

УДК 911.2

## КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ И ОКЕАНИЧЕСКИЕ ГЕОСИСТЕМЫ: ГЕОГРАФО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ЕДИНСТВО И РАЗЛИЧИЕ

Напрасников А.Т.

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

Обоснована концепция географо-гидрологического единства геосистем на положениях оптимума физико-географического процесса и метода гидролого-климатических расчетов. Прежние тезисы уточнены и дополнены географическим содержанием. Приведены уравнения водного эквивалента радиационного баланса, максимально возможного климатического испарения за годовые и месячные периоды. В математической форме обоснованы отношения оптимальных условий увлажнения геосистем. Результаты анализа сопоставлены с известными гидрологическими параметрами суши планеты и Мирового океана. Выявлена планетарная континуальность геосистем: функциональный инвариант гидролого-климатического процесса, разность осадков и климатического испарения. Они рассматриваются как потенциальный ресурс развития геосистем и фактор их управления. На расчетах оптимума физико-географического процесса (эквивалентного равенства тепла и влаги) и отклонениях от него составлена схема географо-гидрологической организации геосистем континентов и океанов. Аргументировано положение, что в настоящее время планета находится в оптимальной тепловлагообеспеченности.

**Ключевые слова:** континентально-океанические геосистемы, географо-гидрологический процесс, климатическое испарение, атмосферные осадки, нормы оптимизации геосистем

## CONTINENTAL AND OCEANIC GEOSYSTEMS: THE GEOGRAPHICAL-HYDROLOGICAL UNITY AND DIFFERENCE

Naprasnikov A.T.

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

The rationale is presented for the concept of the geographical-hydrological unity of geosystems based on the statements of the optimum of the physical-geographical process and the method of hydrological-climatic calculations. New equations of the water equivalent of radiative balance, a maximum possible climatic evaporation for yearly and monthly periods, are provided. The optimum humidification conditions for geosystems are substantiated in mathematical form. The results of analysis have been correlated with the known hydrological parameters of the land surface of the globe and of the World Ocean. The study revealed a planetary continuity of geosystems: the functional invariant of the hydrological-climatic process, and the difference of precipitation and climatic evaporation. They are regarded as a potential resource of development of geosystems and as a factor for their governance. Calculations of the optimum of the physical-geographical process (an equivalent equality of heat and moisture) and the deviations from it were used to generate the scheme of geographical-hydrological organization of geosystems of continents and oceans. Arguments are provided in favor of the statement that nowadays the planet is in the regime of optimum heat and moisture supply.

**Keywords:** continental-oceanic geosystems, geographical-hydrological process, climatic evaporation, atmospheric precipitation, optimization norms of geosystems

Проблема общности континентальных и океанических геосистем возникла давно. Рассматривалась она с позиций многофункциональных связей, что вносило некоторую неясность в их обоснование. Основной целью настоящей работы явился географо-гидрологический поиск связей, а точнее функциональных инвариантов, единых для континентальных и океанических геосистем. В этой связи объектом исследования определены континентальные и океанические геосистемы, предметом – единый для них географо-гидрологический процесс.

### Основы географо-гидрологической организации геосистем

Географо-гидрологический синтез тепла и влаги, континентальных и океанических геосистем осуществлялся на положениях

концепции интенсивности физико-географического процесса, обоснованной А.А. Григорьевым [6]. Её теоретические и практические основы уточнены М.М. Будыко [5], В.С. Мезенцевым [9] и другими. Концепция инвариантов обосновывалась на эквивалентном равенстве ресурсов влаги и тепла. К настоящему времени география и гидрология сформировали четкие представления об оптимуме физико-географического процесса, роли в нем тепла и влаги. Вместе с этим возникла необходимость дополнения ее новейшими научными достижениями. Обозначим их в тезисной форме.

1. Тепло – это мера увлажнения. Если тепло не испаряет всю влагу, формируются гумидные геосистемы, при увеличении климатического испарения над атмосферными осадками – аридные.

