

7.1. Анализ методов оценки воздействия антропогенных факторов на речной сток

Современные методы количественной оценки влияния антропогенных факторов на речной сток зависят от наличия исходной информации, генетических особенностей водосборов, вида хозяйственной деятельности и степени ее развития, их можно разделить на три основные группы [Шикломанов, 1979]:

- методы, основанные на исследовании многолетних колебаний стока в опорных гидростворах в совокупности с анализом изменений естественных метеорологических факторов и развития хозяйственной деятельности в бассейнах;
- воднобалансовые методы, предусматривающие отдельный учет водозаборов и сбросов, изменений элементов водного и теплового балансов в бассейне реки в результате воздействия каждого вида хозяйственной деятельности в отдельности;
- методы активного эксперимента.

В основу первой группы методов положена гипотеза изучения многолетних колебаний гидрологических характеристик в замыкающем створе под воздействием различных природных факторов и количественная оценка степени влияния хозяйственной деятельности. Для этих целей используются следующие методы: сравнение характеристик стока за различные периоды; аналогии; восстановления стока по естественным стокоформирующим факторам в бассейне. Достоинством этих методов является возможность провести оценку влияния на гидрологический режим всей совокупности действующих на водосборе как антропогенных, так и естественных факторов. Одним из наиболее используемых методов определения величин антропогенных факторов является сравнение наблюдений выделенных из многолетнего ряда временных отрезков с различным уровнем хозяйственной деятельности. При этом сравнивают значение какого-либо метеорологического фактора, например, для условий Брестской области таким фактором можно считать атмосферные осадки, т. к. годовой сток в основном определяется годовыми атмосферными осадками (коэффициент корреляции $R = 0,7 \dots 0,9$).

Кроме сравнения среднего стока одинаковых по атмосферным осадкам периодов, применяются так называемые двойные интегральные кривые зависимости годового руслового стока от годовых атмосферных осадков, по измерению угла наклона которых делается вывод о том, когда начались изменения стока под воздействием хозяйственной деятельности и каковы эти изменения.

Парная корреляция и двойные интегральные кривые могут быть эффективными для восстановления стока, если в качестве аргумента использу-

ются характеристики, отражающие основной стокообразующий фактор бассейна, который может быть различным в зависимости от особенностей формирования стока и от общих функционально-географических условий.

При невозможности выделения одного главного фактора действующего на сток, используется метод множественной линейной корреляции, который по экспериментальным данным позволяет составить многофакторную математическую модель изменения гидрологических характеристик. Метод множественной линейной корреляции при решении задач влияния хозяйственной деятельности на сток используется в двух аспектах: - исследование пространственных изменений средних значений стока за один и тот же период наблюдений на возможно большее число водосборов выбранного района с различными физико-географическими характеристиками и уровнями хозяйственного освоения; - изучение колебаний стока во времени в замыкающем створе водосбора за возможно более продолжительный многолетний период.

Количественная оценка изменений стока производится путем включения в непосредственном виде антропогенных факторов в уравнение множественной регрессии, а также посредством восстановления естественных гидрологических характеристик по уравнению множественной регрессии между стоком и природными факторами, его определяющими. Разность между восстановленным и наблюдаемым стоком показывает суммарную роль антропогенных факторов в формировании стока в замыкающем створе. При этом принимается, что хозяйственная деятельность человека проявится равномерно по всей территории, в качестве естественных стокообразующих факторов для расчетов по методу множественной корреляции принимается только метеорологические данные (атмосферные осадки, снеготпасы, температура и влажность воздуха, скорость ветра и др.). При оценке стока крупных рек с использованием множественной корреляции в качестве предикторов используется сток небольших бассейнов индикаторов, имеющих естественный режим.

Для исследования пространственных изменений гидрологических характеристик под влиянием различных естественных факторов и хозяйственной деятельности в однородном физико-географическом районе выбираются водосборы и для них подсчитывается сток за один и тот же многолетний период, строится уравнение регрессии стока от определяющих естественных и антропогенных факторов и выявляется влияние и роль в формировании средних характеристик стока того или иного фактора в отдельности.

Широкое распространение в гидрологии для оценки влияния хозяйственной деятельности получили различные модификации восстановления естественных гидрологических характеристик исследуемой реки по аналогам

или так называемым контрольным водосборам, имеющим ненарушенный режим. При этом используется линейная парная зависимость или строятся графики связи интегральных значений стока.

