

УДК 551.8:551.585.53

ХОЛОДНЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ КАК ФАКТОР АРИДИЗАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

Исаев В. А.

(УкрНИММИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Исаева И. В., Исаева Н. В.

(ДИСО, г. Донецк, Украина)

У ряді регіонів на кліматичну зональність Землі накладається вплив холодних поверхневих вод різного походження, що приводить до аридизації ландшафтів. Виявлений кліматичний чинник необхідно враховувати при аналізі сучасних географічних умов, а також при палеогеографічних реконструкціях аридного осадконакопичення й умов утворення відповідних геологічних формацій.

In some of the regions influence of cold surface water of different origin is overlaid on the Earth's climatic zonation that results in landscape aridization. The revealed climatic factor should be taken into account in analyzing geographical environment and also in paleogeographical reconstructions of arid deposition of sediments and conditions for generation of respective geological formations.

По геоморфологической классификации климатов А. Пенка области с аридным климатом характеризуются скудным содержанием влаги в почве, малыми годовыми суммами осадков (<150-200 мм) при очень сильном солнечном нагреве. Лишь транзитные реки (Нил, Амударья и др.) способны пересечь зоны с аридным климатом, менее же многоводные заканчиваются бессточными озерами или солончаками. Растительность либо совсем отсутствует, либо разрежена и представлена засухоустойчивыми формами. Сухие, рыхлые породы легко развеваются ветром, вы-

носящим алевритовые и более мелкие частицы за пределы пустынь и формирующим эоловые формы рельефа в песчаных породах [1].

В геологической истории для аридного климата характерны красноцветные формации с приуроченными к ним галогенными месторождениями. Несмотря на достаточно хорошую изученность красноцветных отложений, ряд вопросов их генезиса еще недостаточно разработан. Определенную роль в воссоздании обстановок генезиса красноцветных формаций играет метод актуализма, когда особенности протекания современных природных процессов проецируются на прошлые геологические эпохи.

В современной географии для аридного климата характерны пустыни – территории с предельно засушливым климатом, где испарение с открытой поверхности во много раз превышает количество атмосферных осадков.

В целом распространение пустынь на земном шаре подчиняется климатической зональности. Зона глобального распространения аридного климата располагаются на материках преимущественно между 20 и 30° северной и южной широты. Однако области с аридным климатом наблюдаются и за пределами названных широт. Так, в Центральной Азии аридная зона в Северном полушарии проникает почти до 50° с.ш. Аридный климат развит также вдоль западных побережий Африки и Южной Америки (пустыни Намиб и Атакама) – в несвойственных для него широтах [2], но удовлетворительного объяснения эти факты не получили.

Цель работы – показать влияние холодных поверхностных вод на осушение приповерхностных слоев атмосферы и, как следствие, аридизацию ландшафтов в необычно высоких для аридного климата широтах.

Гумидность или аридность климата отдельных географических зон в первую очередь определяется количеством водяного пара в прилегающих к земной поверхности слоях атмосферы. В атмосферном воздухе всегда есть водяной пар, но в разных местах влажность воздуха не одинакова из-за различий в климате и распределении водных масс.

Кроме испарения воды важную роль играет обратный процесс – конденсация водяного пара. При падении температуры воздуха она может достичь такого значения, при котором водяной пар становится насыщенным (точка росы). В это время пар конденсируется и выпадает из воздуха в виде жидких осадков. Интенсивность испарения воды или конденсации водяного пара зависит от соотношения температуры атмосферного воздуха в его нижней части, контактирующей с земной или водной поверхностью, и температуры этой поверхности.

При однородной температуре подстилающей поверхности и при одинаковых атмосферных условиях испаряющаяся вода в виде пара будет равномерно рассеиваться в слоях атмосферы, прилегающих к водной или земной поверхности, а конденсирующийся водяной пар будет равномерно орошать подстилающую поверхность.

