**Проблемы размещения городов в речных поймах**

Г. Уайт

Вернувшись в 1956 г. к преподавательской деятельности в качестве профессора и декана географического факультета Чикагского университета, Уайт занялся поиском темы для исследований, которая способствовала бы достижению его давней цели - привлечь более широкое внимание общественности к проблеме наводнений - и которая одновременно заинтересовала бы коллег и аспирантов. После почти двадцати пяти лет профессиональной деятельности это было первое полевое исследование под его руководством, наиболее дешевое (его стоимость составила 8000 долларов) и наиболее авторитетное. На средства только что созданного исследовательского института "Ресурсы для будущего" и при помощи коллег Весли Калефа и Харольда Майера, а тоже трех аспирантов, работавших в летнее время, Уайт попытался изучить состояние пойм в Соединенных Штатах, оказавшихся под городской застройкой за два прошедших десятилетия с момента принятия в 1936 г. Закона о противопаводковой защите. Исследуя историю использования земель на примере семнадцати городских территорий, он надеялся разрешить парадокс, заключавшийся в том, что по прошествии двадцати лет и несмотря на 4 млрд. истраченных долларов ущерб от наводнений в этих городах не уменьшился, а даже увеличился.

Главный вывод, заключавшийся в том, что расширение застройки пойм наблюдается везде, даже в районах с уменьшающейся общей численностью населения, послужил основанием для возобновления попыток изменить направление государственной политики. Сегодня мы рассматриваем это открытие как классический пример эффективной обратной связи, когда уменьшение с помощью инженерных средств силы и частоты наводнений может парадоксальным образом Увеличить для людей опасность этот стихии, поощряя новое заселение пойм или возведение более высоких дамб. Именно наглядная демонстрация парадоксальности ситуации, заключающейся в том, что стремление улучшить положение в действительности оборачивается его ухудшением, придала такой вес полученным выводам.

Наряду с констатацией данного факта для этого исследования характерны еще три особенности. Во-первых, оно подкрепляется историческими фактами (дается 28-летняя ретроспектива). Во-вторых, хотя исследуются только семнадцать районов, однако это значительно больше, чем обычные для академических исследований два или три примера, кроме того, они входят в число 1020 городских районов, подверженных "четко выраженной" угрозе наводнений. И последнее. Выводы, сделанные Уайтом, предназначаются для разных читателей: с одной стороны, это научный доклад, объем которого соответствует объему книги для серьезных ученых и профессионалов (1958с), а с другой - статьи для специалистов по охране природы (1958d), властей штатов (1959а), городских шга-нировщиков (1961а) и, что особенно важно, для инженеров-строителей, от которых зависит выбор способов противопаводковой защиты. В данном случае воспроизводится именно этот вариант статьи (ограниченный примерами Боулдера и Денвера). Характерен также конец статьи - перечень дальнейших направлений в политике и научно-исследовательской работе.

**Введение**

Отличительной чертой осуществляемой государством противопаводковой защиты в США является увеличение среднегодового ущерба от наводнений по сравнению с тем уровнем, какой был двадцать лет назад в момент утверждения этой национальной политики в 1936 г. Хотя на инженерные сооружения по сокращению и контролю паводков было истрачено как минимум 4 млрд. долларов, экономический ущерб от периодически повторяющихся катастрофических наводнений увеличился. Для понимания этого парадокса необходимо выяснить, что же в действительности происходило на заселенных поймах. А чтобы понять все значение перемен в заселении пойменных районов, важно выявить те факторы, которые учитываются при принятии решений об использовании пойм как на государственном, так и на частном уровне.

В данной статье вкратце описывается проблема сокращения потерь от наводнений в США, изучаются выводы, полученные при недавнем исследовании перемен, происшедших в размещении городов вдоль пойм рек, а также рассматриваются три стратегических аспекта городской застройки, которые, вероятно, смогут повлиять на результаты любых дальнейших попыток проведения противопаводковой защиты инженерными средствами.

Основная проблема сокращения ущерба от наводнений заключается в том, что скорость восстановления потерь путем строительства инженерных сооружений или проведения земляных работ примерно равна скорости новых разрушений. Даже в том случае, если данные, на которых базируются подсчеты национального ущерба от наводнений, не могут гарантировать точного сопоставления этих скоростей, об эффективном сокращении потерь во многих районах за счет крупных капиталовложений в противопаводковую защиту, с одной стороны, и о возникновении новой угрозы разрушений — с другой, свидетельствуют статистические данные об ущербе и описания некоторых пойм.