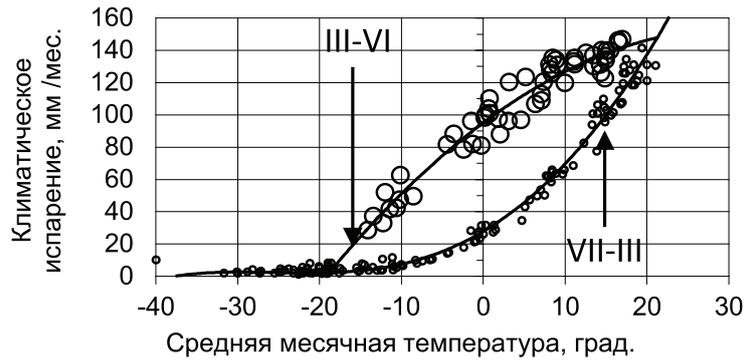


Рис. 1. Корреляция климатического месячного испарения с температурами воздуха

2. Метод гидролого-климатических расчетов основан на общности водного и энергетического балансов. Он разделяет атмосферную влагу ( $X$ ) и радиационное тепло, представленное климатическим испарением ( $E_k$ ), на гидрологические составляющие, объединенные степенным параметром  $n$ . Испарение ( $E$ ) представлено уравнением  $E = E_k[1+(E_k/X)^n]^{-1/n}$ .

3. Параметр  $n$  обоснован как функция:  $n_0 = -0,301/\lg E_{ув.п.}/E_k$ . Эта корреляция определена нами:  $n$  ув.п. = 11,62 ( $E_{ув.п.}/E_k$ ) - 6,2, где  $E_{ув.п.}$  - испарение с увлажненной поверхности [9]. Также обоснована связь параметра  $n$  с коэффициентом атмосферного увлажнения ( $X/E_k$ ):  $n_x = -1,31(X/E_k) + 4,2$ . Эти функции, отражающие состояние тепла и влаги, являются своеобразной осью, на которую как бы нанизаны соответствующие режимы геосистем планеты.

4. Совокупность энергетических преобразований подчиняется единому географо-гидрологическому инварианту ( $\beta$  ув.п.), - отношению затрат энергии на испарение с увлажненной поверхности ( $E_{ув.п.}$ ) к радиационному, то есть климатическому испарению ( $E_k$ ).

5. Информация по испарению с увлажненной поверхности представлена в монографии [7]. Обобщена и выражена нами корреляцией с суммой температур воздуха  $\geq 10^\circ C$ :  $E_{ув.п.} = 0,169T + 308$  мм. Данные по радиационному балансу ограничены и определяются через изученные температуры воздуха. Климатическое месячное испарение ( $E_{к.м.}$ ) рассчитано по данным станций Байкальского региона (рис. 1).

$$E_{к.м.}(III-VI \text{ мес.}) = -0,061t^2 + 3,7799t + 95,033, R^2 = 0,95;$$

$$E_{к.м.}(VII-III \text{ мес.}) = -0,00001t^4 + 0,0009t^3 + 0,1085t^2 + 3,0124t + 27,847; R^2 = 0,98.$$

Здесь имеют место две корреляции: - зимне-весенняя (III-VI мес.), характеризующая связь от весеннего равноденствия (20-21 марта) до летнего солнцестояния (21-22 июня), и летне-зимняя (VII-III мес.). Месячные суммы климатического испарения за год хорошо коррелируют с суммой температур воздуха выше  $10^\circ C$ :  $\Sigma E_{к.м.} = 0,139T + 474$ . Обоснование достоверности изложенных положений приводится в следующем разделе.

#### Расчеты водного баланса географо-гидрологическим методом

По данным «Мирового водного баланса...» [10], в пределах всей суши планеты осадки равны 800 мм, испарение - 485 мм. Чтобы рассчитать испарение, равное 485 мм, необходимо знать климатическое испарение. Не располагая такими данными, испарение определялось по трем водным эквивалентам радиационного баланса, то есть климатического испарения ( $E_k$ ): 600, 700 и 800 мм. Наиболее близкие значения к реальному испарению (485 мм), получены расчетные величины испарения при 600 мм и  $n = 2$ ; 700 мм, при  $n$ , равном 1,5 и 800 мм при  $n = 1,25$ . Во всех случаях диапазон расчетного испарения составил 481-496 мм. Наиболее вероятное испарение обеспечило ( $E_k$ ), равное 700 мм, с параметром  $n = 1,5$ . Установленные коэффициенты увлажнения в трех вариантах составили 1,1-1,26. Следовательно, геосистема суши планеты переувлажнена и находится в оптимально избыточном увлажнении.