А что произойдет при неравномерной, контрастной температуре подстилающей поверхности? Такие условия в природе нередки. Устойчивые температурные неоднородности чаще всего возникают при наличии мощных водных потоков (океанических и морских течений, зон апвеллинга, рек) или ледовых образований различного генезиса (многолетних и сезонных снежников и ледников). Это обусловлено аномальными свойствами воды – высокой температурой, удельной теплотой плавления и высокой теплоёмкостью.

В географии теплыми и холодными морскими течениями называют течения, температура вод которых соответственно выше или ниже температуры окружающих вод. Теплые течения направлены из низких широт в высокие, холодные – из высоких в низкие.

В качестве примера сильных перепадов температур на поверхности можно привести океанские течения как холодные, особенно в случае близкого их подхода к массиву суши в низких широтах, так и теплые, нередко заходящие в высокие широты и холодные арктические воды; крупные реки ледникового питания в предгорных областях, расположенных в умеренной и более теплых климатических зонах и т.п.

В случае присутствия теплого водного потока происходит испарение влаги с его поверхности и увлажнение прилегающих слоев атмосферы. Широко известный характерный пример – теплое течение Гольфстрим, доносящее теплые воды, сопровождающиеся туманами, до полярного круга.

При наличии холодного течения будет иметь место обратный процесс – понижение относительной влажности воздуха, а в случае достижения точки росы – конденсация паров воды из прилегающих к поверхности водного потока слоев атмосферы.

Поведение увлажненного (над теплым водным потоком) и осушенного (над холодным водным потоком или массивом льда, снега) воздуха разное, т.к. при одних и тех же условиях плотность влажного воздуха меньше, чем сухого. Поэтому над теплым водным потоком будут формироваться восходящие струи воздуха, конденсация влаги в которых будет зависеть от градиента понижения температуры с высотой (рис. 1а). Таким образом, будет осуществляться перенос паров воды от теплого водного потока вверх и в стороны.

Над холодным водным потоком или массивом кристаллической воды будут преобладать нисходящие воздушные струи, несущие охлажденный и осушенный воздух над теплой поверхностью (рис. 1б), что будет способствовать испарению влаги с теплой поверхности. Этот воздух через некоторое расстояние нагреется, увлажнится и устремится вверх. Если площадь зеркала холодных вод или замерзшей воды достаточно большая, это может приводить к аридизации климата и опустыниванию местности.

Масштабы и интенсивность образования водяного пара при испарении с поверхности теплых течений и, наоборот – конденсация водяного пара на поверхности холодного массива зависит от целого ряда факторов, среди которых главную роль играют разница температур жидкой или кристаллической воды и окружающих водных и сухопутных пространств и прилегающих к ним слоев атмосферы, а также, в зависимости от температуры, разная изначальная влажность нижних слоев атмосферного воздуха.

Наиболее известные пустыни, образовавшиеся под воздействием осушающего эффекта холодных течений, – Намиб и Ата-

кама. Здесь над холодными течениями Бенгельским и Перуанским (Гумбольдта) наблюдается температурная инверсия прилегающих слоев атмосферы, т.е. нижележащие слои воздуха, непосредственно контактирующие с водным зеркалом, оказываются более холодными, чем вышележащие. Таков же, очевидно, механизм образования пустынь Калифорнийского полуострова – Соноры (Юмы) и Нижнекалифорнийской, осушающий эффект здесь достигается благодаря Калифорнийскому холодному течению.