Исследования семнадцати выборочных городских районов, подверженных угрозе затопления, выявили тенденцию к застройке пойм даже при устойчивом снижении общей численности населения за период с 1936 по 1957 г. Они продемонстрировали характерные примеры такой застройки и показали, что основным стимулом дальнейшего развития пойм являлось строительство автострад и противопаводковых сооружений...

На основании полученных данных делается вывод, что для сокращения ущерба от наводнений необходимо в будущем учитывать по меньшей мере три аспекта заселения пойм, как правило игнорировавшихся в планах противопаводковой защиты городов. Первое — необходимо признать, что, помимо инженерных методов борьбы с паводками, существуют еще и другие доступные человеку средства. Второе — при принятии решений о дальнейшем заселении пойм надо учитывать целый ряд соображений в дополнение к традиционной оценке произведенных затрат и полученных прибылей. Третье — необходимы радикальные изменения в государственной политике для расширения ограниченного диапазона выбора, доступного владельцам собственности при существующей угрозе наводнения. Должна быть обеспечена возможность тщательной оценки сделанного выбора.

**Тенденции, наблюдаемые при оценке причиненного наводнениями ущерба**

Существуют два основных источника для определения Ущерба, нанесенного наводнением. Корпус инженеров время от времени публикует оценки общих потенциальных потерь от наводнений и ущерба, который уже был или будет предотвращен за счет сооружений, построенных или спроектированных Корпусом... В 1954 г. Корпус инженеров определил потенциальный среднегодовой ущерб в 964 млн. долларов1. (Все оценки приведены в соответствие с уровнем цен 1957 г.) После окончания строительства всех запланированных сооружений причиненный ущерб составит около 210 млн. долларов...

Бюро погоды с 1903 г. ежегодно публикует другую статистику ущерба, содержащую оценки реальных потерь длл каждого округа. Общий национальный ущерб с 1903 по 1955 г. показан на рис. 6.1. Он тоже был приведен к уровню цен 1957 г. Общая высота столбцов дает сравнительную характеристику ущерба.

Мы не пытаемся оценить обоснованность или расхождения между этими и другими, менее сравнимыми вариантами оценок. Это уже было сделано в другой публикации. Собранные вместе данные сами по себе неудовлетворительны и нуждаются в более тщательной проверке. В данном случае достаточно указать на одну характерную для обеих оценок особенность — четко выраженную тенденцию роста ежегодного ущерба от навод нений начиная с 1936 г., когда был принят первый национальный Закон о противопаводковой защите. Подсчитанный среднегодовой ущерб В 1936 г. составил 212 млн. долларов. По оценкам Корпуса инженеров, ущерб, причиненный после введения в эксплуатацию защитных сооружений, составил 444 млн. долларов в 1954 г. и 700 млн. долларов в 1959 г. (по ценам 1959 г.). По оценкам Бюро погоды,среднегодовой ущерб за период с 1924 по 1953 г. был на 25% ниже, чем за период с 1944 по 1955 г.

**Причины роста ущерба от наводнений**

Частичное объяснение явно возрастающей дани, которую страна платит в виде ущерба от паводков, заключается в том, что инфляция доллара приводит к увеличению размера недавних оценок. Однако, как показано на рис. 6.1, даже когда цены приведены к уровню одного года, все равно наблюдается отчетливый и ощутимый рост потерь.

Еще одним объяснением растущего ущерба является совершенствование методов подсчета и оценки. Это, несомненно, имело место по мере того, как методики Бюро погоды становились более однородными, а исследования Корпуса инженеров начинали затрагивать новые области. Некоторые из тех, кто занимается изучением данной проблемы, полагают, что изменениями в методах подсчета можно объяснить от 10 до 15% роста ущерба.

Возможно, еще большее значение имеет повторяемость разрушительных наводнений. Вильям Г. Хойт (ASCE) и Уолтер Б.Лэнгбейн (ASCE) в своем "перечне наводнений" отметили 35-процентное увеличение частоты таких паводков, начиная с начала века и кончая его второй четвертью3. В 50-е годы на нижней Миссисипи и в бассейнах рек на северо-востоке США наблюдался целый ряд редких по силе наводнений. В счет этого гидрологического рекорда можно отнести до 25% роста ущерба.

