

**Л.М. КОРЫТНЫЙ**Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, kor@irigs.irk.ru**ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К НАУКАМ О ВОДЕ**

*Рассмотрены Науки о Воде как единый блок. Доказано, что география как единственная наука, изучающая в дисциплинах своего цикла полную систему «природа–хозяйство–население», может служить основанием для совершенствования интегральной и отраслевой методологии. Определены пять основных ролевых функций воды: жизнедеятельностная, энергетическо-производственная, средообразующая, акваториальная и цивилизационная. Выделено пять крупных проблем, возникших в связи с использованием водных объектов и водных ресурсов: истощение водных ресурсов, приводящее к количественному дефициту воды; загрязнение и засорение водных объектов, приводящее к их качественной деградации; изменения водного режима и водного баланса ландшафтов суши и водных объектов в результате антропогенной деятельности, приводящие к нарушению влагооборота, изменениям климата и переменам в водных биогеоценозах; проблемы, возникающие вследствие межотраслевых противоречий, а также из-за неравномерного пространственного распределения водных ресурсов, разных темпов и стадий экономического роста и уровней социально-экономического развития; опасные природно-стихийные явления. Рассмотрены пробелы, возникающие при отсутствии географического мышления в гидрологии суши, в том числе на примерах определения максимального расхода в катастрофическое наводнение летом 2019 г. на р. Ие в г. Тулуе и неудовлетворительной правительственной попытке держать уровень оз. Байкал в метровой призме. Проведен анализ развития географического направления в Науках о Воде. Изложены результаты исследований сибирской ландшафтно-гидрологической школы, знаковым моментом которых стал выход 40 лет назад книги А.Н. Антипова и Л.М. Корытного «Географические аспекты гидрологических исследований (на примере речных систем Южно-Минусинской котловины)». Определены основные направления этой школы: экспериментально-ландшафтное, геосистемно-региональное (бассейновое), индикационное, картографическое, классификационное, организационно-координационное. Предложены основные пути решения задач усиления географического подхода к Наукам о Воде.*

**Ключевые слова:** географическое мышление, ролевые функции, водные проблемы, развитие географического направления, рождение сибирской школы, пути и перспективы.

**L.M. KORYTNY**V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, kor@irigs.irk.ru**GEOGRAPHICAL APPROACH TO WATER SCIENCES**

*Water Sciences are considered as a single bloc. It is proved that geography, as the only one that studies the complete “nature–economy–population” system in the disciplines of its cycle, can serve as a basis for improving the integral and sectoral methodology. Five main role functions of water have been identified: vital, energy–production, environment–forming, aquatorial and civilizational. Five major problems have been revealed, which arose from using water bodies and water resources: depletion of water resources leading to a quantitative water shortage; contamination of water bodies leading to their qualitative degradation; changes in the water regime and water balance of terrestrial landscapes and water bodies as a result of anthropogenic activities leading to disruption of moisture circulation, climate change and changes in aquatic biogeocenoses; problems arising from intersectoral contradictions as well as from the uneven spatial distribution of water resources, different rates and stages of economic growth and levels of socio-economic development, and hazardous natural phenomena. The gaps are examined, which arise in the absence of geographical thinking in land hydrology including examples of determining the maximum discharge in a catastrophic flood in the summer of 2019 on the Iya river in the city of Tulun and an unsatisfactory governmental attempt to keep the level of Lake Baikal within the 1 meter range. An analysis is made of the geographical direction in the Water Sciences. Presented are the results of studies of the Siberian landscape-hydrological school, the beginning of which is associated with the book by A.N. Antipov and L.M. Korytny entitled “Geographic Aspects of Hydrological Research (A Case Study of the River Systems of the Southern Minusinsk Depression)” published 40 years ago. The main directions of this school are experimental-*

*landscape, geosystem-regional (basin), indicator, cartographic, classification, and organizational-coordination. The main ways of solving the problems of strengthening the geographical approach to the Water Sciences are proposed.*

**Keywords:** *geographical thinking, role functions, water problems, development of the geographical direction, birth of the Siberian school, ways and prospects.*

## ВВЕДЕНИЕ

В природе нет более важного для человека вещества, чем вода. Кроме того, что две трети поверхности нашей планеты покрыты водой, что сам человек и все остальные биологические организмы в значительной степени состоят из воды, именно вода — самый употребляемый природный ресурс, который по объему ежегодного использования намного превосходит все другие ресурсы вместе взятые.

В то же время в отличие от известного крупного блока Наук о Земле, объединяющего циклы геологических и географических наук, единого блока Наук о Воде нет. Водные науки «разбросаны» по множеству научных направлений: вода как основа жизни — биологические и медицинские науки; как вещество — химические науки; как объект природной среды — гидрография, океанография, гидрология суши, лимнология, болотоведение, гидрогеология, гляциология и др.; как строитель геосферы и рельефа — геологические науки, геоморфология; как текучая жидкость — геофизика, гидравлика, гидромеханика; как ресурс для экономического развития, как объект управления — водное хозяйство, экономические науки, кибернетика; как фактор определения границ стран, вектора социальных процессов, национального самосознания — геополитика, социология, этнография; как объект технического регулирования и мелиорации — инженерные, сельскохозяйственные и технологические науки; как акватория — воднотранспортные науки, рекреология; как источник опасности — рискология.