На о. Новая Гвинея, по данным [10], среднее количество осадков равно 3080, испаряется 1210 мм. По расчетам климатического испарения 1500 и осадках 3080 мм, при  $n = 1,25$ ; 1,3 и 1,4, а также при 1600 мм

и  $n = 1,25$  диапазон расчетного испарения с суши составит 1172–1231 мм. В этих пределах находится вышеприведенная цифра 1210 мм. Диапазон параметра  $n$  составил: 1,25–1,4, а коэффициента увлажнения – 2,12–2,26. На острове выпадает значительно больше осадков, чем может испариться.

Во внутренних континентальных геосистемах достоверность расчетов, составляющих водного баланса, определялась по данным Байкальского региона и приведенным корреляциям. Установлено, что испарение следует рассчитывать при  $n = 3$ .

В расчетах для водной поверхности океанов использованы данные, приведенные в [4]. Для Северного, Южного полушарий и всей акватории Мирового океана были определены элементы водного и теплового балансов. Климатическое испарение ( $E_k$ ), соответственно, составило: 1260; 1378 и 1323 мм; испарение с водной поверхности ( $E_0$ ): 1119, 1130 и 1125 мм; атмосферные осадки ( $X$ ): 1167; 916 и 1042 мм при  $n$ : 3,3; 2,9 и 3,2, а коэффициенты атмосферного увлажнения ( $X/E_k$ ) – 0,9; 0,7; 0,85. На океаническую поверхность выпадает меньше осадков, чем испаряется. Следовательно, геосистемы океана находятся в зоне недостаточного атмосферного увлажнения, но весьма близки к оптимальному увлажнению суши. Это свидетельствует о едином функционировании океанических и континентальных геосистем, обеспечивающих оптимальный режим увлажнения.

Таким образом, элементы водного баланса геосистем возможно определять географо-гидрологическим методом. Он отражает их естественную динамику планетарного географо-гидрологического процесса.

#### **Анализ географо-гидрологического процесса**

Изложенные примеры позволяют перейти к анализу тренда географо-гидрологического процесса и оценке его роли в пространственной организации составляющих водного и теплового балансов. Приведенный водно-энергетический баланс показал, что количественные изменения гидрологического процесса определяются соотношением тепла и влаги: (коэффициентом увлажнения) и их разностью – водно-энергетическим потенциалом.

Географо-гидрологическое функциональное единство континентальных и океанических геосистем анализировалось посредством связей разностей ( $\pm \Delta X$ ) с коэффициентами атмосферного увлаж-

нения ( $\beta_x$ ). На большом статистическом массиве данных получены следующие корреляции (рис. 2). Геосистемы группируются по водно-тепловому потенциалу. Границы разностей являются не только барьерами, но и частью географического континуума. В практике хозяйственной деятельности к таковым относятся орошение и осушение земель.

Направляющим вектором гидрологического процесса является разность тепла и влаги, стремящаяся к нулевым, оптимальным значениям. В этих условиях избытки влаги просто выбрасывает интенсивным стоком, а избытки тепла выносятся конвективными потоками. Тренды графиков (рис. 2) фиксируют единую направленность планетарных изменений режимов увлажнения. Эволюционный вектор водно-энергетического процесса направлен от крайне аридных геосистем к крайне гумидным, в которых выражается равенством влаги и тепла, то есть оптимальным соотношением.

Последовательность процесса следующая. В областях недостаточного увлажнения закономерно уменьшается дефицит влаги с ростом коэффициентов увлажнения. В областях оптимального увлажнения, благодаря структурной емкости почв и атмосферному равенству тепла и влаги, избытки влаги в пределах 500–1000 мм стабилизируются. Это оптимальное количество влаги, которое может вместить деятельный слой почвогрунтов. Последующее увеличение атмосферного увлажнения сопровождается формированием гидроморфных почв, развитием на их поверхностях водоемов. Это переход от континентальных геосистем к океаническим. Согласно графикам, нулевые значения разностей тепла и влаги начинают исчезать на континентах при коэффициентах увлажнения 2–3, а в мировом океане 3–4.