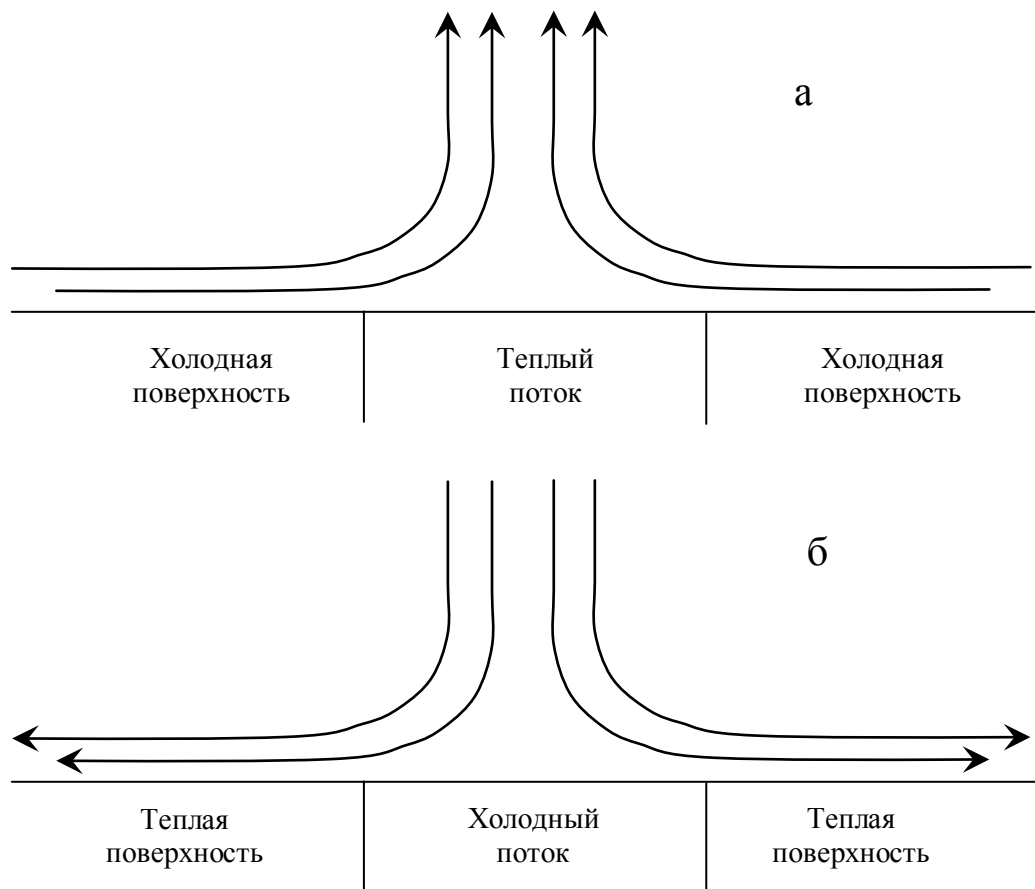


Рис. 1. Направление конвекционных струй воздуха над теплым (а) и холодным (б) потоками

Опустынивание Сомалийского полуострова, очевидно, обусловлено как влиянием холодного Сомалийского течения, так и холодными глубинными водами, поднимающимися к поверхности при апвеллинге вблизи восточного побережья.

Подобное же явление осушения воздуха наблюдается и в континентальных условиях, когда с высоких гор, расположенных

выше снеговой линии, на прилегающие равнины стекают холодноводные реки преимущественно ледникового питания.

Для рек бывшего СССР Е. М. Соколовой проанализировано соотношение температуры воды и воздуха и выделено семь характерных типов рек по термическому режиму [3].

Общая характеристика и распространение выделенных типов рек даны по [3] с дополнениями авторов. Анализируя графики отношения температуры воды и воздуха, надо отметить общую тенденцию, что в случае, когда температура воды превышает температуру воздуха, существует потенциальная возможность для испарения воды и, соответственно, увеличения влажности воздуха. При обратном отношении имеется потенциальная возможность для обратного процесса – конденсации паров воды из воздуха и его осушения. Реализация и масштаб того или другого процесса зависит от конкретных температур воды и воздуха, а также влажности последнего.

Тип I. Температура воды в реках в течение всего теплого периода выше температуры воздуха (рис. 2, 3), то есть здесь в теплое время года температурные условия постоянно благоприятны для испарения воды. К этому типу принадлежат реки западных районов Европейской части бывшего СССР.

