

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РЕГИОНЕ

В большинстве регионов Российской Федерации в настоящее время отмечается значительное антропогенное воздействие на водные ресурсы. Так, в Центрально-черноземных областях на хозяйственные нужды сейчас изымается более 18% речного стока 75%-ой обеспеченности и 26% подземного. Объем сточных вод, сбрасываемых в реки и водоёмы, достигает 2,75 км<sup>3</sup>/год, что составляет 19% годового речного стока. В результате происходит загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами, аммонийным азотом, фенолом, СПАВ, соединениями меди, железа, цинка, марганца и кадмия. Интенсивная эксплуатация горизонтов подземных вод и водопонижительные откачки на территории КМА привели к образованию депрессионных воронок площадью до двух тысяч км<sup>2</sup> со снижением уровней в центре до 130 м. При недостаточной геологической защищенности водоносных горизонтов местами отмечается загрязнение подземных вод сульфатами, соединениями азота, фенолами, железом и тяжелыми металлами (Смольянинов В.М., Русинов П.С. и др., 1996).

Проведению водоохраных мероприятий должна предшествовать комплексная оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы. Водные бассейны, как известно, являются сложными динамическими системами, на что указывал профессор Ф.Н. Мильков (1981). Речной бассейн следует рассматривать как парагенетическую систему, где отмечается взаимодействие сопряженных взаимозависимых элементов, связанных однонаправленным потоком вещества и энергии. Поэтому при оценке и прогнозе последствий антропогенного воздействия на водные ресурсы необходимо использовать:

1. Бассейновый подход, позволяющий оценивать динамику формирования стока, ус-

танавливать пути движения вещества разной природы, определять степень устойчивости к антропогенному загрязнению, способствовать применению научно обоснованных систем природопользования (Корытный Л.М., 1991, Мильков Ф.Н., 1981). Привязка процессов антропогенного воздействия к определенным структурным элементам речной сети позволяет более четко проводить их корреляцию с природными условиями, проследить пути движения и рассеивания загрязняющих веществ, оценивать самоочищающие свойства речной системы.

2. Комплексное изучение факторов антропогенного воздействия и показателей ухудшения состояния водных ресурсов с учетом условий развития негативных процессов на речных водосборах определенных порядков.

3. Информацию о состоянии водных ресурсов, получаемую как методами наземного мониторинга, так и дистанционного зондирования (Русинов П.С. и др., 1996).

4. Автоматизацию математической обработки фактического материала, проведение многофакторного анализа состояния водных ресурсов в связи со структурой водно-эрозионных морфосистем (Долгополов А.Я. и др., 1997).

5. Применение автоматизированных систем картирования: состояния морфосистем разного порядка и ранга с учетом распределения осадков, водопроницаемости рельефообразующих пород, облесенности, характера почвенного покрова, особенностей морфоскульптуры; вида и степени антропогенного воздействия на поверхностные и подземные воды, то есть характера регулирования стока, объема промышленных и бытовых стоков загрязненных вод и др.; показателей последствий хозяйственной деятельности человека - сокращения

объемов местного стока, загрязнения вод, усиления процессов водной эрозии.

6. Выявление морфосистем наиболее подверженных антропогенному воздействию и их классификация по типам воздействия и последствий хозяйственной деятельности человека.

7. Определение механизмов функционирования типичных для региона морфосистем в условиях интенсивного антропогенного воздействия, а также формирование расчетных моделей для определения оптимального варианта использования водных ресурсов и системы водоохраных мероприятий.

Данный методический подход был нами апробирован при оценке природных ресурсов Тамбовской области и показал свое преимущество перед традиционными методами исследований.

При оценке состояния водных ресурсов региона с помощью геоинформационных технологий в районах с интенсивным антропогенным воздействием на природную среду выполняются следующие виды работ.

1. Изучение структуры исследуемых речных бассейнов: ранжирование водотоков и бассейнов; оценка структуры бассейнов (площадей, опирающихся на водотоки разных порядков, соотношение длин водотоков разных порядков, соотношение углов слияния водотоков и другие показатели). Определение структуры бассейна позволяет выявлять механизмы его функционирования, как морфосистемы. В качестве интегрального показателя устройства бассейна могут служить его энтропийные свойства (Корытный Л.И., 1991).

2. Сбор сведений о природных условиях, истощении и загрязнении поверхностных и подземных вод. При этом можно использовать фондовые материалы организаций экологического мониторинга, а также данные полевых наблюдений и аэро-космические фотографии.

3. Выявление основных факторов, определяющих условия развития негативных природных процессов на водосборах малых рек, а также показателей состояния водных ресурсов.