Тем не менее существует одна всеобъемлющая наука, которая априори объединяет почти все перечисленные направления. Это география как единственная наука, изучающая в дисциплинах своего цикла полную систему «природа–хозяйство–население». Поэтому географический подход к Научкам о Воде может и должен служить основанием для совершенствования интегральной и отраслевой методологии, что и рассматривается в настоящей статье.

## РОЛЕВЫЕ ФУНКЦИИ ВОДЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Одна из основных ролей воды — биологическая (жизнедеятельностная): растворительная, транспортная, обменная, терморегулирующая и др. По этой причине обеспечение населения пресной водой для питья, приготовления пищи и удовлетворения санитарно-гигиенических потребностей является приоритетом мирового водного хозяйства. На эти цели уходит 8–10 % мировых ресурсов пресных вод.

Вода — важнейший энергетическо-производственный ресурс. На ГЭС мира производится около 19 % электроэнергии. Трудно назвать такую отрасль промышленности, которая бы обходилась без воды. Даже с учетом ее большой экономии в системах оборотного и повторного водоснабжения, в промышленности расходуется 22–24 % мировых ресурсов пресных вод. Но больше всего воды (65–70 %) используется при водных мелиорациях.

Не менее важна средообразующая роль воды. Постоянное взаимодействие воды с другими компонентами в значительной степени определяет динамику и качество среды, создает рельеф и природные ландшафты. В глобальном водообмене формируется климат, а также газовый состав атмосферы, где водяные пары имеют важное значение. Водные потоки постоянно изменяют поверхность суши, которая фактически представляет собой макросистему бассейнов рек, озер и морей. Водные объекты служат пространством формирования особых биологических сообществ — гидробиоценозов, важнейших в биосфере, ее разнообразии и пищевой цепи.

Наряду с землей, вода служит пространственным базисом для развития хозяйства и жизнедеятельности (водная поверхность как акватория). В этом качестве вода представляет собой основу для водного транспорта, лесосплава, водной рекреации.

Наконец, вода выступает одним из важнейших элементов производительных сил, играя при этом большую цивилизационную — социально-историческую, инфраструктурную и районообразующую — роль. Развитие общества определяется эволюционным сочетанием природного, социального и политического факторов, при этом особое значение имеют водные объекты и их системы.

Но многоуровневая привлекательность и необходимость водных объектов и водных ресурсов стала в итоге одной из главных причин возникновения водных проблем. Их можно объединить в пять крупных глобальных групп [1].

**Истощение водных ресурсов, приводящее к количественному дефициту воды.** Уже сегодня около 1,3 млрд чел. остро нуждаются в пресной воде, а около 1/4 миллиарда испытывают сильнейший водный стресс. Частью этой проблемы стало истощение грунтовых вод — наиболее стабильного источника качественных пресных вод.

**Загрязнение и засорение водных объектов, приводящее к их качественной деградации.** Измененные в пропорциях химического состава или вообще содержащие чужеродные вещества воды уже не являются естественными. К возникновению данной проблемы причастны все отрасли промышленности, сельского и коммунального хозяйства, транспорта. Природа не справляется с такими воздействиями, несмотря на дорогостоящие очистные сооружения. По приблизительным оценкам, суммарный сброс загрязненных сточных вод превышает 1500 км<sup>3</sup>/год. Около половины населения развивающихся стран вынуждено использовать воду из загрязненных источников. Неудовлетворительное качество питьевой воды и нехватка воды для санитарно-гигиенических нужд создают реальную угрозу жизни и здоровью миллионов людей планеты: от этого ежегодно болеют более 500 млн и умирает не менее 10 млн чел.

**Изменения водного режима и водного баланса ландшафтов суши и водных объектов в результате антропогенной деятельности, приводящие к нарушению влагооборота, изменениям климата и переменам в водных биогеоценозах.** Абсолютное большинство процессов, связанных с деятельностью человека, так или иначе влияют на гидросферу. Наибольшее влияние оказывают вырубки лесов, создание и эксплуатация пашен, перевыпас скота, рост городов, добыча полезных ископаемых, орошение и осушение. К основным процессам, воздействующим непосредственно на водные объекты, относятся: строительство плотин и создание водохранилищ; спрямление русел, укрепление берегов и другие изменения в гидрографической сети; русловые искусственные деформации при поддержании водно-транспортного хода, добыче гравия и др. В результате всех процессов изменяется соотношение поверхностной и подземной составляющих речного стока; меняется интенсивность инфильтрации в почву, снеготаяния, испарения с водной поверхности, почвы, снежного покрова; повышается (в большинстве ситуаций) сток наносов, интенсивность и направленность русловых процессов; меняются (чаще в неблагоприятную для человека сторону) гидрохимический, термический и ледовый режимы; в итоге изменяется количественное соотношение всех составляющих водного баланса, интенсивность и направленность влагооборота, влекущие за собой климатические изменения, а также преобразования в водных экосистемах всех уровней.

**Проблемы, возникающие вследствие межотраслевых противоречий, а также из-за неравномерного пространственного распределения водных ресурсов, разных темпов и стадий экономического роста и уров-**



Рис. 1. Вода: ролевые функции и проблемы в результате использования.

ней социально-экономического развития. Они наиболее остры для каскадов водохранилищ и международных рек, где конфликты доходят даже до военных столкновений.