Тип II. Вода в периоды весеннего половодья холоднее, а в остальную часть теплого времени года теплее воздуха. В типе II от ледохода до мая более вероятен процесс конденсации водяного пара, далее до ледостава (октябрь) более вероятен процесс испарения воды. К этому типу относится подавляющее большинство рек, охватывающих около 3/4 территории бывшего Советского Союза, включая зону тундры, лесную зону и часть лесостепной зоны Западной Сибири. По существу, это все реки с ярко выраженным снеговым питанием.

Тип III. Для рек этого типа характерно превышение температуры воздуха над температурой воды в начале и конце теплого периода (преобладающая тенденция – конденсация пара), в то время как в середине теплого периода вода обычно теплее воздуха (господствует тенденция к испарению влаги). Этот тип рек имеет ограниченное распространение и встречается только на Кольском полуострове.

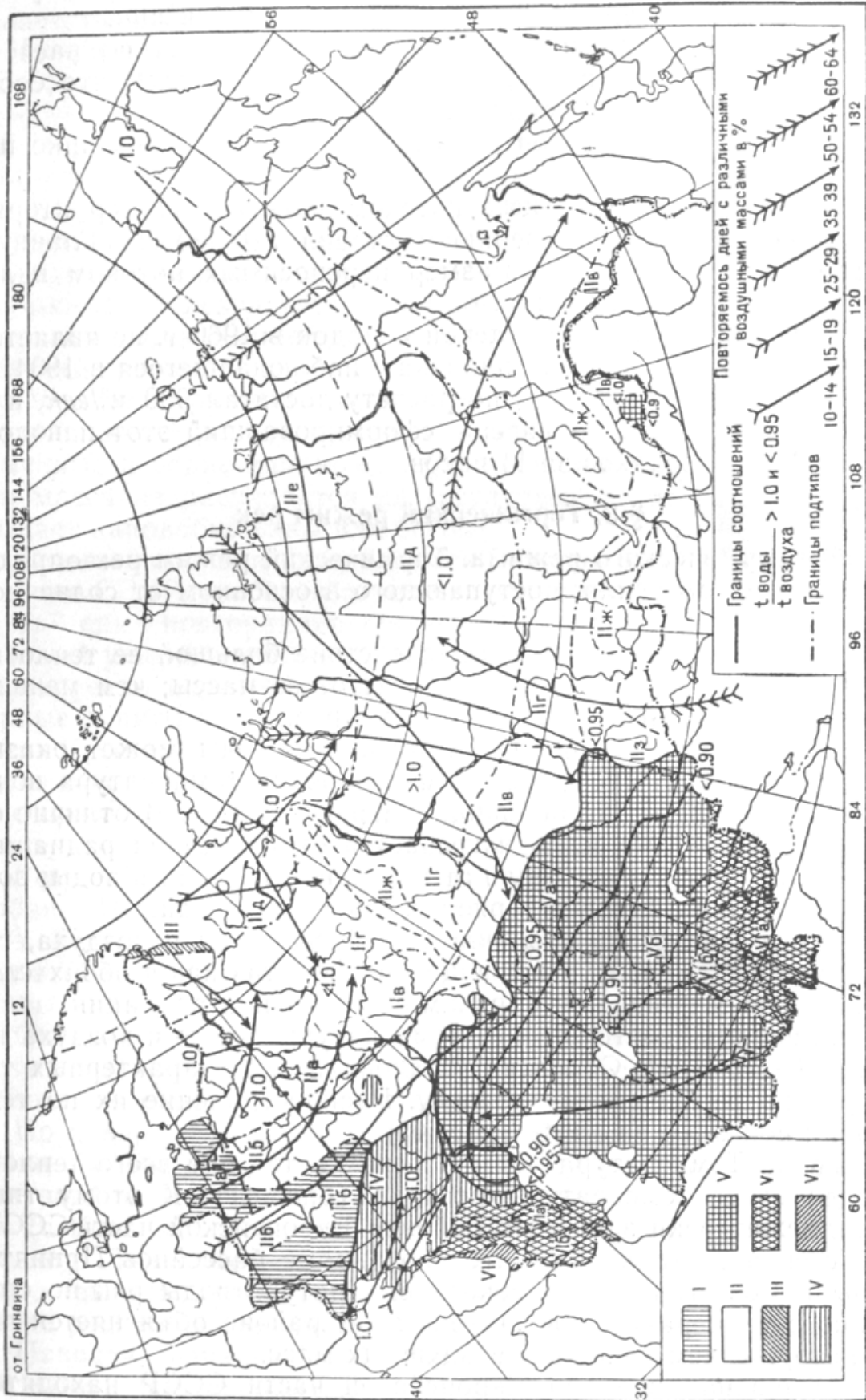


Рис. 2. Типы термического режима рек бывшего СССР [3], описание типов в тексте

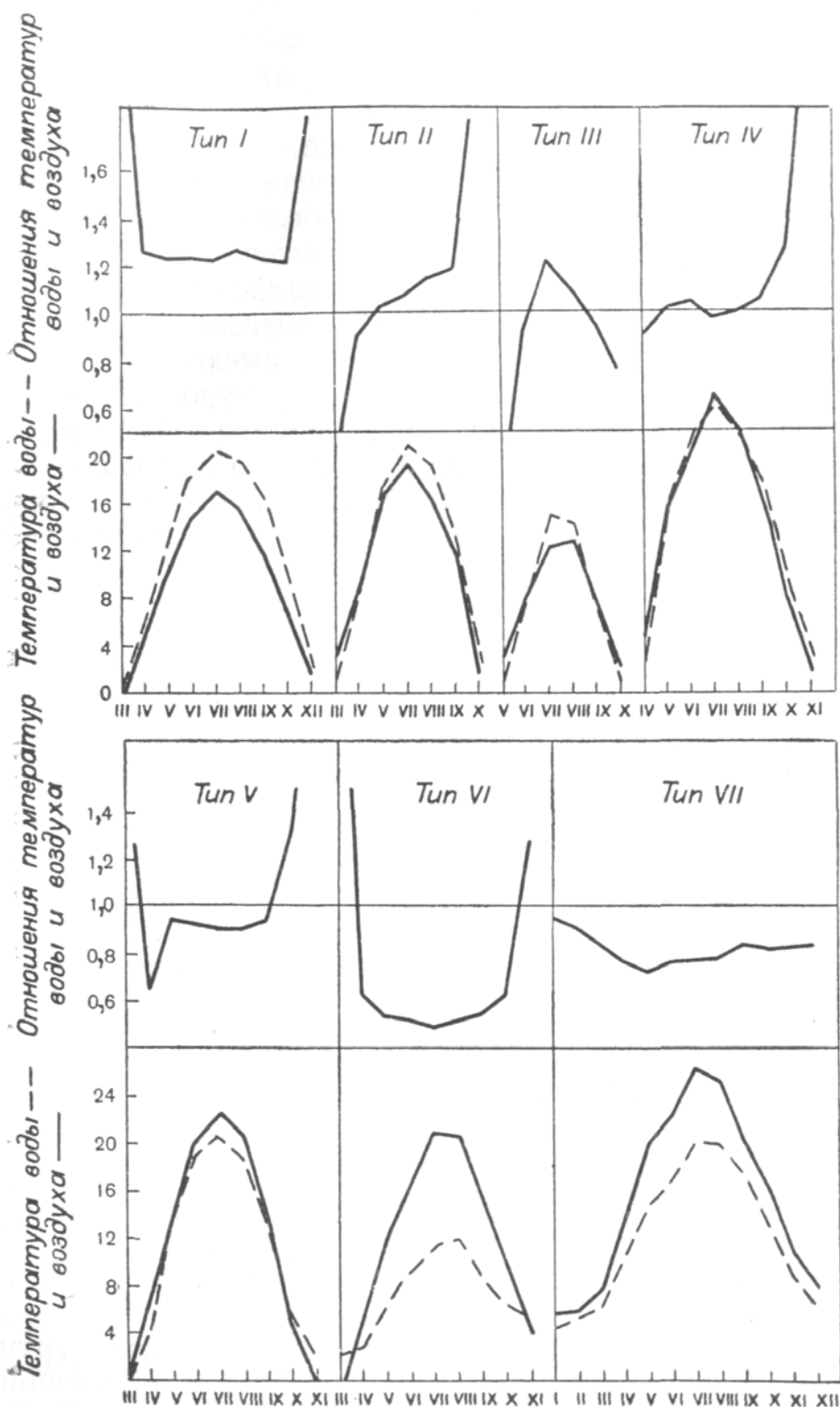


Рис. 3. Графики соотношения температуры воды и воздуха для рек бывшего СССР [3]

Тип IV. В начале и середине теплого периода наблюдаются небольшие различия между температурой воды в реках и воздуха. В конце периода температура воды обычно значительно превышает температуру воздуха. Этот тип характеризуется в весенний период (апрель-май) тенденцией к конденсации влаги, с мая по сентябрь – примерным равновесием испарения и конденсации, и далее до ноября – явно выраженной тенденцией к испарению воды. Реки этого типа распространены в степной области Европейской части бывшего СССР.

