.Т., Падалко Ю.А. Географо-гидрологические факторы опасных гидрологических явлений в бассейне реки Урал // Известия РАН, сер. географическая. – 2014. – №6. – С. 53-61.
  18. Терехов А.Г., Ивкина Н.И., Юничева Н.Р., Витковская И.С., Елтай А.Г. Изменения снежного покрова сухих степей и полупустынь Казахстана на примере бассейна р. Эмба по спутниковым данным периода 2001-2019 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т.17. – № 2. – С. 101-113. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-2-101-113.

19. Терехов А.Г., Ивкина Н.И., Абаев Н.Н., Елтай А.Г., Егембердиева З.М. Валидация суточного продукта Snow Depth FEWS NET для бассейна реки Урал по данным метеорологических наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2020. – Т.17. – № 3. – С. 31-40. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-3-31-40.
20. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология, Екатеринбург: изд-во «СВ-96», 2008. – 310 с.
21. Gafurov A, Kriegel D, Vorogushyn S, Merz B. Evaluation of remotely sensed snow cover product in Central Asia // Hydrology Research. 2013. – №44(3). – Pp. 506-522.
22. Gafurov, A., Lüdtke, S., Unger-Shayesteh, K., Vorogushyn, S., Schöne T., Schmidt S., Kalashnikova O., Merz B. MODSNOW-Tool: an operational tool for daily snow cover monitoring using MODIS data // Environmental Earth Sciences. – 2016. – №75. – 1078 p.
23. Ivkina N., Naurozbayeva Z., Klove B. Influence of climate change on the ice regime of the Caspian Sea // CAJWR. – 2017. – 3(2)/ – Pp. 12-23 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.water-ca.org/article/2686-influence-of-climate-change-on-the-ice-regime-of-the-caspian-sea> (дата обращения: 10.04.2019).
24. Li X.G., and Williams M.W. Snowmelt runoff modelling in an arid mountain watershed, Tarim Basin, China // Hydrological Processes. – 2008. – №22(19). – Pp. 3931- 3940.
25. Martin W. Lewis, Karen E. Wigen The Myth of Continents. A Critique of Metageography. University of California Press. – 1997. – 344 p.
26. PetroChina Xinjiang Oilfield Emission Reduction and Afforestation Project UNFCCC / CCNUCC. – 2012. [Электронный ресурс]. URL: [http://cdm.unfccc.int/filestorage/b/w/GIZSYQVOM3D49RL1NH8AJTPKEC7B52.pdf/PDD\\_PetroChina%20Xinjiang%20Afforestation.pdf?t=WDZ8cHBzOW1ifDA7MKXb1xtUAaUw702gDJD7](http://cdm.unfccc.int/filestorage/b/w/GIZSYQVOM3D49RL1NH8AJTPKEC7B52.pdf/PDD_PetroChina%20Xinjiang%20Afforestation.pdf?t=WDZ8cHBzOW1ifDA7MKXb1xtUAaUw702gDJD7) (дата обращения: 10.04.2019).
27. Seventh National Communication and Third Biennial Report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change, 2017. [Электронный ресурс]. URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/20963851\\_Kazakhstan-NC7-BR3-1-ENG\\_Saulet\\_Report\\_12-2017\\_ENG.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/20963851_Kazakhstan-NC7-BR3-1-ENG_Saulet_Report_12-2017_ENG.pdf). (дата обращения: 10.04.2019).

28. USGS FEWS NET Data Portal, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://earlywarning.usgs.gov/fews/search/Asia/Central%20Asia> (дата обращения: 10.04.2019).
29. USGS Global Visualization Viewer Data Portal. [Электронный ресурс]. URL: <https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=0> (дата обращения: 10.04.2019).
30. Yang D., Robinson D., Zhao Y., Estilow T., Ye B. Stream flow response to seasonal snow cover extent changes in large Siberian watersheds // Journal of Geophysical Research. – 2003. – №108 (D18). – 4578 p.