**Опасные природно-стихийные явления.** В то же время вода в жидком и твердом состоянии — источник опасных природно-стихийных явлений: наводнений, лавин, наледей, селей, заторов, абразии берегов, овражной эрозии и др.

Все вышесказанное обобщено в виде рисунка (рис. 1) [2].

### ПОСЛЕДСТВИЯ ОТСУТСТВИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Актуальность географического подхода к Наукам о Воде в последние десятилетия только возрастает вместе с обострением экологических, энергетических, продовольственных и международных проблем. Необходимо рассматривать их системно, в широкой взаимосвязи со всеми природными и социально-экономическими факторами, на региональной основе, что, как известно, изначально присуще географии, географическому мышлению. Приведем некоторые примеры пробелов, возникающих при отсутствии такого мышления, прежде всего по отношению к гидрологии суши.

1. Рассмотрение объекта как точки. Упор на изучение соотношения суммарных или осредненных во времени характеристик, а не самих процессов формирования водного баланса, и, как следствие, увлечение статистическими методами и основанными на них моделями [3].

2. Упрощенное разделение единого процесса стокоформирования на отдельные разделы (снеговой, дождевой, ледниковый, подземный) и виды стекания (поверхностный и подземный) с заменой определяющего скорость процесса коэффициента шероховатости расчетом по формуле Шези [4].

3. Игнорирование действительной ландшафтной структуры, определяющей особенности водного баланса, и применение вместо нее в расчетах и прогнозах суррогатных коэффициентов озерности, залесенности, заболоченности, что ведет к огромным ошибкам при интерполяции и, особенно, экстраполяции данных наблюдений.

4. Продолжение использования основополагающей при геофизическом (статистическом) подходе гипотезы об однородности рядов, в то время как тренды изменений климата и антропогенного воздействия свидетельствуют об обратном.

5. Распространение изолинейного картирования руслового стока, который априори представляет собой интегральную характеристику и не должен изображаться через интерполяцию точечных значений [5].

6. Жесткая регламентация стандартов для инженерных гидрологических и водохозяйственных расчетов в инструктивных документах, также ведущая к значительным ошибкам. Свежий пример этого — определение величины максимального расхода дождевого паводка повторяемости 0,2–0,3, приведшего к катастрофическому наводнению на левых притоках р. Ангары на западе Иркутской области летом 2019 г. [6]. К анализу причин паводка и разработке защитных мероприятий были привлечены лучшие специалисты страны, выполнившие модельные расчеты, в том числе на физических моделях (см. таблицу). Однако расхождения между значениями достигают почти 2000 м<sup>3</sup>/с, что красноречиво говорит о невысоком уровне инженерной гидрологии. Результаты расчета специалистов

**Максимальные расходы, полученные в результате расчетов и моделирования дождевого паводка на р. Ие у г. Тулуна различными методами**

Метод расчета (моделирования)	$Q_{\text{макс}}$ , м <sup>3</sup> /с
Расчет по методике СП-33-101-2003 по данным уровнемерных наблюдений и меток ГВВ (Иркутское УГМС)	7500
Расчет ГГИ по экстраполяции кривой расходов (скоростей) до ГВВ 2019	6800
Расчеты по модели Гидрограф (СПГУ)	6570
Расчет по трехмерной гидродинамической модели FLOW – 3D (Гидропроект)	6500
Расчеты по физической модели (ГГИ)	6100
Расчет по модели ЕСОМАГ (ИВП РАН)	5760
Расчет по гидродинамической модели STREAM2D (ИВП РАН)	5700
Расчет эмпирический (по собственным данным) уровнемерных наблюдений и меток ГВВ (Байкалпроект)	5670

Примечание. СП – Свод правил, ГВВ – горизонт высоких вод, УГМС – управление Гидрометслужбы, ГГИ – Государственный гидрологический институт, СПГУ – Санкт-Петербургский государственный университет, ИВП РАН – Институт водных проблем РАН.

Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды признаны ошибочными вследствие сомнительного выбора коэффициента шероховатости и средней глубины затопления на пойме. Тем не менее именно на это значение по инструкции были вынуждены опираться специалисты Гидропроекта (см. таблицу), проектирующие новые защитные дамбы для г. Тулуна.

7. Стремительный тренд на вытеснение географических дисциплин из программ гидрометеорологического и водохозяйственного образования, особенно в периферийных вузах. В связи с этим имеет место установка на окончательное вытеснение географического мышления.

Классическим примером отсутствия системного географического подхода к принятию управленческих решений в водной сфере стало принятое в 2001 г. Постановление Правительства РФ о необходимости удерживать уровень Байкала в метровой призме между отметками 456 и 457 м [7]. Пока объемы притока в озеро были близки к норме, это осуществлялось за счет регулирования сбросов через плотину Иркутской ГЭС, расположенной на вытекающей из Байкала р. Ангаре. Но в 2014 г. в условиях малой водности, связанных с экстремально низкими осадками в бассейне Байкала, удержать падение уровня ниже отметки 456 м можно было, только обнажив водозаборы в нижнем бьефе Иркутской ГЭС и лишив этим водных ресурсов сотни тысяч человек. Поэтому было принято временное постановление, допускающее снижение уровня ниже установленного Правительством. Сложная ситуация маловодья длилась до 2018 г., далее начался подъем уровня озера, и проблемы возникли уже с превышением уровня отметки 457 м. При этом отсутствие грамотно составленного Постановления, в котором были бы предусмотрены варианты колебания уровня воды озера в условиях высокой и низкой водности, препятствует принятию Правил использования водных ресурсов водохранилищ Ангарского каскада.