Тип V. После очищения рек ото льда температура воды в течение 6-7 месяцев ниже температуры воздуха (конденсация) и только осенью превышает последнюю (испарение). Это характерно для рек Заволжья, Средней Азии и степной части Северного Кавказа.

Тип VI. Температура воды рек в холодное время года выше, а в теплое ниже температуры воздуха. Близок к предыдущему типу, здесь лишь период вероятной конденсации влаги длиннее и охватывает время от апреля до ноября. К этому типу относятся горные реки Крыма, Кавказа, Средней Азии.

Термический режим рек этого типа связан с ледниковым или родниковым питанием; для него характерно поступление относительно холодной воды из гипсометрически вышележащих областей в нижележащие. Продолжительность периода с температурами воды ниже температур воздуха увеличивается по мере удаления от истока к устью рек.

Тип VII. Температура воды рек в течение почти всего года ниже температуры воздуха, т.е. весь год преобладающей тенденцией является конденсация атмосферной влаги. К этому типу относятся нижние участки рек Черноморского побережья Кавказа, начиная от Сочи к югу.

Таким образом, необходимо отметить, что общей чертой типов I-III является тенденция к испарению воды в летние, вегетативные месяцы.

Для типов же V-VII для теплых месяцев года – периода вегетации растительности – преобладающей является тенденция к конденсации паров воды из атмосферного воздуха, что должно

отражаться на связи распространения вод указанных типов с физико-географическими зонами.

