

УДК 911.2

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ НАЧАЛО В ГИДРОЛОГИИ И МЕЛИОРАЦИИ**Напрасников А.Т.***Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: r.kodar@mail.ru*

Ввиду отсутствия географической концепции гидрологического процесса и недоучета в хозяйственной деятельности основ сотворчества человека с природой обоснованы географо-гидрологические (теоретические и методические) подходы к изучению формирования режимов водного и энергетического балансов. Методический аспект определен последовательным обоснованием пространственных изменений тепла и влаги в приземной атмосфере и почвах, теоретический – в разработке методов оценки их режимной и структурной организации. В методе гидролого-климатических расчетов единство водного и энергетического баланса выражено параметром *n*. Выявлена его корреляция с планетарно-космическим коэффициентом увлажнения и почвенно-ландшафтным коэффициентом полной соразмерности влаги и тепла – отношением испарения с увлажненной поверхности к предельному испарению. Показана планетарная динамика стока. Корреляция стока с параметрами внешней среды в пределах любого ландшафта может быть функцией стока других систем. Высказано положение о стабилизирующих гидрологических функциях ландшафтов и почв. В условиях активного притока избыточных вод почвы освобождаются от них интенсивным стоком, а избыток тепла уходит в атмосферу конвективным потоком.

Ключевые слова: функции географии, гидрологические системы, водные и тепловые ресурсы, траектории развития стока, нормы орошения и осушения

THE GEOGRAPHICAL PRINCIPLE IN HYDROLOGY AND MELIORATION**Naprasnikov A.T.***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: r.kodar@mail.ru*

For lack of the geographical concept of the hydrological process and inadequate consideration for the bases of joint creativity of Man and Nature in economic activity, the geographical-hydrological (theoretical and methodological) approaches to studying the formation of the water and energy balances have been substantiated. The methodological dimension was determined by a consistent substantiation of spatial changes in heat and moisture in the surface layer of the atmosphere and in soils, and the theoretical dimension was justified by developing methods for assessing their regime and structural organization. In the method of hydrological-climatic calculations, the unity of the water and energy balance is expressed by the parameter *n*. The study revealed its correlation with the global-space humidity factor and the soil-landscape factor of full proportionality of moisture and heat, i.e. the ratio of evaporation from a humid surface to marginal evaporation. The global runoff dynamics is demonstrated. A correlation of the runoff with environmental parameters within any landscape can be a function of the runoff of other systems. It is suggested that landscapes and soils have stabilizing hydrological functions. In conditions of an active input of extra waters, the soil rids itself from them through an intense runoff, and excess heat is transported to the atmosphere by the convection flow.

Keywords: functions of geography, hydrological systems, water and thermal resources, runoff development paths, irrigation and drainage rates

География является ассоциацией естественных наук. Этим обосновывается в них единое географическое начало. Утверждается определяющая роль географии в теории и практике гидрологических знаний, в хозяйственной деятельности человечества – мелиорации.

В настоящее время единство водного и энергетического балансов определяется связывающим их параметром *n* с диапазоном 2–3. Однако его значения для крупных природных систем, континентов, океанов и в целом для планеты Земля иные. Подобная неопределенность не обеспечивает решение ряда теоретических и практических проблем в географии, гидрологии и мелиорации почв.

В этой связи основной целью работы явилось обоснование методов географического единства в водном и энергетическом балансах природных и хозяйственных систем.

Проблемы решались на базе метода гидролого-климатических расчетов, на знаниях географии и гидрологии последних ста лет. Эти достижения изложены в многочисленных работах отечественных и зарубежных ученых [1–7].

С целью совершенствования гидрологических методов использовались масштабные исследования 90 бассейнов притоков Амура [8], которые дополнились многолетними данными почвенной влаги. Базовой информацией послужили измерения региональных агрономических станций Сибири и Дальнего Востока и обобщенный труд Дальневосточного научно-исследовательского института [9]. В нем систематизированы обширные материалы наблюдений над влажностью почв в Якутии, Бурятии, Забайкальском, Хабаровском и Приморском краях.

