

УДК 911. 2. (571.55) (519.3)

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕПЛА И ВЛАГИ БАЙКАЛО-МОНГОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Напрасников А.Т.

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: napev@irigs.irk.ru*

Представлены подходы к анализу пространственно-временной организации тепла и влаги горных систем Байкало-Монгольского региона. Горные системы рассматриваются как формы рельефа с признаками высотной поясности, сформировавшиеся выше 200 м над уровнем моря. Изменения тепла и влаги в настоящий период проанализированы по данным более 80 метеорологических станций. В течение 1951-2010 гг. выявлена тенденция потепления климата, региональное повышение или уменьшение увлажнения ландшафтов. Анализ выполнен ландшафтно-гидрологическим методом, обеспечивший получение информации для каждого местоположения.

**Ключевые слова:** Байкало-Монгольский регион, методические подходы, водный баланс, динамика увлажнения и теплообеспеченности ландшафтов, пространственно-временная организация

## PROCEDURAL APPROACHES TO ANALYZING HEAT AND MOISTURE VARIABILITY IN THE BAIKAL-MONGOLIAN REGION

Naprasnikov A.T.

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: napev@irigs.irk.ru*

Presented are the approaches to analyzing the spatiotemporal organization of heat and moisture in the mountain systems of the Baikal-Mongolian region. The mountain systems are regarded as landforms with attributes of altitudinal zonation that formed upwards of 200 m above the sea level. The ongoing changes in heat and moisture have been analyzed by using data from more than 80 meteorological stations. For the time interval 1951-2010, the study revealed the tendency for a climate warming, and a regional increase or decrease in humidification of landscapes. The analysis is based on using the landscape-hydrological method to obtain information on each locality.

**Keywords:** Baikal-Mongolian region, procedural approaches and methods, water balance, humidification and heat availability dynamics of landscapes, spatio-temporal organization

Байкало-Монгольский регион является на настоящий момент малоизученным в аспекте зональной и региональной организации тепла и влаги. Он играют существенную роль в планетарном тепло-влажностном обмене, так как представляет собой эколого-географическое ядро Центральной Азии.

Целью настоящего исследования явилось проведение сравнительного анализа методических подходов и методов оценки пространственно-временной организации тепла и влаги Байкало-Монгольского региона в реальном времени. Показаны пути решения оценки природных ресурсов тепла и влаги.

### Методы географического анализа

Свойства географического поля. Взаимодействия множественных состояний атмосферы и рельефа не однозначные и выражаются в пространственно-временных тенденциях, корреляциях и функциях, относящихся к различным отраслям физической географии: климатологии, гидрологии, геоморфологии, геологии. Их невозможно выразить какой-либо одной строго определенной закономерностью. Поэтому, каждая наука формирует свой теоретический и прикладной образ взаимодействия атмосферы и ландшафтной поверхности. Выра-

батывается, таким образом, система последовательных методов, отражающих отклик структур и режимов земной поверхности на атмосферные воздействия планетарного и космического порядка. Горные системы в некоторой степени азональные. В них региональные зоны отличаются от зональности 1-го порядка (поясности). Они взаимно подчинены друг другу с определенной относительностью и, следовательно, планетарные, космические и региональные свойства затушеваны, выражены не явно, тенденциозно.

Пространственное формирование на ландшафтной поверхности температур, атмосферных осадков, стока вод и испарения в горных системах имеет свои особенности. Они обусловлены высотной поясностью, экспозицией частей рельефа, географическим местоположением, широтой и долготой каждого ландшафта. Эти факторы создают множественную мозаику пространственно-временных изменений тепла и влаги, формируют их географическую системность, но не обеспечивают их корреляцию. Горная система представлена разнообразными довольно мелкими и сложно согласованными практически не коррелируемыми между собой геосистемами. Для них общим является средняя (обобщенная) согласованность, пространственная или временная

направленность процесса и, вместе с этим, они имеют единую гидрологическую сеть. Поэтому, для всего географо-горного поля характерно свойство общей направленности, векторности со слабой корреляционной изменчивостью – оно тенденциозное с осредненной пространственно-временной организованностью [8].