Наиболее широко из V-VII типов термического режима рек бывшего СССР распространен V тип. На востоке страны этот тип рек дает небольшую область распространения в верховьях рек Шилки и Аргуни. В западной же части страны реки этого типа распространены в обширной области, охватывающей территорию от Тургайского прогиба и северной оконечности Кокшетауской (Кокчетавской) возвышенности на севере до южной оконечности Каспийского моря на юге. На восток эта область простирается до западной границы Алтая, на западе – захватывает северные отроги Кавказа.

Речная сеть описываемой области представлена крупными речными бассейнами Сырдарьи и Амударьи, берущими начало в ледниках Памира и Тянь-Шаня, а также целым рядом транзитных (Волга и Урал в нижнем течении, верховья рек Тобол и Ишим) и более мелких рек (Эмба, Или, Мургаб и др.).

При сопоставлении карты распространения типов термического режима рек бывшего Советского Союза (см. рис. 2) с картой физико-географической зональности западной части (рис. 4) выявляется ряд общих для обеих карт черт.

Необходимо отметить, что для создания упомянутых карт использованы различные данные, не имеющие видимой связи друг с другом. Если для составления карты распространения типов термического режима рек использованы замеры температуры поверхностных вод и воздуха, то для создания карты физико-географической зональности основными критериями выступают преобладающий тип растительности и почв, а также количество атмосферных осадков и интенсивность солнечной радиации.