**Планетарное единство
гидрологического процесса**

Развитие природных систем координируется физико-географическим процессом в пространстве и времени. География – одна из немногих научных дисциплин, которая изучает пространственно-временные изменения, ведущие эволюцию биосферы. Естественная общность множественных структур и режимов связывает прошлое и настоящее развитие. В современный век научно-технического прогресса данная общность раскрыта еще не полностью. Однако в теории и практике географических исследований уже имеются достижения, посредством которых решаются актуальные проблемы гидрологии.

Известно, что гидрологический процесс – это круговорот влаги и тепла в природных средах, который является неотъемлемой частью физико-географического процесса. Под географической общностью понимается единое пространственное изменение характеристик в природной среде. Географическая общность тепла и влаги реализуется через единство водного и энергетического балансов. В современном географо-гидрологическом анализе единство представлено уравнением испарения:

$$E = E_m [1 + (E_m/X)^n]^{-1/n} \quad (1)$$

Определяющая роль принадлежит параметру n , связывающему водные и энергетические балансы. Это универсальный географо-гидрологический функционал. Уравнение представлено атмосферными осадками (X) и предельным ресурсом испарения (E_m) – водным эквивалентом радиационного баланса.

В современной практике гидрологических расчетов параметр n применяется в пределах 2–3 единиц. Однако этот диапазон не обеспечивает расчет испарения с экстратумидных и экстрааридных ландшафтов, с континентов и Мирового океана.

Решение задачи осуществлялось планетарным обоснованием параметра n практически для всех ландшафтов Земли. Выявлены корреляции параметра n с коэффициентами атмосферного увлажнения и с дефицитами или избытками атмосферных ресурсов. Такими являются корреляции (2), (3) и графики А и Б (рис. 1):

$$n = 11,62 (E_0/E_m) - 6,22, \quad (2)$$

$$n = -1,54X/E_m + 4,4. \quad (3)$$

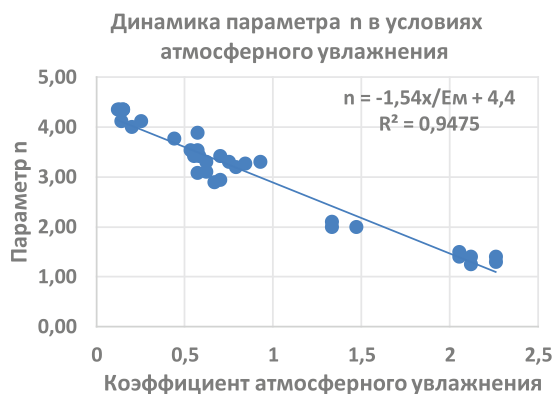
Поиск предельных и оптимальных энергетических ресурсов

Энергетические ресурсы – это радиационный баланс. Он представлен водным эквивалентом – предельным планетарно-космическим испарением (E_m) и испаряемостью (E_0) с увлажненной поверхности. Их измерения немногочисленные и определяются через суммы температур выше 10 °С. Имеются убедительные обоснования подобных связей [1, 2–5, 7].

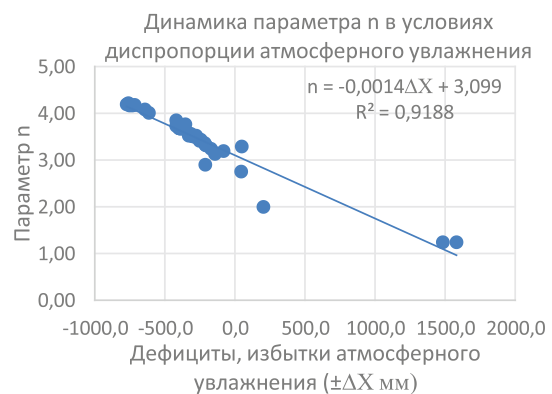
$$E_m = 0,164 \Sigma T \geq 10^\circ C T + 468, \quad (4)$$