Таким образом, необходимость включения географических аспектов и взглядов в Науках о Воде, в значительной степени альтернативных, весьма актуальна. Особенно это касается исследований водных объектов окружающей среды.

#### ПУТИ РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

В.Г. Глушковым, П.С. Кузиным, М.И. Львовичем, Л.К. Давыдовым много лет назад было обожено важнейшее теоретическое и прикладное значение этого направления. К его отличительным чертам относятся: всестороннее использование разноплановой географической, прежде всего пространственной, информации; повышенное внимание к пространственно-временным закономерностям круговорота воды; акцент на генезис гидрологических процессов, оценка влияния на них географических факторов; рассмотрение гидросферы как единства слагающих ее частей и как одной из ведущих сфер природной среды. Антропогенно обусловленные изменения водного режима и качества вод в последние десятилетия требуют расширения использования географических методов аналогии, районирования, картографирования, использования косвенных и индикаторных характеристик, экспериментальных работ, дистанционных методов и ГИС-технологий.

В настоящее время в России такой подход развивается преимущественно в географических институтах Российской академии наук и в вузах. В первую очередь это Институт географии РАН, где данные исследования продолжают под руководством Н.И. Коронкевича — последователя М.И. Львовича. Именно здесь в 1995 и 2012 гг. были изданы сборники, которые дали «срез» состояния этого направления [8, 9]. Остаются верны традициям и ученые кафедры гидрологии Московского государственного университета, представители которой — С.Д. Муравейский, Б.А. Аполлов, Н.И. Маккавеев, Г.П. Калинин, В.Д. Быков — также стояли у истоков отечественной географической гидрологии. Это прежде всего ощущается в работах русловедческо-эрозионного направления под руководством Р.С. Чалова [10] и в комплексных гидроэкологических исследованиях, начатых под руководством Н.И. Алексеевского [11]. В Ленинграде (Санкт-Петербурге) лидером всегда была кафедра гидрологии университета, где особо необходимо отметить глубокий анализ современных проблем Наук о Воде, проведенный Ю.Б. Виноградовым, наметившим пути консолидации ученых на актуальных направлениях [12]. Самобытная географо-гидрологическая школа в последние десятилетия сформировалась на Дальнем Востоке под руководством Б.И. Гарцмана. В основе лежит оригинальная модель паводочного цикла, имитирующая нелинейную динамику составляющих влагозапасов вблизи состояния полной влагоемкости, соединенная с использованием анализа структуры речных систем и цифровых моделей рельефа [13, 14].

Рассмотрим подробнее результаты исследований сибирской ландшафтно-гидрологической школы, центром которой в 1970–1980-е гг. стала лаборатория гидрологии Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР (ныне Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН) в г. Иркутске под руководством выпускника кафедры гидрологии Ленинградского государственного университета

Г.В. Бачурина. Необходимость и актуальность географо-гидрологических работ в Сибири всегда определялась обширными территориями, недостаточно охваченными сетью наблюдений, с соответствующим разнообразием природных условий и важностью решения прикладных задач по освоению этих регионов. Лидерами сибирской школы стали выпускники той же кафедры А.Н. Антипов и Л.М. Корытный, а ее рождение ознаменовалось в 1981 г. изданием монографии [15]. В разработке теоретического подхода они опирались на идеи гидрологов А.И. Субботина, И.С. Соседова, И.Н. Гарцмана, Ю.Б. Виноградова и др., а также физикогеографов, в первую очередь акад. В.Б. Сочавы, сформулированные им в монографии «Введение в учение о геосистемах» [16]. Исследования, начиная с тех лет и до настоящего времени, проводятся в нескольких направлениях [17, 18].

В основу работ экспериментально-ландшафтного направления положено описание структуры гидрологических режимов в иерархии «ключевые участки – биогеоценоз – элементарный склон – малый бассейн». Разработка методики проводилась в ходе водно-балансовых исследований на географических стационарах в предгорьях Западного Саяна и в Нижнем Прииртышье. Там же, а затем и в бассейне оз. Байкал, отрабатывались приемы экстраполяции результатов на региональный уровень, анализа гидрологических функций ландшафта и гидрологической организации территории. В итоге построение моделей стокообразования основано на представлении бассейна в виде мозаики относительно однородных ландшафтно-гидрологических выделов, многопараметрической системы с последующей опорой на индикативные зависимости и локализованное картографирование [19, 20]. Результаты работ этого направления органично вошли в методологию ландшафтного планирования — современного подхода к функциональной организации территории [21].

Фундамент геосистемно-регионального направления — представление о речном бассейне как геосистеме [22]. Интегрирующие свойства водного потока дают возможность рассматривать бассейн как целостное образование в рамках общедисциплинарного системного подхода. По результатам анализа международного и российского опыта, а также многолетних собственных исследований разработана концепция бассейна как интегральной природно-хозяйственной системы, сформулированы десять универсальных принципов, лежащих в основе бассейнового управления водопользованием. Удалось показать, что с учетом бассейнового подхода перспективно решать многие проблемы организации, рационализации, оптимизации, районирования, моделирования, контроля в Науках о Воде, а также в природопользовании в целом [23, 24].