Поступила 07.10.2020

Геогр. ғылымд. канд.	Н.И. Ивкина
Техн. ғылымд. канд.	А.Г. Терехов
	А.Ф. Елтай
PhD	А.В. Галаева

### **ЕМБІ ӨЗЕНІНІҢ СУ РЕЖИМІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ (КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ШЫҒЫС ЖАҒАЛАУЫ)**

**Түйін сөздер:** Ембі өзені, қармен қоректенетін өзен гидрологиясы, өзен су алабы, қашықтықтан зондтау, қардың биіктігі

*«Қазгидромет» РМК гидробекеттерінен Каспий теңізінің шығыс жағалауындағы екінші маңызды өзен, оның 700 шақырымдық арнасы Еуропа мен Азияның шекарасы ретінде пайдаланылатын Ембі өзенінің су режимінің параметрлері бойынша қолда бар ақпарат қорытылды. Өзен қардан қоректенетіні, ал су режимінің жағдайына сәйкес оның қазақ типіне жататындығы атап өтілген. Өзеннің су режимінің негізгі кезеңі – бұл жыл сайынғы ағынның көп бөлігін, ал кейде оның бүкіл көлемін құрайтын көктемгі тасқын су. Қазақстан түріндегі өзендер гидрологиясының ерекшелігі – параметрлеріне әр түрлі ауа-райының факторлары әсер ететін көктемгі тасқын судың арналық ағынының қалыптасу процесінің күрделілігі. Көктемгі су тасқыны көлемі топырақ қабатына сіңу процестері мен беткейден төмен қарай ағатын су арасындағы бәсекемен анықталады. Қардың мөлшері, оның еру жылдамдығы, топырақтың қатуы және басқа факторлар өзен ағындарының маусымдық көлемдерін ондаған есеге өзгертуіне әкеледі. «Қазгидромет» РМК гидробекеттерінен алынған қолда бар*



уақытына қатарлар Ембі өзен ағынының жылдамдығының статистикалық маңызды бағаларын анықтау үшін жеткіліксіз. Жұмыста өзен ағынының өзгеріштігін көрсету үшін бірнеше қарама-қарсы жылдардағы гидрографтар келтірілген (2009, 2014, 2016). 1 қаңтардан 30 сәуірге дейінгі аралықта өзен бассейніндегі қар қорының 18 жылдық өзгеру динамикасы спутниктік мәліметтер бойынша анықталған. Қар жамылғысының маусымдық шегін арттыруға бағытталған, “Snow Depth” USGS / EROS FEWS NET спутниктік өнімі анықтамасы бойынша 2001...2018 жж, кезеңдеріне Ембі өз. ағынында қалыптасқан қарлы трендтер. “Snow Cover” өңделген өнімді талдауға (қар жамылғысы бар немесе жоқ) дейін түзетілген “Snow Depth” су алабында қар жамылғысының ұзақтығының аздап төмендегенін көрсетеді. Жалпы, Ембі өз. су алабында қарлы режимінің ұзақ мерзімді өзгеруі сулылығын арттыруға бағытталған.

N.I. Ivkina, A.G. Terekhov, A.G. Yeltay, A.V. Galayeva

### **FEATURES OF THE EMBA RIVER WATER REGIME (EASTERN COAST OF THE CASPIAN SEA)**

**Key words:** Emba river, snow-fed river hydrology, river basin, remote sensing, snow depth

*The available information from the hydrological stations of the RSE "Kazhydromet" on the water regime parameters of the Emba River, the second most important river on the eastern coast of the Caspian Sea, the 700-kilometer channel of which is used as the border between Europe and Asia, has been generalized. It is noted that the river is fed by snow, and according to the conditions of the water regime, it belongs to the Kazakh type. The main phase of the river's water regime is the spring flood, which accounts for most of the annual runoff, and sometimes its entire volume. A feature of the hydrology of rivers of the Kazakhstan type is the complexity of the processes of formation of the channel flow of the spring flood, the parameters of which are significantly influenced by various weather factors. The volume of spring flooding is determined by the result of the competition between the processes of absorption into the soil layer and the flow of water down the slope. The amount of snow, the rate of its melting, the presence of freezing of the soil and other factors lead to the variability of the seasonal volumes of river runoff by tens of times. The available time*

*series of data from the gauging stations of the RSE "Kazhydromet" are fragmentary and insufficient for determining statistically significant estimates of the river flow rates. Emba. In this work, to illustrate the variability of the river flow, hydrographs of several contrasting years (2009, 2014, 2016) are given. The 18-year dynamics of changes in snow reserves in the river basin in the period from January 1 to April 30 were determined from satellite data. Snow trends in the zones of formation of the river. Emba in the period 2001 ... 2018, determined by the USGS / EROS FEWS NET "Snow Depth" satellite product, are aimed at increasing the seasonal maximum of the snow cover height. Analysis of "Snow Depth" roughened to "Snow Cover" (with or without snow cover) shows a slight decrease in the duration of snow coverage of the pool. In general, long-term changes in the snowfall regime of the river basin. Emba are aimed at increasing the water content of the river.*