$$E_m = 0,2 \Sigma T \geq 10^\circ C T + 306, \quad (5)$$

$$E_0 = 0,168 \Sigma T \geq 10^\circ C T + 311. \quad (6)$$



А



Б

Рис. 1. Общность параметра n с режимами и ресурсами приземной атмосферы

В практике гидрологических расчетов эти уравнения не всегда применимы (отсутствие данных по суммам температур). В этой связи был осуществлен поиск связей энергетических ресурсов с другими независимыми источниками. На юге Восточной Сибири и Дальнего Востока выявлена региональная корреляция с атмосферными осадками и коэффициентами увлажнения:

$$E_m = 321X/E_m + 586, \quad (7)$$

$$E_m = 0,35X + 612. \quad (8)$$

Осуществлен анализ расчетов предельного и оптимального испарения. В пределах юга Восточной Сибири и Дальнего Востока приведены средние арифметические значения всей выборки. В скобках указаны стандартные отклонения. По уравнению (4) среднее значение E_m составило 785(60) мм, по уравнению (6) – 784(48) мм, по уравнению (7) – 780(54) мм.

E_m , определенное по уравнению В.С. Мезенцева [5], для всей выборки равно 690 (73) мм. По данным станций Сибири и Арктики E_m , среднее арифметическое всей выборки составило 674(70) мм. E_o , определенное по корреляции (6), равно 636(80).

Первые три цифры E_m : 785(60), 784(48) и 780(54) близки к месячным суммам предельного, радиационного испарения за годовой период [6]. Последующие значения отражают испаряемость (E_o) с достаточно увлажненной поверхности: 690(73), 674(70), 636(80). По корреляции В.С. Мезенцева [5], соответствующее значение E_m равно 690(73) и находится между предельным и оптимальным испарением. Эти значения близки к радиационному испарению, определенному для Сибири – 674(70). Подобные различия и общность объясняются тем, что вышеприведенные корреляции получены метеорологическим методом, с учетом только летнего положительного, остаточного баланса. Следует подчеркнуть, что корреляция радиационного испарения с температурами определялась по станциям России, которые преобладающе находятся в зоне избыточного увлажнения, то есть отражают испаряемость. Видимо, корреляция В.С. Мезенцева в большей мере характеризует оптимальное испарение с увлажненной поверхности.

Сложно осуществлять гидрологические расчеты, когда отсутствуют данные по ряду составляющих баланса. В нашем случае представилась уникальная возможность использовать данные по атмосферным осад-

кам на весь бассейн из гидрологического справочника [9]. Однако данные по предельному испарению отсутствуют.

В целях определения E_m на речные бассейны применили метод итерации. Для каждой градации в 50 мм максимального испарения (350–950 мм), при известных осадках рассчитали испарение. Это позволяет интервал, в котором рассчитанное испарение совпадает со справочным, принять за предельное испарение всего бассейна. В дальнейшем выявлена корреляция рассчитанного руслового стока с атмосферным увлажнением и параметрами дефицита, избытка атмосферного увлажнения (графики рис. 3).

Фазы гидрологического процесса

Формирование начала стока. Географическое движение составляющих процесса выражено связью стока с режимом среды и ресурсом, обеспечивающих его развитие. Это планетарно-космические и почвенно-ландшафтные факторы, формирующие гидрологические системы, их фазы и структуры.

Гидрологический процесс начинается с отклонения от определенной точки, с проявлением градиентных свойств пространств: широтных, долготных и высотных. Без них немислима термодинамика любого ландшафта. При включении в анализ градиентных субстанций проявляются пространственные сходства и различия. Подобными примерами могут быть интервалы траекторий стока на графиках рис. 2. Это интервалы начала формирования стока, последующего роста, достижения максимума и затухания.

Увеличение влаги над тепловым ресурсом обеспечивает последовательную трансформацию водных режимов, преобразование гидрологических циклов. Это закономерное явление, которое подтверждается концепцией – природные системы не мыслятся без энергетического ресурса и необходимого условия развития – воды.