На синтезированной карте обращает на себя внимание совпадение общих очертаний и ориентировки северных и западных границ ореолов полупустынных и пустынных областей с полем развития рек с термическим режимом V типа (рис. 5), причем граница отношения температуры воды к температуре воздуха менее 0,90 совпадает или очень близка к границам пустынных и полупустынных областей.

Надо сказать, что указанная обширная аридная область граничит с самым большим в мире озером – Каспийским, а внутри аридного ореола располагаются такие крупные озера как Аральское и Балхаш, что должно способствовать гумидизации климатических условий.



Рис. 4. Физико-географические зоны и страны западной части бывшего СССР (1 – пустыни, 2 – полупустыни, 3 – горные территории с высотной поясностью). Остальные условные обозначения см. в [4]

Уместно напомнить, что площадь Каспийского моря в настоящее время вполне сопоставима, например, с площадью Черного моря, расположенного примерно в тех же широтах.

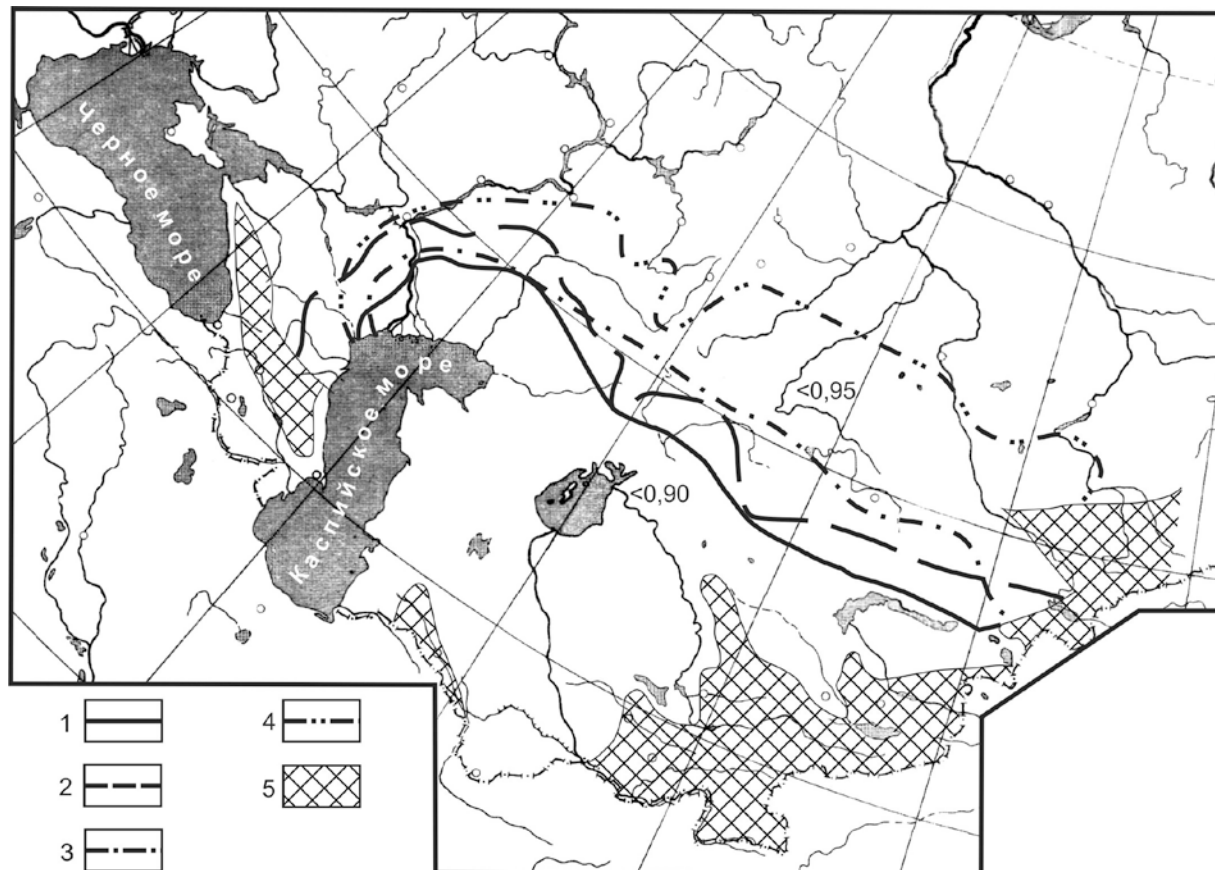


Рис. 5. Сопоставление ореолов развития засушливых физико-географических зон и типов термического режима рек западной части бывшего СССР (1 – северная граница пустынь; 2 – северная граница полупустынь (1, 2 по [4], см. рис. 4); 3 – северная граница отношения температуры воды к температуре воздуха, равного 0,90; 4 – то же, равного 0,95 (3, 4 по [3], см. рис.2); 5 – горные территории (по [4], см. рис. 4)

Однако, если в бассейне Черного моря при господстве в целом континентального климата, имеются обширные участки побережья со средиземноморским и влажным субтропическим климатом, то восточное побережье Каспийского моря характеризуется континентальным климатом со среднегодовым количеством

осадков в 90-100 мм, а в его заливе Кара-Богаз-Гол происходит сезонная садка солей и этот залив рассматривается как наиболее близкий современный аналог соляных месторождений геологического прошлого, образовавшихся в аридных климатических условиях [5].

Что касается рек VI типа, распространенных в горных областях, то здесь накладывается вертикальная климатическая зональность и соотношения аридизированных и гумидизированных участков гор более сложные, чем на равнинных территориях. Например, автор наблюдал сочетание таежной растительности в пойме р. Чадан (Тувинская котловина) с типично полупустынными формами растительности и рельефа (барханами) на правом береговом склоне реки на протяжении около 2 км ниже г. Чадан.