Статистическая гидрология без параметров географического поля. Современная гидрология, как правило, изучает суммарный сток с организованных определенным образом элементарных ландшафтов в створе реки. Но, при этом, не располагает методами, обеспечивающими обратную связь с первичными стокоформирующими ячейками. Подобный бассейновый подход раскрывает структуру межгодовых колебаний стока, выявляет закономерности многолетних тенденций его изменений и составляет фоновый прогноз на ближайшую перспективу. Для этих целей разработаны соответствующие статистические способы, пространственные и временные тренды вычисляются методом наименьших квадратов, цикличность выясняется путем построения интегральных разностных кривых, теснота связей между анализируемыми рядами оценивается корреляционным анализом. Но они, как уже отмечалось, не оценивают и не создают первичную информацию, не дифференцируют ее пространственно, и время внутри бассейна.

Подобные значимые исследования в пределах Забайкалья выполнены В.А. Обязовым [9]. Была доказана многолетняя изменчивость стока рек, его непродолжительная и последовательная смена многоводных и маловодных фаз. Для главной юго-восточной реки Забайкалья – Шилки начало многоводных фаз выявлено в 1906, 1932, 1956, 1983, а их окончание – в 1920, 1941, 1963 и 1998 гг. Начало маловодных фаз отмечены в 1921, 1942, 1964, 1999, окончание – в 1931, 1955, 1982, 2007. Выявленные периоды относятся к внутривековым и имеют продолжительность от 24 до 27 лет. Фактор смены циклов отражает и тенденции многолетних изменений годового стока и тренды, как во времени, так и в пространстве. Отмечена высокая степень согласованности осадков и стока рек. Водность стока рек Забайкалья, по мнению автора, в следующем периоде до 2021-2023 гг. будет повышенной.

По Монголии составляющие водного баланса анализировались Н.Т. Кузнецовым [6]. Это первая работа, в которой дается оценка источников питания рек. В ней особо отмечается повышенное питание рек грунтовыми водами за счет высокой инфильтрацион-

ной способности щебенчатых почв. При этом наблюдается закономерное увеличение доли грунтового питания при движении на юг. Однако абсолютная величина такого питания в южном направлении уменьшается и в ручьях пустыни Гоби. Расходы воды невелики, хотя водосборные площади достигают значительных размеров.

Периодичность выпадения атмосферных осадков и стока рек Монголии анализировалась Н. Батнасаном, Д.В. Севастьяновым [2]. Ими отмечено, что в пустынях Гоби фаза пониженной увлажненности продолжительностью около 20 лет завершилась в 1952 г., а фаза повышенной увлажненности достигла максимума в 1965–1970 гг. При этом, увлажненность горных областей характеризуется менее определенной изменчивостью.

Подобные прогнозы изменений климата Монголии частично приведены в статье Д. Оюунбаатара с соавторами [10]. По данным авторов к концу этого столетия в 2080 г. в зимнее время температура воздуха по сравнению с климатической нормой 1961-1990 гг. повысится на 3,4 градуса, а осадки увеличатся на 13,9 мм. В летнее время атмосферных осадков выпадет на 23,9 мм больше.

В 1970-1980 гг. наблюдались маловодные годы. С конца 1980 г. до середины 1990-х преобладал относительно многоводный период. Под влиянием глобального потепления с середины 1990-х годов в Монголии начался маловодный период, который продолжается и до настоящего времени. Тип осадков изменился – уменьшилось количество обложных дождей, а количество ливневых дождей увеличилось на 18-20%. Кратковременные ливневые дожди не увеличивают влажность почвы и уровень грунтовых вод. Теряется связь между поверхностными и подземными водами. Разные климатические сценарии показывают, что ожидается увеличение стока поверхностных вод Монголии до 2040-2070 гг. В дальнейшем из-за продолжающегося потепления климата и в связи с увеличением суммарного испарения ожидается существенное уменьшение стока.