Подобные состояния имеют место в субарктике. В ней большую часть года вода находится в твердом состоянии, сток эпизодический. Вода концентрируется в небольших понижениях и озерах. Ярко выражено начало развития процесса, его быстрое завершение. Фактически при остром недостатке тепла различия в увлажнении отступают на второй план. Последующие стадии не формируются, а замещаются атмосферным водно-энергетическим обменом.

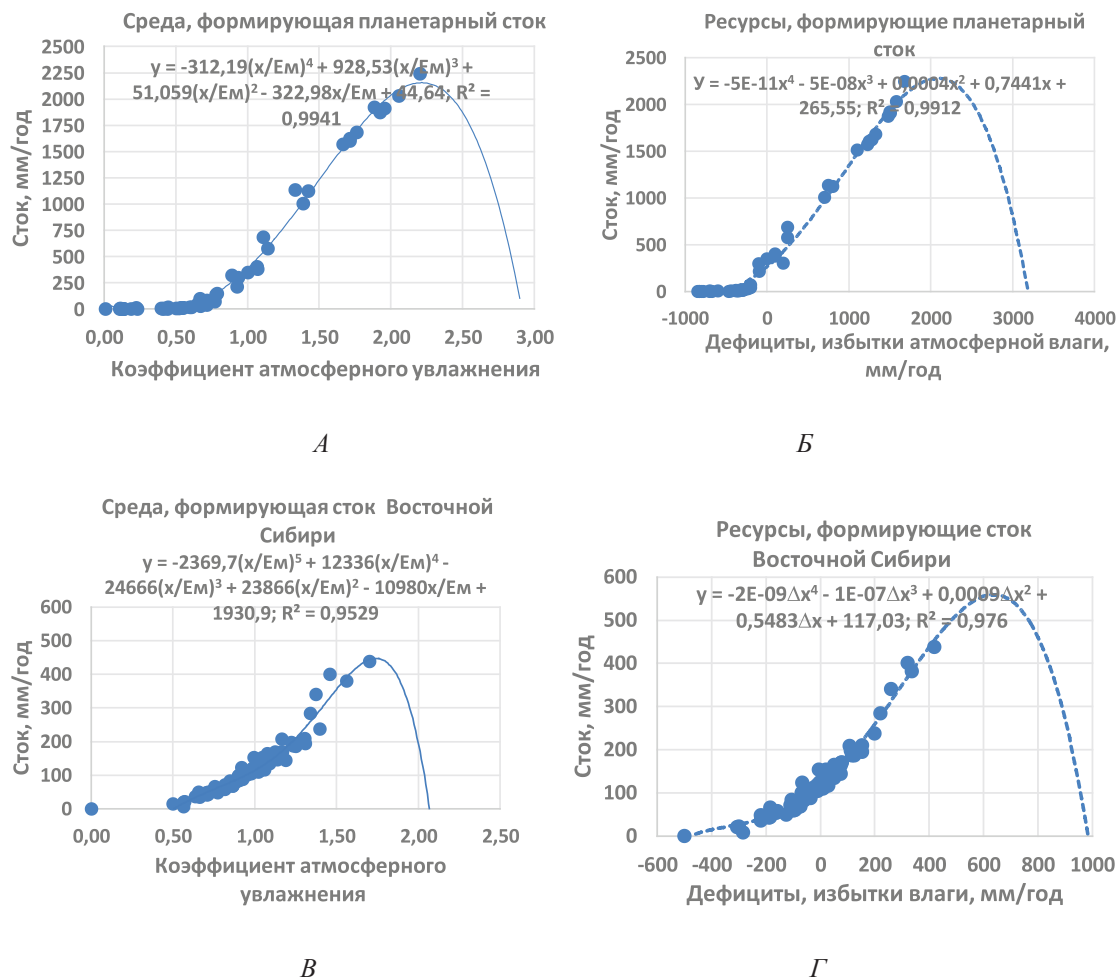


Рис. 2. Динамика траекторий речного стока

Фазы последующего развития стока. Планетарный сток, обусловленный атмосферным увлажнением, начинается с нулевых значений коэффициента увлажнения, достигает максимума при 2,25, завершается при 2,95. На юге Восточной Сибири и Дальнего Востока диапазон процесса несколько уже: начинается также с нулевых величин коэффициента увлажнения, максимум проявляется при 1,75, завершается при 2,15.