Использование этих методов требует периоды совместных наблюдений, включая период с ненарушенным водным режимом. Корректность восстановления стока полностью зависит от правильности выбора реки-аналога, изменение гидрологических характеристик которого под влиянием метеорологических факторов должно быть синхронно изменению характеристик основной реки за анализируемый совместный период наблюдений.

Подбор рек-аналогов на территории Брестской области затруднен вследствие больших воздействий крупномасштабных мелиораций проводимых в 60-80-х годах прошлого столетия и уже практически нет относительно больших водосборов, не затронутых хозяйственной деятельностью, а на малых водосборах, как правило, имеют место короткие ряды наблюдений. Кроме того, на малые реки локальные природные факторы влияют в большей степени, чем на средние и большие реки.

Приведенные выше доводы снижают эффективность восстановления гидрологических характеристик по аналогам и в ряде случаев с их помощью трудно произвести надежную количественную оценку влияния антропогенных факторов. Методы первой группы нашли широкое применение для оценки изменений стока средних рек под воздействием осушительных мелиораций, агролесотехнических мероприятий, урбанизации и т. д.

Второй группой методов являются методы, основанные на изучении изменений элементов водного, радиационного, теплового, солевого и других балансов непосредственно на участках водосборов и русла, где под влиянием хозяйственной деятельности происходят изменения природных условий. В настоящее время на основании анализа экспериментальных данных по гидрологическому режиму, водному и тепловому балансам разработаны воднобалансовые методы оценки влияния на сток рек мелиоративных мероприятий, водохранилищ и др. Эти методы при наличии информации позволяют вскрыть физическую сущность процессов, происходящих под влиянием не только в прошлом, но и в ожидаемом будущем.

В настоящее время активно разрабатываются балансовые методы, основанные на математическом моделировании процессов, происходящих на водосборе или на отдельных частях его. Применению методов математического моделирования к оценке влияния факторов хозяйственной деятельности на гидрологический режим предшествует ряд этапов: детальное изучение процесса в натуре; разработка алгоритма уравнений, описывающих динамику и изме-

нение гидрологического режима во времени и пространстве; реализация этого алгоритма на ЭВМ, путем адаптации модели к конкретным условиям, настройка параметров модели на объект; численный эксперимент.

Преимущество этих методов перед другими методами состоит в том, что они не требуют больших затрат и за короткое время позволяют оценить влияние самого разнообразного сочетания естественных и антропогенных факторов. Тем самым они дают возможность прогнозировать водный режим речного бассейна при осуществлении тех или иных вариантов хозяйственной деятельности.

Основным недостатком методов оценки с использованием методов математического моделирования является то, что его результаты зависят не только от надежности исходных данных, но и от полноты и обоснованности принятых расчетных уровней, в равной степени и как изученности самого процесса и правильности определения необходимых параметров и коэффициентов. Математическое моделирование довольно сложный и творческий процесс, требует от исполнителя детальных знаний происходящих процессов, поэтому наиболее распространено математическое моделирование для оценки влияния хозяйственной деятельности на процессы, которые надежно описываются математически [Волчек, Шведовский и др., 2002].

Из ныне существующих методов, наиболее эффективным для выявления роли факторов подстилающей поверхности на данном конкретном водосборе является метод активного эксперимента. Суть метода состоит в том, что на водосборе, имеющем достаточно длительный и надежный ряд наблюдений за гидрологическим режимом и обуславливающим его климатическими факторами, производится искусственное изменение одного из факторов подстилающей поверхности, влияние которого на режим и водный баланс хотят выяснить, и снова ведут комплексные наблюдения за всеми элементами баланса. Несмотря на достоинства этого метода, он не нашел широкого применения вследствие своей дороговизны и большого промежутка времени для получения надежных выводов. В связи с этим чаще всего он применяется на малых водосборах, и выводы его далеко не всегда являются репрезентативными для других водосборов.

7.2. Осущение как основной фактор воздействия на водные ресурсы

Под мелиорацией (от лат. [melioratio] – улучшение) понимается совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных на коренное улучшение земель.

История мелиорации на Полесье уходит в глубь веков. Начиная с примитивных усилий в далеком прошлом и кончая крупномасштабными мелиора-