В индикационный блок вошли несколько перспективных методов. Разработаны эффективные приемы индикации пространственной гидрологической организации по типу растительного и почвенного покрова, по геологической либо ландшафтной структуре [15, 19, 20, 25]. Использование методов дендроиндикации, в частности, индикационных признаков изменчивости древостоев, позволило уточнить площади и границы гидрологических систем в Западной Сибири [26] и Предбайкалье [27].

Наиболее успешным оказалось применение методов гидрографической индикации — использование закономерностей строения речной сети на основе модели Хортона–Стралера [28–30]. Поскольку в самом рисунке сети содержится значительная информация о геологических, геоморфологических, гидрологических аспектах зарождения и развития как системы водотоков, так и территории их бассейнов, логично использовать эту информацию для индикации гидрологических, прежде всего стоковых, характеристик. Речная сеть представляется в виде графа — ориентированного дерева на основе крупномасштабных топокарт. На графе рассчитываются параметры сети. Наилучшим образом совокупность свойств графа (соподчиненность, упорядоченность, иерархичность, разветвленность, разнообразие) учитывается для каждой точки слияния водотоков структурными (энтропийными) мерами [31]. Установленные индикационные свойства структурных мер для речных систем юга Восточной Сибири в отношении различных характеристик стока, в первую очередь средней водоносности, открыли хорошие перспективы для гидрологических расчетов, кодирования бассейнов и т. п. Современные геоинформационные технологии позволили проводить анализ структуры речных систем и моделирование гидрологических процессов с использованием цифровых моделей рельефа, что сократило время обработки, обеспечило большой территориальный охват и позволило перейти к динамическому отображению всей водно-эрозионной системы с выходом на расчеты экстремально возможного максимального стока [32].

Один из наиболее эффективных путей географизации Наук о Воде — географическое картографирование [5, 29]. Центральное место здесь занимает метод вдольруслового картографирования, когда водоносность реки показывается линейной картограммой (эпюрой) — масштабной полосой вдоль русла реки. Метод усовершенствован путем использования структурных характеристик речных систем, что рассматривалось выше. При этом насыщение топологического пространства графа речной

сети информацией позволяет определять значение стока практически в любой точке слияния водотоков [33, 34]. Данный метод можно использовать для изображения других гидрологических характеристик, например, изменения по длине реки качества воды, водно-ресурсного потенциала и т. п., он очень удобен для быстрого определения необходимого показателя в любом ареале, например, ландшафтном, экологическом или административном районе.

Важное место в географическом подходе занимают типологические классификации и пространственные классификации — районирования. Так, разработаны классификация рек по их величине [35], классификация опасных гидрологических процессов России [36], районирование факторов максимального стока рек юга Восточной Сибири [37], ландшафтно-гидрологическое зонирование по степени устойчивости гидрологических функций ландшафтов к внешним воздействиям в границах центральной экологической зоны Байкальской природной территории [18]. На основе рассмотрения гидролого-климатического процесса как бинарного геоэкологического явления обоснованы гидролого-климатические системы, которые формируются взаимодействием тепла и влаги почвогрунтов, наземных комплексов и атмосферы [38].

Разработаны основные принципы проектирования водоохраных зон (ВЗ) [39]: выделение ВЗ представляет собой элемент ландшафтно-гидрологического зонирования бассейна; важнейшие элементы ВЗ — территории с высоким водно-экологическим потенциалом, непосредственно прилегающие к водному объекту; в пределах ВЗ необходимо обеспечение главной целевой функции — сохранения хорошего качества воды, поступающей в водный объект; набор ограничений на природопользование в ВЗ должен быть дифференцирован в пределах различных природных комплексов, составляющих эту зону. На основе данных принципов подготовлен проект ВЗ оз. Байкал. В соответствии с ландшафтно-гидрологическими принципами в ВЗ необходимо включить все территории, с которых сток дренируется оз. Байкал, в том числе водосборы рек первого порядка, прибрежные лугово-болотные комплексы и темнохвойные ландшафты с высокими водоохранными свойствами, крутые горные склоны побережья, подверженные экстремальным гидролого-геоморфологическим процессам. Для участков побережья оз. Байкал, имеющих значительное хозяйственное и рекреационное освоение, необходима разработка индивидуальных проектов водоохранного зонирования в соответствии с планами существующего и планируемого развития территории. В 2019 г. по результатам этого проекта границы ВЗ оз. Байкал были утверждены; однако решение оказалось половинчатым, поскольку в населенных пунктах и рекреационных зонах ширина ВЗ приравнена к рыбохозяйственной зоне и составила 200 м от линии уреза озера (рис. 2).

Одновременно предпринимались усилия для координации усилий географов-гидрологов. В 1984 г. была сформирована рабочая группа по проблемам ландшафтно-гидрологических исследований. В состав группы вошли ведущие отечественные ученые этого направления: А.И. Субботин, разработавший основы учения о дифференциации стока с природных комплексов и ставший председателем группы, И.С. Соседов, играющий такую же роль для горных территорий и предложивший понятие «элементарный склон», Н.И. Коронкевич — лидер географического изучения антропогенного воздействия на водные ресурсы, С.И. Фёдоров — руководитель ведущей экспериментальной гидрологической базы страны на Валдае и др. Группа проработала 10 лет. В ее задачи входили организация обмена информацией и совместных работ, сбор предложений по унификации терминологии и методов, проведение совещаний, публикация результатов. В Иркутске было проведено три конференции. Под эгидой группы в эти и последующие годы издано 16 монографий и сборников [15, 19, 20, 23, 34, 38, 40–49].