Планетарный сток, обусловленный ресурсами дефицитов, избытков увлажнения начинается с дефицита минус 1000 мм, максимум формируется уже при избытке влаги – 2200 мм, затухает при предельном избытке водного ресурса – 3200 мм. На юге Восточной Сибири диапазон дефицитов и избытков влаги существенно меньше. Сток начинается с минус 500 мм, достигает максимума при избытке влаги в 650 мм и полностью прекращается при 900 мм.

В локальных местоположениях сток увеличивается до максимума, при коэффициенте увлажнения несколько превышающем единицу – формируется в диапазоне атмосферного и почвенного увлажнения 1,0–1,35. Дефициты и (или) избытки влаги являются практически нулевыми.

Во всех случаях проявляются три фазы развития: нулевая, максимальная и завершающая. Начальная стадия является тепловой с нулевым или крайне минимальным стоком. Ей соответствует коэффициент планетарно-космического увлажнения ниже 0,25–0,5. Параметр *n*, связывающий водный и энергетические балансы, имеет значение больше 3.

Предельное развитие стока. Элементы гидрологического процесса в своем развитии завершаются на вершине соотношения тепла и влаги. Данный предел характеризуется неравновесным состоянием

ем в непрерывных средах. Представлен он коэффициентами планетарно-космического увлажнения, ресурсами дефицитов и (или) избытков влаги. Отклонения от гидрологического предела указывают на возможные направления развития гидрологического процесса. Система достигает максимального развития и вместе с этим начинает деградировать. Преобразование руслового стока в сплошной наземный отмечается при полной влагоемкости почв и при параметре n , равном 2,3. При его меньших значениях и коэффициенте увлажнения 2,25 русловой сток преобразуется в неограниченное движение водных масс, подобное перемещению озерных, морских и океанических вод. Это водная заключительная фаза преобразования стока суши в движение вод озер, морей и океанов.

Сток в завершающей фазе развития. Все элементы гидрологического процесса информационно располагаются в пределах тренда от нулевых до максимальных значений. За максимальным пределом прослеживается инертное, но мгновенное преобразование динамики массивных вод в иные фазовые и структурные состояния. В этих условиях завершающий процесс обеспечивает формирование единых свойств всех частей гидрологической системы. На планете Земля близки к такому состоянию ледники и океанические глубинные придонные водные массы с отрицательными температурами.

Предел развития гидрологического процесса – защитная функция ландшафта. Динамика гидрологического процесса многофазовая, о чем свидетельствует изменение стока на юге Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также в пределах планеты Земля. Начинается сток с минимального количества воды при любом положительном радиационном балансе. Это соответствует максимальной диспропорции между теплом и влагой. Последующий рост осадков уменьшает диспропорцию, увеличивает стоковую составляющую. На вершине гидрологического процесса при максимальных осадках и радиационном испарении сток предельный. Он формируется в практически закрытой природной среде, как бы в нулевом термодинамическом состоянии с максимальной энтропией.

Последующее увлажнение отрицательно влияет на жизнедеятельность ландшафтов. Этот факт обусловил формирование в нем защитных реакций. Ландшафты суши начинают естественно избавляться от лишних атмосферных осадков. С ростом из-

бытков влаги интенсивно увеличивается сток. На планетарном уровне дефициты влаги $-500 \approx -1000$ мм формируют сток в пределах нулевых величин. При нулевых значениях дефицитов или избытков сток увеличивается до 250 мм в год, при избытке влаги в 500 мм сток достигает 700 мм, при избытке влаги в 1000 мм сток увеличивается до 1300 мм. В пределах 1500 мм – избытки влаги и сток равны, а при избытке влаги в 2000 мм сток его превышает, достигает 2200 мм/год.