Вероятно, наиболее разумным объяснением тенденции к увеличению потерь от наводнений является продолжающееся заселение речных пойм. Оно сопровождается строительством новых сооружений и изменением нагрузки на уже существующие, а также созданием сооружений, настолько сокращающих пропускную способность поперечного сечения долины, что в Результате этого увеличивается угроза наводнений на затапливаемых участках. Хотя проводились многочисленные исследования проектов противопаводковой защиты, не было ни одного всестороннего исследования изменений, происходящих на подверженных затоплению землях. В исследовании, проведенном недавно географами Чикагского университета, изучались вопросы размещения городов вдоль речных пойм. Поскольку именно на эти города приходится большая и все увеличивающаяся доля ущерба от наводнений, они компактны и более чувствительны к переменам. Исследование показало, что существует по меньшей мере 1020 городов с населением более 1000 человек, сильнее всего страдающих от наводнений. В этом исследовании приводится также точная картина изменений, происшедших в 17 городах, выбранных, исходя из их местоположения, частоты и интенсивности случающихся наводнений, темпов роста населения и вариантов землепользования.

**Модели роста**

Наиболее очевидной и широко распространенной тенденцией, наблюдаемой в городах, расположенных на пойме, является тенденция роста. Во всех из них, включая и те несколько городов, где за прошедший 21 год численность населения снизилась, общее число построек на пойме увеличилось. Скорость роста колебалась от менее чем 2% в таких городах, как Уилинг (штат Западная Виргиния), до более 600% в быстро развивающихся городах, например Даллас (штат Техас).

В большинстве мест строительство торговых и промышлен ных сооружений велось более быстрыми темпами, чем строительство жилых домов, хотя в ряде городов, к примеру в окрестностях Лос-Анджелеса в Калифорнии, преобладали жилые застройки. Государственные сооружения обычно возводились в достаточно короткие сроки.

Для городов, расположенных на поймах, характерны определенные территориальные модели происходящих изменений. Типичная схема наблюдается обычно там, где жилые районы на поймах или в прилегающих к ним местах расширяются в сторону берега. В другой схеме промышленные районы, уже существующие в опасной с точки зрения угрозы наводнений зоне, расширяются вдоль реки или под прямым углом к ней. Для третьей модели характерно создание новых торговых районов на пойме вдоль основных транспортных магистралей.

Между темпами роста населения и темпами изменений в строительстве на поймах нет четко выраженной зависимости.

Существенную роль играют другие многочисленные факторы, такие, как функциональное и пространственное развитие данного города. Очевидно, однако, что мощным стимулом заселения пойм стали программа строительства дорог и программа противопаводковой защиты. При строительстве новых порог в городах наблюдается тенденция следовать слабым уклонам речных долин и отдавать предпочтение редко заселенным участкам некоторых пойм. Это привело к сносу многочисленных ветхих жилых построек, но одновременно стимулировало размещение вдоль дорог в затопляемой зоне торговых и промышленных предприятий.

Как и следовало ожидать, возведение новых паводкоза-щитных сооружений явилось сигналом к ускоренному заселению пойм. Так, завершение строительства надежных сооружений вдоль реки Тринити в Далласе (штат Техас) привело к возникновению за дамбами крупного торгового центра. Однако наблюдается и ряд не столь очевидных последствий возведения противопаводковых сооружений. Отсутствие защиты не обязательно является сдерживающим фактором при застройке пойм. В городах, где в течение 50 лет не было сильных наводнений, как и там, где катастрофические наводнения имели место лишь в последние годы, обширное строительство велось без всякого расчета на защиту. Кроме того, в некоторых районах, например в долине Теннесси в Чаттануге, завершение строительства противопаводковых сооружений выше по течению сопровождалось дальнейшим заселением поймы, угроза частоты затоплений которой сократилась, но не исчезла. Несмотря на то что большая часть таких сооружений обеспечивает защиту от затопления, все же однажды они могут быть перекрыты более сильным паводком. Тем не менее отмечается всеобщая вера в то, что этого никогда не случится. Следовательно, вероятность катастрофических разрушений в результате одного из таких редких наводнений возрастает по мере создания новых дамб...

**Возможность выбора для избежания угрозы наводнения**

Традиционный подход к разрушительным наводнениям в США заключается либо в контролировании паводков с помощью инженерных сооружений, либо в том, что с ними смиряются, рассчитывая на государственную помощь пострадавшим от наводнений. Это находит отражение в том большом значении, которое общественность придает инвестициям в федеральные паводкозащитные сооружения, наличию Красного Креста и других программ аварийной помощи.