Важная особенность исследований сибирской ландшафтно-гидрологической школы — это то, что они проводились, как правило, совместно с представителями других наук в ходе многолетних комплексных работ на географических стационарах или при географическом обеспечении решения крупных хозяйственных проблем, что давало возможность получать нетрадиционные результаты «на стыке» родственных наук, усиливало теоретическую и практическую обоснованность новых методов и решений.

За рубежом рассматриваемое направление также развивается, хотя меньшие размеры территорий и их более высокая изученность позволяют больше опираться на данные наблюдений и статистические методы. Тем не менее и там, особенно в последнее время, вследствие тех же проблем со стационарностью и однородностью рядов гораздо больше внимания уделяется региональному анализу, что близко к нашему пониманию географо-гидрологического подхода. Как правило, это относится к исследователям таких стран Европы, как Германия, Швейцария, Австрия, Нидерланды, Чехия [50, 51].

Понимание единства гидросферы и необходимости всесторонне и широко рассматривать весь комплекс Наук о Воде в значительной степени реализуется в рамках Водных конгрессов, которые проходят по миру раз в три года. В России эта линия наиболее последовательно проводится на ака-

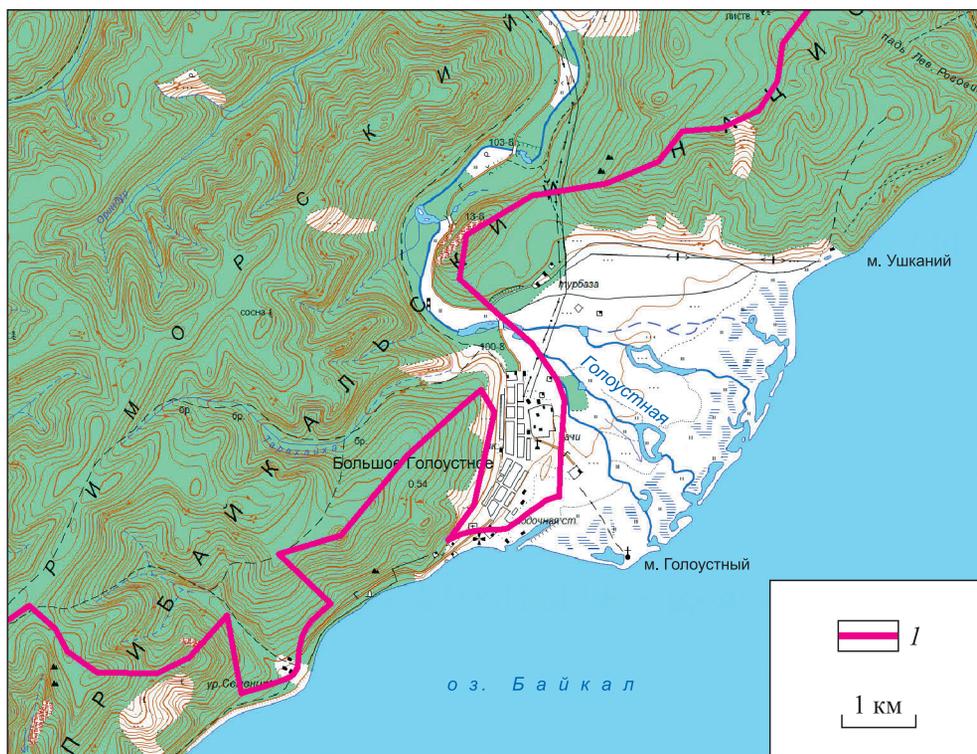


Рис. 2. Фрагмент карты водоохранной зоны оз. Байкал (авторы О.В. Гагаринова, В.Н. Богданов).

*I* — граница водоохранной зоны.

демических конференциях по фундаментальным проблемам воды и водных ресурсов, которые с 2000 г. каждые пять лет проводились в Томске, Иркутске, Барнауле и Москве [52–55].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многообразие основных ролевых функций воды и проблем, возникших в связи с использованием водных объектов и водных ресурсов, заставляет рассматривать Науки о Воде как многокомпонентную, но целостную систему. В необходимом обновлении парадигм данного направления роль географии и географов ощутима. Географическое направление уже прошло значительный путь, но нуждается в постоянном развитии и совершенствовании. При этом к задачам усиления географического подхода к Наукам о Воде относятся:

- разработка обновленной концепции взаимодействия общества и водной среды в условиях глобализации, изменений климата и водно-ресурсного кризиса;
- количественная оценка роли антропогенных факторов в изменениях водного режима и качества вод, основанная на экспериментальных исследованиях на малых водосборах;
- ориентация на автоматическое измерение всех элементов водного и водохозяйственного балансов для повышения возможностей анализа их дискретности во времени и пространстве;
- совершенствование методов гидрологических и гидрохимических расчетов и прогнозов с учетом ландшафтной специфики природных условий и региональных особенностей экономики и социума;
- защита от экстремальных и кризисных природных и социально-экономических ситуаций;
- разработка новых подходов к моделированию и картографированию процессов на основе ГИС-технологий; атласное водно-ресурсное картографирование;
- выбор водохозяйственных приоритетов и путей решения водных проблем в системе «природа–хозяйство–население».