Таким образом, на суше при достижении максимальных соотношений тепла и влаги географические системы начинают освобождаться от избытка влаги стоком в многочисленные водоемы, а от избытка тепла – конвективными потоками в атмосферу. Данные состояния фиксируют процесс самосохранения и саморазвития природных систем. Дефициты и (или) избытки тепла и влаги (отклонения количества влаги от предельного испарения) являются природными потенциалами, обеспечивающими вектор развития всего гидрологического процесса.

Функции географии и гидрологии

Функция географии, раскрывает единство природных систем, объединенных физико-географическим процессом. Функция гидрологии обосновывает их единый водно-энергетический обмен. С помощью функций выражаются многочисленные связи между составляющими географических систем. В работе все уровни (локальный, региональный, планетарный) обеспечены данными метеорологических станций, то есть единым, информационным типом. Это типовое единство определяет единое функциональное свойство природных систем. Функции стока рек являются механизмом, обеспечивающим переход от стока одной системы к другой. Примерами являются графики рис. 3.

Графики рис. 2 и 3 наглядно демонстрируют, что вся информация о стоке располагается в диапазоне тренда нулевых – максимальных значений. За максимальным пределом как бы нет реальных данных. Но и эта часть тренда не исключение, отражает не зазеркальную, а реальную трансформацию стоковых вод в иные режимы и структуры.

Ход гидрологического процесса разделяется на две части: с реальной и прогнозной информацией. Вторая часть отражает завершающий этап гидрологического процесса, его прогнозные функции.

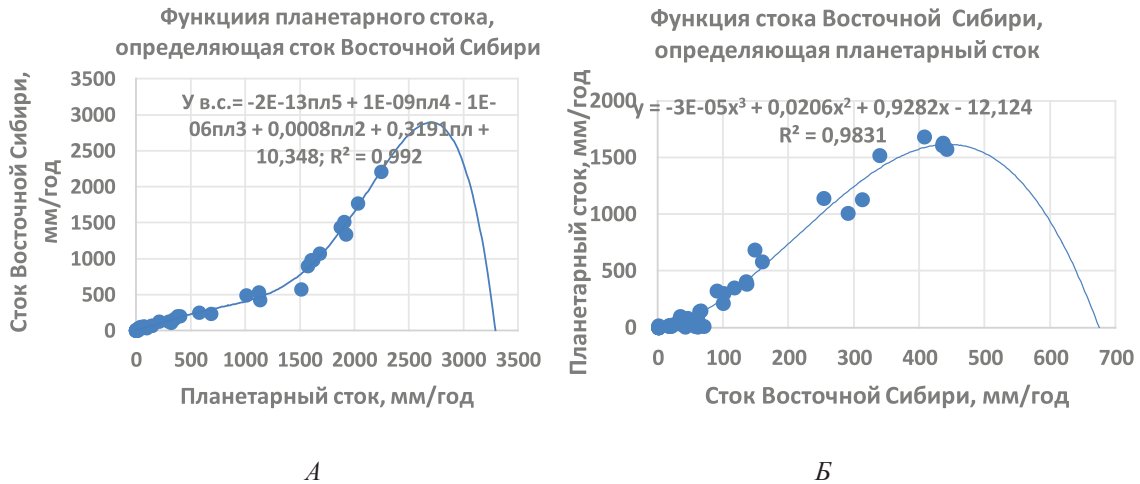


Рис. 3. Примеры ландшафтных функций стока рек

Отсутствие стока можно проследить в условиях аккумуляции влаги в ледниках или в условиях полного испарения влаги с земной поверхности в пустынях.