Существуют, бесспорно, и другие альтернативы для владельцев собственности. Общий перечень возможностей выбора может быть представлен следующим образом.

Примирение с потерями. Многие домовладельцы и фирмы несут убытки во время наводнений, поэтому некоторые из них составляют свои финансовые планы, учитывая этот факт.

Экстренная эвакуация и предварительное планирование. Имущество может быть перевезено в недосягаемые для воды места. Его эвакуация и производственные работы могут быть заранее спланированы таким образом, чтобы избежать промедления, чреватого убытками. Для этого необходимы достаточно совершенная служба прогноза паводков и план аварийных работ на случай неблагоприятного прогноза.

Предупреждение наводнений. В некоторых районах практикуется предупреждение паводков, особенно там, где они наиболее часты, за счет регулирования использования земель и других аналогичных мер. Такой опыт еще только начинает вводиться.

Поднятие поверхности земли до незатопляемых отметок. В ряде случаев используются земляные насыпи для поднятия имущества выше паводковых вод. Эффективность этого мероприятия зависит от расположения на пойме с учетом проточных и запруженных участков.

Регулирование стока. Это наиболее традиционное инженерное решение, включающее проведение руслоспрямительных работ, создание дамб и аккумулирование стока в водохранилищах или паводкоудерживающих резервуарах.

Конструктивные изменения. При угрозе наводнений в конструкции зданий могут быть внесены изменения для предотвращения или сокращения ущерба. Подобные изменения предполагают также упаковку машинного оборудования, закладывание кирпичом имеющихся отверстий, снятие клапанов в коллекторах сточных вод и соответствующие меры по защите электросети.

Регулирование землепользования. Использование пойменных земель может планироваться таким образом, чтобы свести к минимуму ущерб от наводнений. Контроль за землеустройством затопляемых территорий может варьировать от переселения целого города из прибрежной зоны в безопасный район до приобретения государством земель под рекреации или для создания заповедников. Контроль может сопровождаться государственным регулированием землепользования, включающим районирование, планирование строительства, выделение участков под строительство и приобретение земли.

Страхование. Хотя в США нет общенациональной программы страхования от наводнений, существует не очень эффективная программа федерально-штатного залогового страхования в соответствии с Законом о страховании от наводнений 1956 г. Имеются и несколько примеров деятельности частных компаний в тех случаях, когда проводилась соответствующая реконструкция затопляемых территорий.

Государственная помощь. Через Красный Крест или в виде непосредственных субсидий и ссуд Бюро общественных дорог, Организации противовоздушной обороны, Корпуса инженеров и менее представительных организаций государственная помощь предоставляется частным лицам и органам местного самоуправления, наиболее сильно пострадавшим от наводнений.

Существуют конкретные примеры использования каждого из вариантов защиты, а также веские аргументы за и против них, зависящие от местных условий. Для понимания того, как и почему в конкретной ситуации сделан тот или иной выбор, необходимо учитывать различные факторы, повлиявшие на решение о планировании развития городов, расположенных на поймах.

Некоторые аспекты решений об использовании пойменных земель

Как и в случае принятия решений о рациональном использовании природных ресурсов, при выборе способа защиты пойм следует учитывать по меньшей мере семь соображений. Представляется целесообразным рассмотреть роль каждого из них применительно к условиям исследуемых городов.

Оценка вероятности наводнений. Как правило, люди не ведают о грозящей им опасности наводнения. Существует даже тенденция к преуменьшению этой опасности. Многие из тех, кто занимается строительством на поймах, или не подозревают об истинном размере убытков, которые они понесут, или крайне неверно истолковывают специальные оценки. Это распрост раняется даже на те районы, для которых существуют федеральные планы защиты от наводнений. Люди считают, что им нечего бояться затопления, поскольку наводнение, случающе еся раз в двести лет, уже произошло в прошлом году. Федеральное управление страхования домов не страхует заложенные на поймах новые дома, но не располагает и картой вероятных зон затопления.