Перечень задач и путей их решения может быть существенно расширен.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (AAAA–A21–121012190018–2).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Корытный Л.М., Потапова Е.В.** Основы природопользования: курс лекций. — Иркутск: Изд-во Ирк. ун-та, 2013. — 370 с.
2. **Корытный Л.М.** Эхо эколого-экономических скандалов. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. — 328 с.
3. **Рождественский А.В., Чеботарёв А.И.** Статистические методы в гидрологии. — Л.: Гидрометеоздат, 1974. — 424 с.
4. **Соколовский Д.Л.** Речной сток. — Л.: Гидрометеоздат, 1968. — 539 с.
5. **Korytny L.M., Gagarinova O.V., Pyicheva E.A., Kichigina N.V.** A geographical approach to water resource mapping for atlases // *Geography, Environment, Sustainability*. — 2020. — Vol. 13, N 2. — P. 84–95.
6. **Болгов М.В., Коробкина Е.А., Осипова Н.В., Филиппова И.А.** Об оценках максимального стока р. Ия с учетом экстремального паводка 2019 года // *Метеорология и гидрология*. — 2020. — № 11. — С. 53–63.
7. **Постановление** Правительства РФ от 26.03.2001 № 234 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности» [Электронный ресурс]. — <http://www.poisk-zakona.ru/154378.html> (дата обращения 20.01.2021).
8. **Географо-гидрологический метод** / Под ред. Н.И. Коронкевича. — М.: Изд-во Ин-та географии РАН, 1995. — 216 с.
9. **Географо-гидрологические исследования** // *Вопросы географии*. — 2012. — Сб. 133 / Под ред. Н.И. Коронкевича, Е.А. Барабановой. — М.: Изд. дом «Кодекс», 2012. — 416 с.
10. **Чалов Р.С.** Русловедение: теория, география, практика. Т. 3: Антропогенные воздействия, опасные проявления и управление русловыми процессами. — М.: КРАСАНД, 2019. — 640 с.
11. **Гидроэкология: теория и практика** // *Проблемы гидрологии и гидроэкологии* / Под ред. Н.И. Алексеевского. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. — Вып. 2. — 507 с.
12. **Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А.** Прикладная гидрология. — СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. лесотехн. ун-та, 2014. — 196 с.
13. **Гарцман Б.И.** Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок. — Владивосток: Дальнаука, 2008. — 223 с.
14. **Гарцман Б.И., Галанин А.А.** Структурно-гидрографический и морфометрический анализ речных систем: теоретические аспекты // *География и природ. ресурсы*. — 2011. — № 3. — С. 27–37.
15. **Антипов А.Н., Корытный Л.М.** Географические аспекты гидрологических исследований (на примере речных систем Южно-Минусинской котловины). — Новосибирск: Наука, 1981. — 177 с.
16. **Сочава В.Б.** Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.
17. **Антипов А.Н., Корытный Л.М.** Сибирская школа ландшафтной гидрологии // *Вопросы географии*. — 2012. — № 133. — С. 32–47.
18. **Корытный Л.М., Гагаринова О.В., Ильичёва Е.А., Кичигина Н.В.** Развитие сибирской ландшафтно-гидрологической школы // *Водное хозяйство России*. — 2018. — № 4. — С. 92–106.
19. **Антипов А.Н., Фёдоров В.Н.** Ландшафтно-гидрологическая организация территории. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. — 255 с.
20. **Фёдоров В.Н.** Ландшафтная индикация формирования речного стока. — Иркутск; М.: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2007. — 175 с.
21. **Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт** / Под ред. А.Н. Антипова, А.В. Дроздова. — Бонн; М.; Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. — 141 с.
22. **Корытный Л.М.** Речной бассейн как геосистема // *Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока*. — 1974. — Вып. 42. — С. 33–38.
23. **Корытный Л.М.** Бассейновая концепция в природопользовании. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. — 163 с.
24. **Корытный Л.М.** Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // *География и природ. ресурсы*. — 2017. — № 2. — С. 5–16.
25. **Фёдоров В.Н.** Оценка гидрологических функций ландшафтов на основе индикационных многопараметрических моделей водосбора // *Ландшафтно-гидрологический анализ территории*. — Новосибирск: Наука, 1992. — С. 145–157.
26. **Полошкин Ю.В., Антипов А.Н.** Использование дендроиндикации при оценке ландшафтно-гидрологических свойств территории // *Ландшафтно-гидрологический анализ территории*. — Новосибирск: Наука, 1992. — С. 164–171.
27. **Бальбина А.С.** Реконструкция динамики климатических и гидрологических рядов в Предбайкалье по дендрохронологическим данным // *Ландшафтная гидрология. Сер. Географические исследования Сибири*. — Новосибирск: ГЕО, 2007. — Т. 3. — С. 172–183.
28. **Хортон Р.** Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Гидрофизический подход к количественной морфологии. — М.: Гос. изд-во иностр. лит-ры, 1948. — 158 с.
29. **Scheidegger A.E.** On the topology of river nets // *Water. Res. Res.* — 1964. — Vol. 3, N 1. — P. 3–6.
30. **Rodrigues-Iturbe I., Rinaldo A.** Fractal River Basin. Chance and self-organization. — Cambridge; New York: Cambridge Univer. Press, 1997. — 547 p.