Оптимум гидрологического процесса и мелиорация

В географии обоснована эволюционная концепция развития природных систем. Это оптимум физико-географического процесса. Его сущность в следующем. При эквивалентном равенстве ресурсов тепла и влаги ($X = E_m$ или $X/E_m = 1$) прослеживается их оптимальная (максимальная) соразмерность. Такими являются максимальные величины стока, испарения и максимальная биологическая продуктивность растений. Отклонения от этих пределов, фактически от оптимальных ресурсов тепла и влаги, обеспечивают формирование зональных ландшафтов: от арктических до экваториальных – систему поясов от влажных до аридных, от холодных до жарких, экосистемы от пустынных малопродуктивных до экваториальных высокопродуктивных. Последние характеризуются большим количеством тепла с достаточным количеством влаги. Если испаряются не все атмосферные осадки – формируется избыточное увлажнение, необходимо осушение. При недостатке влаги – следует орошать сельскохозяйственные земли. В климатологии они определяются разностью атмосферных осадков и предельного испарения ($\pm \Delta X = X - E_m$). В почвоведении определяются разностью между фактической влагой в почве и ее наименьшей вла-

гоемкости ($\pm \Delta W = (W_f - W_{нв})$). Эти дефициты и (или) избытки влаги несут функции оптимизации почвенного увлажнения и в то же время являются оптимизирующим ресурсом мелиоративной деятельности. Эколого-гидрологический режим почв, как основного объекта мелиорации, раскрыт в работе Ф.Р. Зайделямана [10].

Между планетарно-космическими ($\div \Delta X$) и ландшафтно-почвенными ($\div \Delta W$) оптимизирующими ресурсами прослеживается корреляционное соответствие:

$$\Delta W = 0,16\Delta X + 9, \tag{9}$$

$$W_f/W_{нв} = 0,67X/E_m + 0,36, \tag{10}$$

$$\Delta X = 690X/E_m - 720. \tag{11}$$

Заключение

Раскрыто географическое начало в гидрологии и мелиорации. Обосновано географическое единство водного и энергетического балансов. Параметр n , объединяющий элементы гидрологического процесса, выражен через планетарно-космический коэффициент увлажнения географических систем. Модифицированный метод гидролого-климатических расчетов позволил определять составляющие балансов для всех географических систем от локальных природных систем до континентов суши и Мирового океана.

Выявлена динамика стоков: начальная, развивающаяся, максимальная, завершающая и преобразующая. Стоковый процесс формируется тепловым ресурсом и дополнительным количеством воды. Завершает

процесс обильный водный ресурс, который снижает его интенсивность, преобразует наземный поток в озерный, морской, океанический или ледниковый.

В аридных ландшафтах с минимальным или нулевым стоком параметр n равен 3–4, в гумидных он меньше 2. Гидрологический процесс завершается при параметре n , равном единице. Большие значения n характерны для аридных и океанических ландшафтов. В обоих случаях это крайне дефицитная сфера – приток атмосферных осадков меньше предельного испарения. Деятельный слой почвогрунтов регулируется планетарно-космическим тепло-влажностью. В условиях активного притока избыточных вод ландшафт избавляется от них интенсивным стоком, а избыток тепла отправляется в атмосферу усиленным конвективным потоком. Выявлены стабилизирующие гидрологические функции ландшафтов и почв. Функция географии раскрывает единство природных систем, объединенных физико-географическим процессом. Функция гидрологии обосновывает их единый водно-энергетический обмен. С помощью функций выражаются многочисленные связи между составляющими географических систем. В мелиорации эквивалентное равенство тепла и влаги является точкой отсчета мелиоративных норм орошения и осушения. Оба способа мелиорации корреляционно преобразовываются, являются функцией влаги и тепла приземной атмосферы и почвогрунтов.

Географический поиск мелиоративной оптимизации земель в России осуществлялся и прежде. Были выделены зоны хозяйственного оптимума увлажнения земель. В настоящее время отечественными учеными России возрождаются и разрабатываются новые способы рационализации локального и регионального природопользования. Они обоснованы междисциплинарными концептуальными подходами географии, гидрологии и мелиорации.