#### **Картографическое отображение географо-гидрологической организации геосистем**

Отмеченные разности (дефициты и избытки влаги) определялись для почвенных комплексов на основе Почвенной карты мира [11]. В анализе планетарной организации геосистем учитывалась карта разностей осадков и максимально возможного испарения на континентах планеты [1]. Подобная карта на акваторию Мирового океана приведена в монографии [10]. Литературный обзор по данной тематике приведен в работе [7].

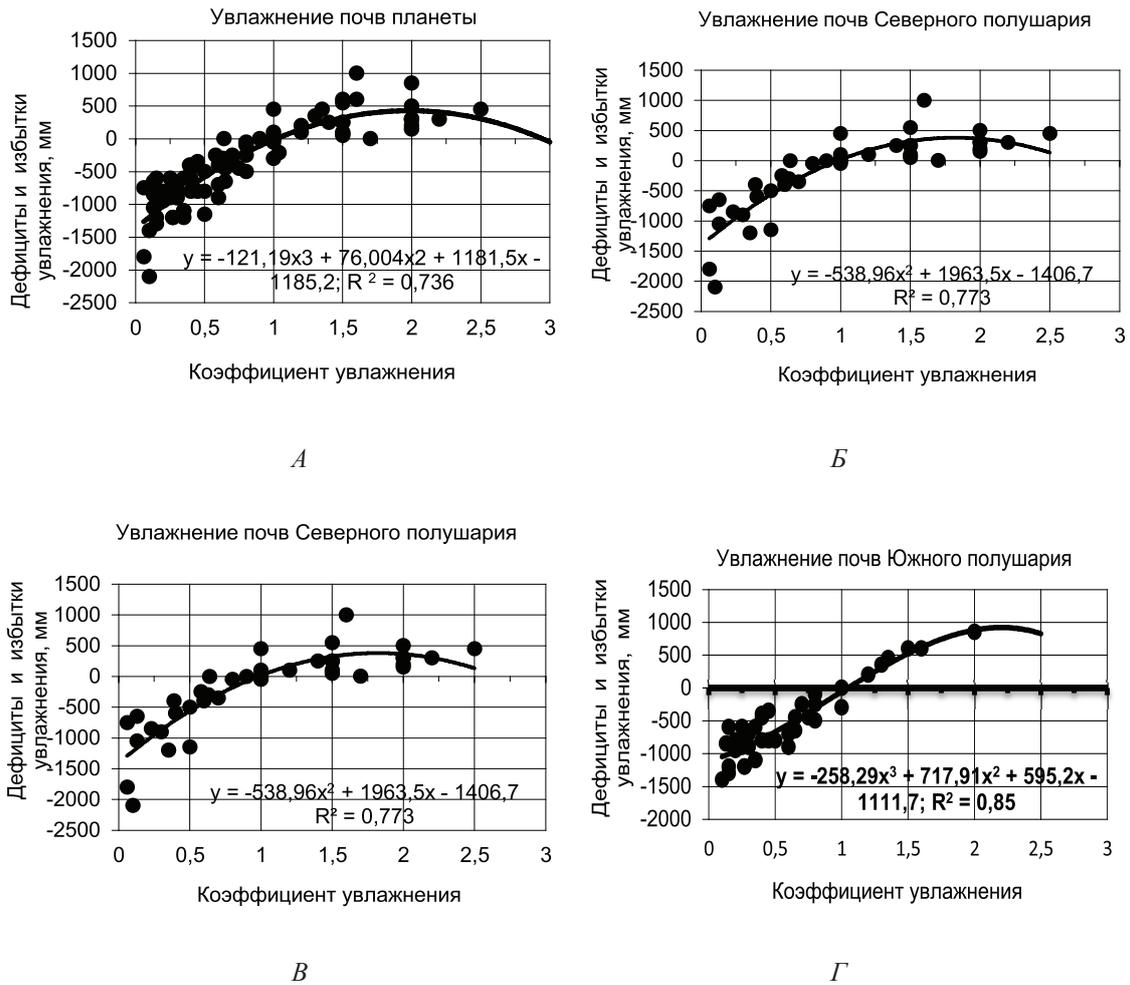


Рис. 2. Корреляции между дефицитами, избытками влаги ( $\pm \Delta X$ ) и коэффициентами атмосферного увлажнения ( $\beta_x$ )

**Планетарная геосистема.** На приведенных положениях составлена «Схема географо-гидрологической организации геосистем планеты» (рис. 3). Геосистемы разных уровней сгруппированы по единому признаку – дефицитам влаги и тепла, определенных относительно их оптимальных соотношений. Изолинии отражают разность атмосферных осадков и климатического испарения. При этом содержание карты не ограничилось отражением естественных дефицитов или избытков влаги. Схема несет информацию об оптимизации антропогенных геосистем.