Учет будущих прибылей и затрат. При изучении вариантов защиты от наводнений и борьбы с ними на федеральном уровне учитываются предполагаемые прибыли и затраты на проведение запланированных работ. Они учитываются конгрессом при принятии решений в тех случаях, когда это соотношение меньше единицы. Существует тенденция объединять воедино все программы, в которых такое соотношение превышает единицу, не вдаваясь в подробности расчетов. Проведение подобного учета не будет иметь большого смысла до тех пор, пока планы защиты пойм будут осуществляться частными предпринимателями. Некоторые управляющие крупных промышленных объединений самостоятельно анализируют соотношения затрат и прибылей, однако такие составляют меньшинство.

Сочетание двух или нескольких целей. При составлении федеральных планов развития речных бассейнов отмечается тенденция комбинировать проведение паводкозащитных работ с другими направлениями водохозяйственной деятельности, например орошением и судоходством. Подобное многоцелевое использование воды не практикуется на уровне местных самоуправлений и частных предпринимателей. Мало делается и для того, чтобы предотвратить вторжение на поймы. Практически не уделяется внимания вопросам объединения дамб и автострад или согласованию мероприятий по мелиорации пойм с созданием парков. Одним из многообещающих шагов в этом направлении является планирование при поддержке Управления по реконструкции городов.

Планирование будущего спроса. Как правило, федеральные органы исходят из того, что спрос на пойменные земли существенно не изменится до тех пор, пока частные предприниматели будут переоценивать значение противопаводковой защиты и устремляться на поймы при малейшем намеке на проведение каких-либо паводкозащитных работ.

Планирование технологических перемен. Частные предприниматели склонны переоценивать материальные блага, получаемые в результате осуществления любых мероприятий по защите от наводнений или по борьбе с ними. Строительство одноцелевого водохранилища для производства гидроэлектроэнергии выше по течению (или даже ниже), начало работ по мелиорации водосборного бассейна или расчистка русла в верховьях расцениваются как гарантия того, что в будущем с наводнениями будет покончено. Таким образом, незначительная деятельность по защите от наводнений может оказать существенное влияние на заселение пойм.

Комплексные варианты использования. В то время как федеральные органы пытаются оценить значение программ контроля над паводками для других вариантов использования вод этого или смежных бассейнов, со стороны местных властей и частных предпринимателей таким вопросам уделяется мало внимания. Для городских территорий редко составляются планы отведения ливневых сточных вод. Еще реже попытки оценить возможное использование пойм для удовлетворения местных потребностей в земле и в береговых сооружениях.

Установление социальных ориентиров. Мы подошли к рассмотрению вопроса, оказывающего влияние на все остальные аспекты принятия решений. Общество через сеть государственных организаций четко ограничивает одни действия частных предпринимателей и явно поощряет другие. Федеральные агентства регулируют заселение пойм, составляя планы по предупреждению наводнений и борьбе с ними, предоставляя государственную помощь, оповещая о приближающемся шторме и наводнении и учитывая вероятность затопления. Семь штатов предпринимают попытки регулировать разливы рек. Несколько городов и округов практикуют регулирование использования пойм. Одно федеральное агентство объеданилось с управлениями планирования в штатах для составления местных планов использования пойм .

**Расширение диапазона выбора**

В современных условиях социальные ориентиры в виде предоставления информации, контроля и инвестиций, влияя на заселение пойм, способствуют поощрению их дальнейшего использования, увеличивая тем самым федеральные затраты на контроль над паводками. Не будет большим преувеличением сказать, что положение в стране несколько напоминает ситуацию, сложившуюся в каком-нибудь небольшом районе, когда обнаруживается, что сооружение дамбы для защиты новых сорока домов в затапливаемой зоне экономически нерентабельно. Однако при строительстве еще двадцати дополнительных домов защита станет возможной. При условии неизменной политики можно предполагать, что со временем дополнительные двадцать домов будут построены и федеральная щедрость будет направлена в должном направлении.

Известно, что владельцы собственности на поймах часто недооценивают угрозу наводнений, не могут точно определить будущие прибыли и затраты, переоценивают спрос на свою землю, роль инженерных и земляных сооружений и игнорируют возможность совмещения различных вариантов снижения ущерба от наводнений с другими вариантами местных усовершенствований или с районными планами по использованию земли и воды. Очевидно также, что большинство владельцев, поставленных перед угрозой наводнения, могут выбирать только между двумя вариантами: они могут смириться с потерями или требовать осуществления какого-либо федерального проекта. Они не получают специальной консультации о возможностях экстренной эвакуации, поднятия поверхности земли до незатопляемых отметок, реконструкции затопляемых территорий или регулирования землепользования. Нет также программы страхования от наводнений. В случае, если ущерб чрезвычайно велик, владельцы собственности могут рассчитывать на получение государственной помощи. Если они достаточно энергичны, то могут добиться строительства государственных защитных сооружений. За редкими исключениями, они не представляют истинных размеров угрозы наводнения и не подчиняются попыткам государства ограничить дальнейшее заселение пойм.