31. **Гарцман И.Н., Казанский Б.А., Корытный Л.М.** Структурная мера речных систем и ее индикативные свойства (на примере систем Южно-Минусинской котловины) // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. — 1976. — Вып. 49. — С. 54–60.
32. **Амосова И.Ю., Ильичёва Е.А.** Структурно-гидрографический подход к определению экстремально высокого стока // Изв. Ирк. ун.-та. Сер. Науки о Земле. — 2018. — Т. 23. — С. 17–27.
33. **Ильичёва Е.А., Невзорова И.В.** Картографирование водоносности рек на основе структурно-гидрографического подхода // Гидрология и геоморфология речных систем: Материалы науч. конф. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1998. — С. 64–66.
34. **Географические** закономерности гидрологических процессов юга Восточной Сибири / Под ред. В.А. Снытко, Л.М. Корытного. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. — 208 с.
35. **Корытный Л.М.** Классификация речных систем Сибири по их величине // География и природ. ресурсы. — 1985. — № 4. — С. 32–36.
36. **Корытный Л.М.** Гидрологические опасности Сибири: классификация, распространенность, взаимообусловленность // Докл. VI Всерос. гидрол. съезда. — М.: Изд-во метеоагентства Росгидромета, 2006. — С. 21–25.
37. **Корытный Л.М., Кичигина Н.В.** Типология и районирование факторов максимального стока рек юга Восточной Сибири на основе кластер-анализа // Анализ и стохастическое моделирование экстремального стока на реках Евразии в условиях изменений климата. — Иркутск; Делфт: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. — С. 160–178.
38. **Напрасников А.Г.** Гидролого-климатические системы: геоэкологический анализ. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. — 143 с.
39. **Гагаринова О.В.** Водно-экологическое картографирование Иркутской области // География и природ. ресурсы. — 1994. — № 3. — С. 82–89.
40. **Гидрологические** исследования ландшафтов / Под ред. Г.В. Бачурина, Л.М. Корытного. — Новосибирск: Наука, 1986. — 208 с.
41. **Гидрологическая** роль лесных геосистем / Под ред. В.А. Снытко. — Новосибирск: Наука, 1989. — 167 с.
42. **Ландшафтно-гидрологические** характеристики Западной Сибири / Под ред. А.Н. Антипова. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1989. — 222 с.
43. **Корытный Л.М., Безруков Л.А.** Водные ресурсы Ангаро-Енисейского региона (геосистемный анализ). — Новосибирск: Наука, 1990. — 214 с.
44. **Ландшафтно-гидрологический** анализ территории / Под ред. А.Н. Антипова, Л.М. Корытного. — Новосибирск: Наука, 1992. — 208 с.
45. **Гидрология** и геоморфология речных систем: Материалы и тезисы науч. конф. / Под ред. Б.П. Агафонова, Л.М. Корытного, Г.Ф. Уфимцева. — Иркутск, 1998. — 250 с.
46. **Анализ** и стохастическое моделирование экстремального стока на реках Евразии в условиях изменений климата / Под ред. Л.М. Корытного, У. Люксембурга. — Иркутск; Делфт: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. — С. 160–178.
47. **Ландшафтная** гидрология: теория и практика исследований. Сер. Географические исследования Сибири / Под ред. А.Н. Антипова, А.В. Игнатова, В.В. Кравченко. — Новосибирск: Гео, 2007. — Т. 3.—262 с.
48. **Гидроклиматические** исследования Байкальской природной территории / Под ред. Л.М. Корытного. — Новосибирск: Гео, 2013. — 187 с.
49. **Антипов А.Н.** Географические основы гидрологии и ландшафтного планирования. — Новосибирск: Гео, 2019. — 338 с.
50. **Wilhelm F.** Hydrogeographie: Grundlagender Allgemeinen Hydrogeographie. — Braunschweig: Verlag Holltr und Zwick, 1987. — 228 S.
51. **River Basin Management VI** / Ed. C.A. Brebbia. — UK: Wessex Institute of Technology Press, 2011. — 390 p.
52. **Фундаментальные** проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: Материалы междунар. конф., 3–7 сентября 2000 г. / Отв. ред. С.Л. Шварцев. — Томск: Изд-во НТЛ, 2000. — 662 с.
53. **Фундаментальные** проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: Материалы науч. конф., 20–24 сентября 2000 г. / Отв. ред. Л.М. Корытный. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2005. — 456 с.
54. **Фундаментальные** проблемы воды и водных ресурсов: Материалы III Всерос. конф. с междунар. участием. Барнаул, 24–28 августа 2010 г. / Ред. О.Ф. Васильев. — Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. — 627 с.
55. **Фундаментальные** проблемы воды и водных ресурсов: Материалы IV Всерос. конф. с междунар. участием, 15–18 сентября 2015 г. / Отв. ред. М.В. Болгов. — М.: Изд-во Ин-та водных проблем РАН, 2015. — 560 с.

*Поступила в редакцию 05.02.2021*

*После доработки 03.03.2021*

*Принята к публикации 25.02.2021*