В приведенном анализе пространственно-временной изменчивости составляющих водного баланса основное внимание обращено на результаты исследований, которые получены классическими, в основном статистическими методами. Сомнений нет в достоверности этих результатов. Однакостораживает то обстоятельство, что в выполненных анализах присутствует какое-то безликое пространство без ландшафтов и рельефа, гор и низменностей. Анализи-

руется водность какой-то абстрактной гидрологической сети, какого-то бассейна, внутренняя структура которого напоминает черный ящик, который, должен быть основным источником информации о стоке реки. Если мы осуществляем гидрологический анализ горных систем, то и их свойства должны иметь место в структурах познания составляющих водного баланса.

Поэтому статистические методы должны оставаться основополагающими приемами познания стока рек. Назрело время их дополнить географическим содержанием. Подобный синтез гидрологии и географии, климата и географии уже начал выполняться. Остается только его реализовать, посредством уже обоснованных методов.

Географо-климатический метод. Ландшафты планеты обладают двумя важнейшими пространственными свойствами – широтной зональностью и высотной поясностью. Каждая зона неповторима. Не вдаваясь в геолого-геоморфологическую эволюцию рельефа, лишь отметим, что в его структурах можно выделить крупные ландшафты высокогорий, плоскогорий, плато, высоких горных равнин и низменностей. Они разноуровневые, с характерными свойствами высотной поясности и при территориальной общности формируют единую горную систему. Она является универсальным трехмерным географическим пространством, с системно дифференцированными планетарно-космическими связями, взаимодействием континентов и океанов, глубинными земными процессами. Данные обстоятельства и определяют синтез географии и климатологии, поиск пространственных и временных соответствующих подходов к обоснованию географо-климатических векторов (трендов), анализу отклика горных систем и его составляющих на современное потепление климата.

Метод интенсивности физико-географического процесса. Первым таким синтезом является гипотеза физико-географического процесса, обоснованного выдающимся отечественным ученым А.А. Григорьевым [5]. Его теоретическая сущность заключается в том, что максимальная интенсивность физико-географического процесса прослеживается при эквивалентном равенстве тепла и влаги, т.е. при их оптимальном соотношении. Относительный избыток тепла или влаги уменьшает или увеличивает данную интенсивность и выражается индексом сухости или увлажнения.

Здесь прослеживается переход на новый уровень познаний – от элементарных природных систем к их зональным объединениям, от отдельных (точечных) характе-

ристик водного и теплового балансов к их взаимно дополняющим свойствам. Так, зонально-высотная сущность данного открытия проявляется в том, что в ряде областей экватора даже огромное поступающее количество тепла не в состоянии испарить приток атмосферных осадков. На экваторе могут формироваться зоны избыточного увлажнения и недостаточной теплообеспеченности, а в Арктике – зоны недостаточного увлажнения и избыточной теплообеспеченности. Подобные проявления характерны и горным системам.

Метод гидролого-климатических расчетов. На основах интенсивности физико-географического процесса М.И. Будыко [3] и В.С. Мезенцев [7] обосновали метод гидролого-климатических расчетов. В трактовке В.С. Мезенцева система уравнений взаимосвязи элементов водного и тепло-энергетического балансов включает географический параметр ( $n$ ), обеспечивающий генетические связи между стоком ( $Y$  мм), атмосферными осадками ( $X$  мм) и максимально возможным испарением ( $Z_m$  мм) и имеет следующий вид:

$$Y = X - Z_m [1 - (X/Z_m)^n]^{-1/n}. \quad (1)$$

Соотношения между осадками ( $X$ , мм) и максимально возможным испарением ( $Z_m$ , мм) выражается коэффициентом увлажнения:

$$\beta_x = X / Z_m. \quad (2)$$

дефициты или избытки влаги, в форме дисбалансового оптимума –

$$\Delta X = X - Z_m. \quad (3)$$

Ландшафтно-гидрологический метод. Приведенная система расчетов отражает генетическую связь физической географии, климатологии и гидрологии. Она особенно применима для мелких географических комплексов, фаций, в основном местоположений, вмещающих метеорологические станции и обеспечивающих их исходной информацией.

Изложенная система подходов к определению составляющих водного и теплового балансов в своей сущности является географической, особенно для горных территорий с характерными небольшими природными системами. Вместе с этим, она может охватывать практически все ландшафты любого масштаба.