Выводы.

1. В ряде случаев на климатическую зональность Земли накладывается влияние более холодных, чем воздух, поверхностных вод различного происхождения, приводящее к осушению приповерхностного атмосферного воздуха и, как следствие, аридизации ландшафтов.

2. Пустыни Центральной Азии, западных побережий Африки (Намиб) и Южной Америки (Атакама), занимающие несвойственное для пустынь географическое положение, возникли под влиянием одного природного процесса – осушения приповерхностного воздуха под влиянием холодных поверхностных вод.

3. Выявленный фактор влияния холодных поверхностных вод необходимо учитывать при анализе современных географических ландшафтов, а также при палеогеографических реконструкциях аридных и семиаридных областей и условий образования характерных для них геологических формаций.

4. Во избежание опустынивания территорий, обусловленного влиянием холодных поверхностных вод ледникового питания, целесообразно создавать на пути водного транзита в горах искусственные водохранилища с целью повышения температуры вод, спускаемых в предгорные области.

5. По аналогии с поверхностными водами суши морские и океанические течения лучше называть теплыми или холодными

по отношению к температуре воздуха, а не окружающих вод, так как именно соотношение температуры воды и нижних частей атмосферы лучше отражает суть происходящих процессов – испарения с поверхности водного потока или конденсации паров воды.

6. Обоснованная в статье качественная модель может быть наполнена конкретными цифровыми данными и послужить основой для количественного моделирования природных процессов аридизации ландшафтов.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Геологический словарь. Т. 1. – М. : Недра, 1973. – 486 с.
2. Рычагов Г. И. Общая геоморфология. – М. : Изд-во МГУ: Наука, 2006. – 416 с.
3. Соколов А. А. Гидрография СССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1964. – 535 с.
4. Мильков Ф. Н. Природные зоны СССР. – М. : Мысль, 1977. – 293 с.
5. Верзилин Н. Н. Методы палеогеографических исследований. – Л. : Недра, 1979. – 247 с.