Обоснованы три крупных географо-гидрологических пояса планеты: два холодных полюсных (арктический (I) и антарктический (III)) и один теплый внеполюсный (II), центральный. В полюсных преобладают геосистемы избыточного увлажнения,

а в неполюсном – как недостаточного, так и избыточного увлажнения.

Подобная дифференциация созвучна с планетарными физико-географическими поясами – тропическим и двумя внетропическими, предложенными К. Троллем [12], которые считаются выражением общепланетарной зональности. Ученый одним из первых представил всю область геосистем планеты с наземной жизнью в виде обобщенной графической модели. Предлагаемая нами географо-гидрологическая модель поясов не выходит за ее пределы. А.Г. Исаченко [8] выделил пять крупных географо-климатических поясов: два холодных гумидных, два жарких аридных и один жаркий гумидный. При их генерализации получим три уже приведенных пояса с преобладающими условиями тепловлагообеспеченности.

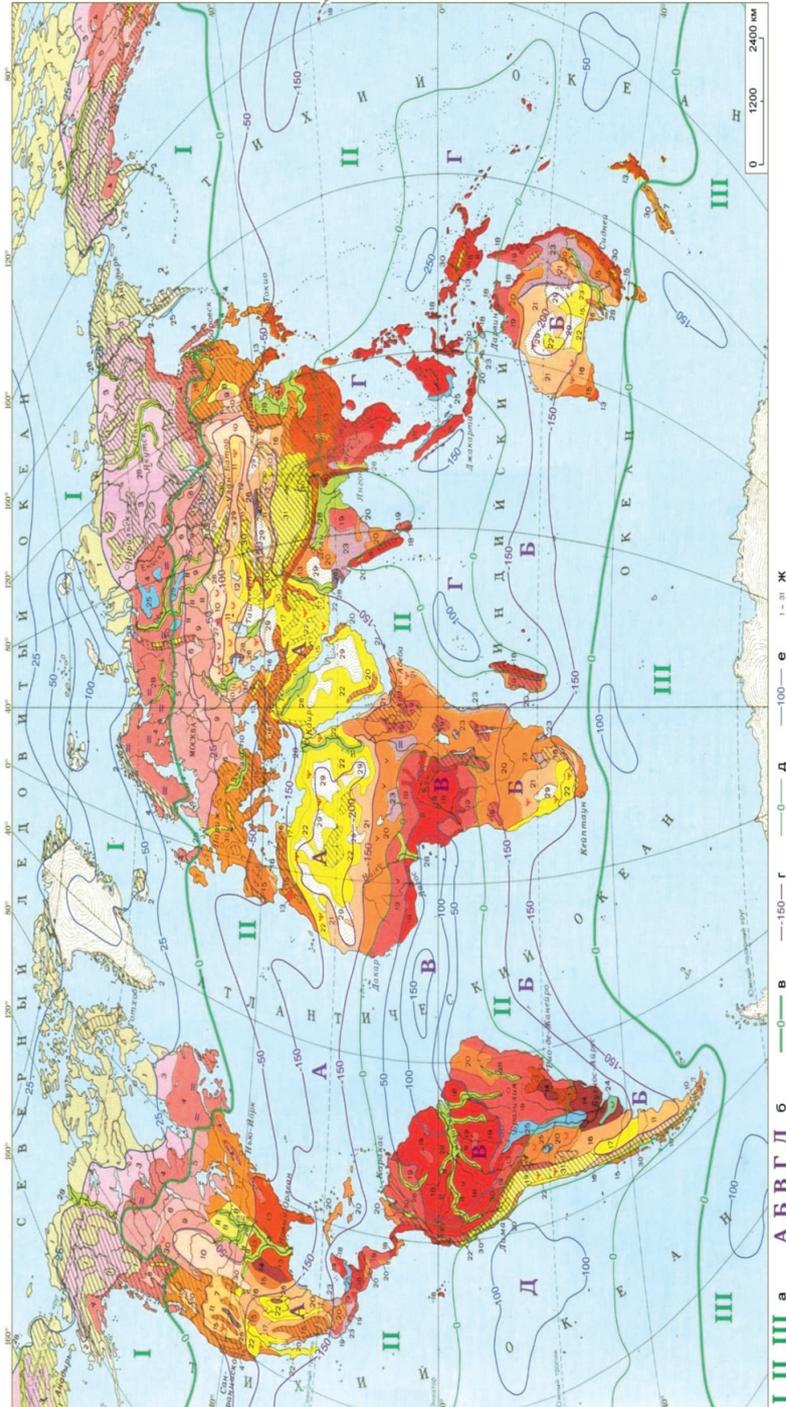


Рис. 3. Схема географо-гидрологической организации геосистем планеты. Условные обозначения к рис. 3: а – планетарные пояса; I – полюсный арктический, II – внеполюсный центральный, III – полюсный антарктический; б – континентально-океанические геосистемы: А – Сахаро-Атлантическая, Б – Австралия-Южно-Африканская (окоптуриваемые изолинией минус 150 см), Д – Андо-Тихоокеанская (окоптуриваемая нулевой изолинией); В – Конго-Амазонская, Г – Индокитай – Индонезийская (окоптуриваемые нулевой изолинией); в – нулевые изолинии между планетарными географо-гидрологическими поясами; г – зональные и региональные изолинии дефицита влаги в см; д – зональные и региональные изолинии избытка влаги в см; е – I-31 – почвенные комплексы; 1 – арктические и тундровые, 2 – дерново-торфянистые, 3 – мерзлотно-таежные, подзолистые, 4 – подзолистые, 5 – дерново-подзолистые, 6 – серые лесные, 7 – бурые лесные, 8 – черноземовидные прерий, 9 – черноземы, 10 – каштановые, 11 – бурые полупустынные, 12 – серо-бурые пустынные, 13 – желтоземы и красноземы влажных субтропических лесов, 14 – красноато-черные прерий, 15 – коричневые сухих лесов, 16 – серо-коричневые