4. Районирование территории путем построения отраслевых карт как по природно-хозяйственным условиям региона (геолого-геоморфологическим, гидрогеологическим, ландшафтным), так и по степени антропогенного воздействия на водные ресурсы (сокращению речного стока, истощению динамических запасов подземных вод, загрязнению поверхностных и подземных вод). Создание моделей по всему набору показателей на основе совмещения отраслевых карт в геоинформационной системе.

5. Выделение основных показателей и факторов, проведение их ранжирования по "вкладу" в общее ухудшение состояния водных ресурсов. Разработка моделей, ориентированных на выделение бассейнов с разной степенью нарушения в функционировании.

6. Построение обобщающих карт: районирования по интегральному показателю условий развития негативных природных процессов; районирования по интегральному показателю ухудшения состояния водных ресурсов. Для этого используются материалы обработки результатов мониторинга природно-хозяйственных условий с помощью новых геоинформационных технологий.

7. Анализ результатов районирования, разработка схем охраны и рационального использования водных ресурсов региона.

Наиболее удобной формой представления информации о структуре речных бассейнов, природных и антропогенных факторах является серия карт, каждая из которых характеризует отдельные свойства природной среды. К ним относятся карты: топографические, геологические, геоморфологические, гидрологические, гидрогеологические, ландшафтные.

Масштаб карт определяется целями и задачами исследования. Для общих оценок больших территорий, например, административных областей используются карты мелких масштабов (1: 500 000). Напротив, для небольших регионов, где необходимо оценить динамику конкретных процессов, рекомендуется использовать карты крупных масштабов (1: 100 000 и крупнее).

Картографической основой могут также служить данные аэро- или космической съемки. Аэрокосмические снимки особенно необходимы для выявления контуров зон антропогенных воздействий, а также последствий хозяйственной деятельности человека.

Геолого-геоморфологические условия территории являются важнейшими факторами формирования структуры речных бассейнов, они определяют направленность и интенсивность природных и антропогенных процессов. Так, геоморфологическими условиями определяются характер и интенсивность водной эрозии, транспортирующая способность воды, а следовательно и перенос загрязняющих веществ. От литологического состава рельефообразующих пород зависят состав аллювиального материала и способность его к перемещению. Важным фактором в функционировании эрозионных морфосистем является соотношение уклонов водотоков разного порядка. Изучение уклонов притока и принимающего водотока необходимо для выявления зон аккумуляции или эрозии, что позволяет проследить путь миграции загрязняющих веществ.

Гидрогеологическая карта отображает общие условия обводненности территории подземными водами и позволяет выявлять связь этих вод с поверхностным стоком.

Ландшафтные карты несут в себе информацию о структуре бассейнов, как сложных систем, о характере и свойствах поверхности водосборов, их устойчивости к антропогенным воздействиям.

Районирование территории можно проводить на основании многофакторного анализа и классификации природно-хозяйственных систем, характеризующихся большим количеством факторов. При этом следует использовать компьютерные программы "кластер анализа", представляющего собой совокупность методов, предназначенных для представления облака многочисленных точек - объектов в виде относительно удаленных друг от друга сгустков - кластеров. Для построения кластерных структур наиболее часто используется алгоритм, реализующий метод динамических сгущений. В процессе кластер-анализа для

всех объектов строятся звездчатые диаграммы, на которых показываются в обобщенном виде природно-хозяйственные условия, или состояние водных ресурсов. Количество лучей на этих диаграммах соответствует количеству факторов, а нормированному значению каждого фактора соответствует длина луча.

Средства геоинформационной системы обеспечивают: комплексную оценку территории по условиям развития негативных природных процессов в бассейнах малых рек; информационное обеспечение моделей при комплексной экологической оценке водных ресурсов; построение карт экологической обстановки для оперативного принятия решений.

Подобный подход позволяет выявить связь между структурой речного бассейна, величиной антропогенного воздействия и характером "отклика" на него, что делает возможным разработку и обоснование оптимальных систем природопользования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Долгополов А.Я., Смольянинов В.М., Овчинникова Т.В. Комплексная оценка состояния земель в районах с интенсивным антропогенным воздействием на природную среду. - Воронеж: Изд-во ВГАУ, 1997. - 125 с.

Корытный Л.М. Геосистемно-гидрологический подход к природно-хозяйственному районированию // География и природн. ресурсы. - 1991. - №1. - С. 161-164.

Мильков Ф.Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования // География и природн. ресурсы. - 1981. - №4. - С. 18-25.

Русинов П.С., Серябрякова Е.Д., Чалмаев Л.В. Рекомендации по использованию космической фотoinформации для составления карт состояния земель. - Воронеж: Изд-во ВГАУ, 1996. - 89 с.

Смольянинов В.М., Русинов П.С., Панков Д.Н. Комплексная оценка антропогенного воздействия на природную среду при обосновании природоохранных мероприятий. - Воронеж: Изд-во ВГАУ, 1996. - 126 с.