Впервые значимость географических факторов в исследованиях вод суши отметил В.Г. Глушков [4]. В статье «Географо-гидрологический метод» он писал, что данный метод устанавливает причинную связь вод района с географическим ландшафтом

в целом, включает климат, геологию, геоморфологию, почвы и растительность. В современных условиях метод вобрал новейшие достижения ландшафтоведения, гидрологии и климата в области вод суши [1, 8].

Преимущество ландшафтно-гидрологического метода над методами классической статистики в гидрологии заключается в возможном определении составляющих водного и теплового балансов любого местоположения. Общепринятые статистические методы в гидрологии в большей степени охватывают воды всего бассейна реки до створа измерения. Если это горная река, то обобщаются составляющие водного баланса переувлажненных высокогорных и сухих низкогорных ландшафтов. Подобное осреднение не обеспечивает их пространственную детализацию.

Примером применения рассмотренных методов позволило раскрыть особенности пространственной трансформации в изучаемом регионе. В период глобального потепления произошла трансформация природных и хозяйственных систем. Сдвиг параметров тепла и влаги определялся за периоды 1969-2010 гг. и 1950-2010 гг. относительно данных до 1968 гг., по справочной информации. Общий фон формирования теплообмена изучался в следующих климатических условиях. С 1975 г. по 2010 г. в крайне аридных южных пустынях Монголии средние годовые температуры повысились на 2 °С, в северном горном Забайкалье на 1 °С. Однако в Северном Забайкалье прирост летних  $\sum T \geq 10^\circ$  оказался большим – 600 °С, в аридных пустынях – всего 200 °С. Атмосферные осадки холодного периода не изменились или несколько увеличились в горно-таежных ландшафтах, уменьшились в лесостепных, степных Забайкалья, полупустынях и пустынях Монголии.

#### Заключение

Проведен детальный анализ и дано обоснование разных методов исследования пространственно-временной организации тепла и влаги. Выявлена их зональная

целостность и региональные особенности в этом аспекте горных систем Центральной Азии.

Пространственно-временные изменения гидрологических структур горных систем определялись ландшафтно-гидрологическим методом, который является основополагающим в развитии физико-географических процессов. Следует иметь в виду, что благодаря особой специфике горных систем, они выполняют функции научно-экспериментальных полигонов познания структур и режимов ландшафтов планеты в целом, а также в оценке социально-экономических и экологических последствий.

#### Список литературы

1. Антипов А.Н., Федоров В.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории. – Новосибирск. – Изд-во СО РАН, 2000. – 254 с.
2. Батнасан Н., Севастьянов Д.В. Колебания увлажненности и состояние озер на территории Монголии // География и природные ресурсы. – № 2. – 1991. – С. 177-183.
3. Будыко М.И. Испарение в естественных условиях. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 136с.
4. Глушков В.Г. Географо-гидрологический метод. // Вопросы теории и методы гидрологических исследований. – М.: АН СССР, 1961. – С. 70-76.
5. Григорьев А.А. Некоторые итоги разработки новых идей в физической географии // Изв. АН СССР. Серия геогр. и геофиз. – 1946. – Т.Х, №2. – С.139-168.
6. Кузнецов Н.Т. Закономерности питания и стока рек в Монгольской Народной Республике // Известия АН СССР. – Серия геогр. – 1955. – №1. – С. 46-53.
7. Мезенцев В.С. Метод гидролого-климатических расчетов и опыт его применения для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности // Тр. Омск. Сельск. Ин-та, 1957. – ХХУП. – 121 с.
8. Напрасников А.Т. Гидролого-климатические системы: геоэкологический анализ. – Иркутск: Изд-во института географии СО РАН, 2003. – 143 с.
9. Обязов В.А. Вековые тенденции изменений климата на юго-востоке Забайкалья и в сопредельных районах Китая и Монголии // Метеорология и гидрология, – 1999. – 310. – С. 33-40.
10. Оюунбаатар Д, Даваа Г, Хишигжаргал Н. Многолетние изменения режима водных ресурсов реки Ульдза. – Материалы международного симпозиума (Чита, 24 октября 2008 г.) // Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия. – Чита, 2008. – С. 119-123.