кустарниковых степей, 17 – сероземы полупустынь, 18 – красно-желтые ферраллитные влажных тропических лесов, 19 – красные ферраллитные высокогорных саванн, 20 – коричнево-красные и красно-бурые саванн и сухих лесов, 21 – красноато-бурые опустыненных саванн, 22 – пустынные субтропические и тропические, 23 – черные и серые тропические, 24 – дуговые, 25 – болотные, 26 – солончаки, 28 – аллювиальные, 29 – пески, 30 – горно-луговые и горные лугово-степные, 31 – высокогорные пустынные

*Полюсные геосистемы.* На планетарном уровне границей между поясами служит нулевая разность атмосферных осадков и климатического испарения. Она разделяет геосистемы избыточного и недостаточного увлажнения. В Северном полушарии граница Арктического пояса (I) проходит южнее Северного полярного круга по южной окраине подзолистых почв и их горных модификаций. В метровом слое этих почв средняя годовая влажность превышает наименьшую влагоемкость. В почвах Заполярья она достигает полной влагоемкости или накапливается на поверхности, формируя небольшие водоемы, постоянные снежники и ледники. Ближе к Северному полюсу на океанических островах распространены арктические и дерново-торфяные субполярные почвы, которые ограничиваются изолинией в 250 мм избыточного увлажнения.

В восточном секторе океана и на о. Гренландия избыток увлажнения достигает 500 мм. В данном ареале имеет место и нулевое равенство осадков и климатического испарения. Это характерно пустынным локальным фациям с минимальными осадками и ресурсами тепла. В районе Северного полюса избыток влаги изменяется в пределах 250–500 мм.

В Южном полушарии граница Антарктического пояса (III) проходит северней Южного полярного круга, приближается к 40° ю.ш. Он самый высокий и холодный материк. Атмосферные осадки в центре материка составляют 50–100 мм, по окраинам – 400–600 мм. Из них на питание ледникового покрова или избыточное увлажнение тратится в центре материка 50–100 мм. Содержание обоих полярных поясов циркумполярное, асимметричное. Между ними сформировался внеполярный (II), теплый пояс географо-гидрологических процессов с дефицитами и избытками влаги и тепла.