Если мы хотим изменить существующее положение, при котором предпринимаемая мера защиты от наводнений не снижает ущерба от них, представляется необходимым по меньшей мере в течение нескольких десятилетий расширить диапазон выбора. Любой администратор как государственного, так и частного предприятия должен иметь возможность выбирать между всеми возможными вариантами. Однако государственные органы должны строго ограничивать тех из них, которые могут нанести ущерб другим собственникам или государству. Все это требует нового нестандартного подхода к проблеме сокращения потерь от наводнений в США. Важный шаг в этом направлении был сделан на конференции, организованной Советом губернаторов штатов в декабре 1958 г.6 Новый подход не требует отказа от существующих государственных программ, он лишь подразумевает их дополнение за счет новых или более тщательных попыток расширить диапазон выбора для всех людей, которым угрожают наводнения.

Основными направлениями,по которым представляется необходимым действовать в настоящее время, являются следующие:

1. Публикация и широкое распространение карт вероятных зон затопления и сведений о всех основных районах, подверженных угрозе наводнений; их доступность как частным предпринимателям, так и государственным финансирующим и строительным организациям.

2. Выдача специальных рекомендаций о способах сокращения потерь от наводнений за счет аварийных мер, реконструкции затопляемых территорий и регулирования землепользования, а также о необходимых затратах.

3. Совместная федерально-штатная программа страхования, в которой страховые суммы пропорциональны опасности наводнения.

4. Регулирование властями штатов любого дальнейшего заселения пойм, которое может нанести ущерб другим собственникам или государству, и федеральное требование того, чтобы дальнейшие федеральные капиталовложения в организацию контроля над паводками зависели от этого регулирования.

5. Создание усовершенствованной системы прогнозирования наводнений и передача прогнозов заинтересованным частным предпринимателям.

6. Техническая помощь органам местного самоуправления в составлении планов сокращения ущерба от наводнений путем комбинирования любых кажущихся наиболее приемлемыми средств.

**Роль географии в управлении водными ресурсами**

Интерес к изучению водных ресурсов был относительно слабым по сравнению с интересом, проявляемым к другим направлениям географической науки. Серьезная работа, как правило, требует сотрудничества специалистов разных областей, и, когда географы начали проявлять стремление к консолидации усилий, они в большинстве случаев добивались успеха. Однако инициатива должна была исходить от них. В конечном итоге цели общественных наук сольются с задачами организаций по планированию использования водных ресурсов, а на тех в свою очередь будут влиять заинтересованные лица, участвующие в принятии окончательных решений. Если на данном уровне управление водными ресурсами рассматривается как абстрактная, условная сфера деятельности, имеющая неясные цели, нет смысла в изучении альтернативных вариантов управления и их последствий, а также в стремлении к их оценкам. Значение результатов социальных исследований будет зависеть от степени непредвзятого изучения альтернативных целей и методов.

Будущее представляется более многообещающим, чем действительность. Тем не менее можно говорить о несостоятельности программы изучения альтернативных вариантов управления водными ресурсами, не учитывающей аналитических методов, предложенных географами. Вкратце, обобщая сказанное, можно сделать вывод о том, что для специалистов разного профиля, составляющих программы исследований в области управления водными ресурсами или занимающихся вопросами планирования использования ресурсов речного бассейна, крайне актуально применение географического подхода. Географы могут предостеречь от невнимания к основным аспектам взаимоотношений между природными и социальными системами, способствовать более тщательному изучению существующего диапазона выбора, включающего как строительство инженерных сооружений, так и изменение существующих вариантов землепользования и использования воды или влияющих на них социальных ограничений. Кроме того, они могут объяснить, как управляющие относятся к ресурсам и реагируют на новую информацию или на социальные поощрения и ограничения в их использовании. Географы не в состоянии охватить все эти вопросы, но они доказали важность и уникальность своего вклада в решение проблемы и способность сотрудничать со специалистами в других областях при решении сложных вопросов взаимодействия человека и природы.