Список литературы

1. Бudyko M.I. Испарение в естественных условиях / М.И. Бudyko. – Л.: Гидрометеоздат, 1948. – 136 с.
2. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды / А.А. Григорьев // Избранные теоретические работы. – М., 1966. – 382 с.

3. Добролюбов С.А. Россия в международных программах исследования мирового океана / С.А. Добролюбов, Д.Я. Фашук // Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. – М.: Тов-во научн. изд. КМК, 2010. – С. 182–202.

4. Возобновляемые ресурсы тепловлагодобеспеченности Западно-Сибирской равнины и динамика их характеристик / И.В. Карнацевич, О.В. Мезенцева, Ж.А. Тусупбеков, Г.Г. Бикбулатова. – Омск: Издательство ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 268 с.

5. Мезенцев В.С. Метод гидролого-климатических расчетов и опыт его применения для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности. В.С. Мезенцев / Тр. О–СХИ. – Омск: ОмСХИ, 1957. – Т. 27. – 121 с.

6. Напрасников А.Т. Континентальные и океанические геосистемы: географо-гидрологическое единство и различие / А.Т. Напрасников // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 1. – С. 64–71.

7. Stone E.L. Evaporation in Nature // Journal of Forestry. – 1952. – V. 39. – № 10.

8. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Том 18. – Дальний Восток. – Выпуск 1. – Верхний и Средний Амур. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 773 с.

9. Средние многолетние и вероятностные характеристики запасов продуктивной влаги под озимыми и ранними яровыми зерновыми культурами. – ДВНИИ, 1980. – Т. 3. – 96 с.

10. Зайдельман Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов. – М.: КДУ, 2009. – 720 с.

References

1. Budyko M.I. Isparenie v estestvennyh uslovijah / M.I. Budyko. L.: Gidrometeoizdat, 1948. 136 p.

2. Grigorev A.A. Zakonomernosti stroenija i razvitija geograficheskoy sredy / A.A. Grigorev // Izbrannye teoreticheskie raboty. M., 1966. 382 p.

3. Dobroljubov S.A. Rossija v mezhdunarodnyh programmah issledovanija mirovogo okeana / S.A. Dobroljubov, D.Ja. Fashuk // Racionalnoe prirodopolzovanie: mezhdunarodnye programmy, rossijskij i zarubezhnyj opyt. M.: Tov-vo nauchn. izd. KMK, 2010. pp. 182–202.

4. Vozobnovljaemye resursy teplovлагоobespechennosti Zapadno-Sibirskoj ravniny i dinamika ih harakteristik / I.V. Karnacevich, O.V. Mezenceva, Zh.A. Tusupbekov, G.G. Bikbulatova. Omsk: Izdatelstvo FGOU VPO OmGAU, 2007. 268 p.

5. Mezenцев V.S. Metod gidrologo-klimaticheskikh raschetov i opyt ego primeneniya dlja rajonirovaniya Zapadno-Sibirskoj ravniny po priznakam uvlazhnenija i teploobespechennosti. V.S. Mezenцев / Tr. O–SHI. Omsk: OmSHI, 1957. T. 27. 121 p.

6. Naprasnikov A.T. Kontinentalnye i okeanicheskie geosistemy: geografo-gidrologicheskoe edinstvo i razlichie / A.T. Naprasnikov // Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. no. 1. pp. 64–71.

7. Stone E.L. Evaporation in Nature // Journal of Forestry. 1952. V. 39. no. 10.

8. Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Tom 18. Dalnij Vostok. Vypusk 1. Verhnij i Srednij Amur. L.: Gidrometeoizdat, 1966. 773 p.

9. Srednie mnogoletnie i verojatnostnye harakteristiki zapasov produktivnoj vlagi pod ozimymi i rannimi jarovymi zernovymi kulturami. DVNII, 1980. T. 3. 96 p.

10. Zajdelman F.R. Genезis i jekologicheskie osnovy melioracii pochv i landshaftov. M.: KDU, 2009. 720 p.