*Геосистемы умеренного пояса планеты.* Внеполюсная геосистема включает природные комплексы недостаточного и избыточного увлажнения, а также водные массы океанов. В Европе, Сибири, в Северной Америке к югу от нулевой разности осадков и климатического испарения зональной полосой протянулись дерново-подзолистые почвы. На их южной границе недостаток увлажнения достигает 250 мм. С большим недостатком атмосферного увлажнения сформировались черноземы и отдельные фрагменты серых лесных почв степей и лесостепи. Бурые лесные почвы смешанных лесов приурочены к краям континентов,

к сфере увлажняющего влияния океанов и морей. На их южной границе недостаток влаги достигает 500 мм.

Несмотря на разные формы океанических воздействий, в Евразии и Северной Америке сформировались единые географо-гидрологические центры континентальных геосистем. Они представлены каштановыми почвами сухих степей, бурыми полупустынными и серо-бурими пустынными с дефицитом влаги более 750–1000 мм. Это наиболее устойчивые ядра недостаточного увлажнения континентальных ландшафтов. Являются они не столько организующим началом, сколько физическими центрами, относительно которых линейно или концентрически представлены зональные полосы внутриконтинентальных геосистем.

*Геосистемы экстремальноаридного увлажнения тропиков.* К ним относятся: Сахаро-Атлантическая (А), Австралийская Африкано-Южноамериканская (Б) и Андо-Тихоокеанская (Д) геосистемы. Находясь в сферах влияния Северного и Южного тропиков, для них характерно малое увлажнение, высокая теплообеспеченность, тропическая циркуляция воздушных масс, частые проявления антициклонов, редкая облачность.

Сахаро-Атлантическая геосистема включает ландшафты Сахары, Аравийского полуострова, Иранского нагорья, Гоби, юга Северной Америки, Багамские и Большие Антильские острова, и прилегающие акватории Атлантического океана. Характеризуются они экстремальной тепло-влажностнообеспеченностью. В Сахаре выпадает 10–25 мм осадков, испарение минимальное, дефицит влаги составляет 2000–2500 мм. В Атлантическом океане в районе Багамских островов сумма осадков достигает 800–1200 мм, испарение с водной поверхности больше 2400 мм. Общий дефицит атмосферной влаги составляет более 1500 мм.

Австралийская Африкано-Южноамериканская геосистема включает центральную часть Австралии, опустыненные ландшафты юга Африки и Южной Америки, воды Южного тропика Индийского и Атлантического океанов. На острове Австралия осадки равны 150–300 мм, испарение – 150–200 мм, максимальный дефицит влаги – 1500–2000 мм. На юге Африки и Южной Америки выпадает 100–400 мм атмосферных осадков, испарение изменяется в пределах 100–200 мм, максимальный дефицит влаги составляет 1000–1500 мм и более. В Атлантическом и Индийском

океанах на локальных водных поверхностях испарение превышает количество осадков на 800–1200 мм. Оконтуривается вся геосистема изолинией дефицитов влаги в 1500 мм.

Андо-Тихоокеанская геосистема включает ландшафты подножья гор Анд и прилегающие воды Тихого океана. На суше преобладают серо-коричневые, коричневые, каштановые и черноземные почвы степей пустынь и саванн. С водной поверхности Тихого океана испаряется около 800 мм, а осадков выпадает 800–1200 мм. Дефицит влаги изменяется от нулевых значений до 500–1000 мм. При повышенном притоке атмосферной влаги геосистемы тропиков могут коренным образом измениться до оптимального увлажнения, что неоднократно повторялось в прошлые климатические эпохи. Но для этого потребуются дополнительный колоссальный приток атмосферных осадков. При потеплении климата аридные ландшафты практически не изменятся, так как находятся на крайнем пределе недостаточного увлажнения.

*Геосистемы экстремальногумидного увлажнения экватора.* Между континентально-океаническими геосистемами тропиков с крайне низким увлажнением сформировались ландшафты повышенного экваториального увлажнения: Конго-Амазонская (В) и Индокитай-Индонезийская (Г). По их внешней границе проходит изолиния нулевых разностей. На суше по периферии она окаймляет оптимальные и временно переувлажненные коричнево-красные почвы саванн. В центре территории избыток влаги достигает 1500 мм.

