

Mathematical modeling of self-purification processes in small river of the Central Siberia

Taseiko Olga V., Spitsina Tatyana P., Pitt Anne

The hydrochemical processes in small rivers are characterized by the accumulation of organic compounds from natural or anthropogenic sources. The high concentrations of biogenic matter lead to high levels of plankton. The high level of plankton reduces the concentrations of dissolved oxygen in the water which increases/encourages the development of algal blooms. Natural eutrophication occurs over thousands of years, but anthropogenic eutrophication can occur very fast (ten years), especially in water basins filled by a slow stream, such as a lake, pond, or reservoir.

All unpolluted natural bodies of water in central Siberia have a common characteristic: the lowest concentration of phosphorus limits the process of eutrophication and the highest concentration of nitrogen allows this process.

In the small Siberian rivers examined here, eutrophication is inhibited by low temperatures, rapid currents and poor development of planktonic cenosis.

The consequences of these processes for the vital activity of river can be predicted by applying computing experiments based on mathematical modeling and numerical methods. To mathematically describe how a river cleans itself is a difficult and mostly ignored problem, as most researchers study the cleansing processes of lakes and ponds.

This paper offers a new approach to modeling how small Central Siberian rivers cleanse themselves under different climate conditions. This model includes principle factors such as chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, concentrations of biogene element (nitrogen, phosphorus, etc.).

The results of this numerical modeling are verified by data from the environmental monitoring of three rivers in the basin of the Central Siberia.

Моделирование процессов самоочищения в малых Центральной Сибири

Тасейко О.В., Спицына Т.П., Питт А.

Для гидрохимических процессов малых рек характерно накопление органических веществ под влиянием антропогенных (загрязнение сточными водами) или природных факторов. Из-за обогащения водоема биогенами приводит к чрезмерному развитию планктонных организмов, а затем - к исчезновению запасов растворенного кислорода. Природная эвтрофикация продолжается тысячелетиями, антропогенная наступает значительно быстрее, особенно в водоемах с замедленным течением - озерах, прудах, водохранилищах.

В северных малых реках проявлению процесса эвтрофирования препятствуют такие факторы, как низкие температуры, быстрое течение и слабое развитие планктонных ценозов. Последнее может послужить причиной быстрого угнетения большинства групп гидробионтов токсической частью поллютантов.

Одними из основных факторов, усиливающих эвтрофикацию, являются содержание фосфора и азота в природных водах. Общей характеристикой природных вод Центральной Сибири в естественных условиях является слабая насыщенность их фосфором, и повышенное содержание азота.

Для того чтобы уметь предсказывать последствия этих процессов для жизнедеятельности водоемов, необходимо применение вычислительных экспериментов, основанных на математическом моделировании и численных методах. Математическое описание самоочищения проточных водоемов является сложной и малоизученной проблемой, поскольку большинство исследователей отдадут предпочтение изучению процессов самоочищения в непроточных водоемах.

В работе предложен подход к моделированию процессов самоочищения малых рек на основе химических факторов, характеризующих протекание процессов в природно-климатических условиях Центральной Сибири. При этом в модели учитываются как факторы усиливающие процессы самоочищения, такие как показатели интенсивности окисления органических и неорганических веществ. Так и загрязнение водоемов биогенными элементами (азотом, фосфором и др.), тормозит естественные процессы очищения.

Результаты численного моделирования верифицированы с данными экологического мониторинга некоторых рек Центральной Сибири.