В бассейне р. Амазонки почвы красно-желтые ферраллитные постоянно влажных тропических лесов. Атмосферные осадки выпадают в пределах 2000–3200 мм/год, испарение равно 1000–1250 мм. Избыток атмосферных осадков составляет 1000–2000 мм. В бассейне р. Конго выпадает около 1600–2000 мм осадков, испарение равно 1000–1250 мм, избыток влаги достигает 500–1500, в пределах водной поверхности Атлантического океана избыток атмосферного увлажнения составляет около 1500 мм.

Индокитай-Индонезийской геосистеме характерны красно-желтые ферраллитные почвы влажных тропических лесов. Количество осадков колеблется в больших пределах (2750–3200 мм), а испаряется 1250–1600 мм, избыток увлажнения достигает 2000 мм.

Склоновые геосистемы с экстремальными режимами не формируют тотального

переувлажнения почв. Избыточный приток атмосферных осадков нейтрализуется мощным тепловым испарением, инфильтрацией и гидравлическим сбросом вод, которые снижают влажность почв до оптимального увлажнения. Однако в долинах и на равнинах избыток влаги накапливается в аллювиальных и болотных почвах с временным слоем воды над их поверхностью. В современных климатических условиях в увлажненных геосистемах экватора избыток влаги не превышает 2000 мм. Это влага переувлажненных почвогрунтов (2,5–5,0 м) в пределах наименьшей и полной влагоемкости. В периоды засух она частично компенсирует недостаток атмосферных осадков. В условиях повышенного притока осадков избыток влаги нейтрализуется мощным гидрологическим стоком. Переувлажнение почв остаётся устойчивым. Видимо, данный процесс преобладает в эволюции геосистем. Подтверждением являются сохранившиеся к настоящему времени самые древние почвы экватора [2]. По приведенным данным, континенты переувлажнены, атмосферных осадков над акваторией океанов выпадает несколько меньше, чем испаряется.

### Заключение

Концепция оптимума физико-географического процесса и метода гидролого-климатических расчетов внесли в теоретическую и практическую гидрологию географический фактор – «точку» отсчета развития гидрологического процесса. Функциональный инвариант – соотношение между испарением увлажненной поверхности и климатическим, расширил рамки определения составляющих водного и теплового балансов. Представленная схема (рис. 3) отразила индивидуальные свойства континентальных и океанических геосистем и, вместе с этим, их общность. Все геосистемы являются частями географо-гидрологического континуума планеты.

В работе отмечена тенденция прогнозных изменений геосистем. Прослеживается неоднозначный отклик на похолодание или потепление климата с вариациями повышенного или пониженного увлажнения. Если современные и прогнозные состояния увлажнения будут совпадать, то не следует ожидать каких-либо преобразований, но при противоположных тенденциях режимы геосистем коренным образом изменятся. Следовательно, начнет изменяться только

часть геосистем. В настоящее время планета находится на пике оптимального увлажнения, что, видимо, является признаком наступления холодного периода с продолжительным влажным режимом. Для Земли не характерны эпохи тотальной экстрааридизации. Она постоянно живет в ледниковых или межледниковых периодах.

#### Список литературы

1. Агроклиматический атлас мира. Под ред. И.А. Гольцберг. М.-Л., 1972. – 117 с.
2. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. – М.: Наука, 2005. – 223 с.
3. Атлас океанов. Т. 1. Тихий океан. – Л.: 1974. – Т. 2. Атлантический и Индийский океаны. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 55 с.
4. БСЭ. Океан. – М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1974. – С. 330–335.
5. Будыко М.И. Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 470 с.
6. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды // Избранные теоретические работы. – М., 1966. – 382 с.
7. Зубенко Л.И. Испарение на континентах. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 264 с.
8. Исаченко А.Г. Системы и ритмы зональности // «Изв. Всесоюз. геогр. об-ва», 1971. – Т. 103. – Вып. 1. – С. 14–26.
9. Мезенцев В.С. Расчеты водного баланса. – Омск, 1976. – 75 с.
10. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 639 с.
11. Почвенная карта Мира. Под ред. В.М. Фридланда // БСЭ. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1975. – Т. 20. – С. 446–447.
12. Troll C. Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord – und Sudhalbkugel. – In Bericht uber das Ceobotanische Forschungsinstitut Rubel in Zurich fur das Jahr 1947, Zurich, 1948, P. 46–83.