

- / Е. П. Масюткин, В. И. Просвирнин, Б. А. Авдеев // Рыбное хозяйство Украины. — Керчь: КГМТУ, 2012. — № 3(80). — С. 40–49.
7. Григорьев, М. А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях: Монография [Текст] / М. А. Григорьев. — М.: Машиностроение, 1970. — 270 с.
 8. Масюткин, Е. П. Анализ основ теории и методов расчета гидроциклонов с силовыми полями электрической природы (продолжение) [Текст] / Е. П. Масюткин, В. И. Просвирнин, Б. А. Авдеев // Рыбное хозяйство Украины. — Керчь: КГМТУ, 2011. — № 1(78). — С. 34–38.
 9. Терновский, И. Г. Гидроциклонирование [Текст] / И. Г. Терновский, А. М. Кутепов. — М.: Наука, 1994. — 350 с.
 10. Chen, G. Design and analysis of magnetic hydrocyclone [Text] : A thesis submitted for the degree of Master of Engineering / Gang Chen. — Monreal: Department of Mining and Metallurgical Engineering McGill University. — 1989. — 129 p.
 11. Просвирнин, В. И. Применение математической модели коагуляции для оценки эффективности работы магнитного гидроциклона [Текст] : материалы XII науч.-техн. конф. г. Севастополь, 23–27 октября 2013 г. / В. И. Просвирнин, Е. П. Масюткин, Б. А. Авдеев. — Севастополь : СевНТУ, 2013. — С. 209–211.
 12. Просвирнин, В. И. Подход Лагранжа в моделировании движения частицы в магнитном гидроциклоне [Текст] : тезисы докладов X междунар. конф. «Управление проектами в развитии общества», Киев, 17–18 мая 2013 г. / В. И. Просвирнин, С. П. Голиков, Б. А. Авдеев. — К.: КНУБА, 2013 — С. 204–206.
 13. Premaratne, W. A. P. J. Development of a Magnetic Hydrocyclone Separation for the Recovery of Titanium From Beach Sands [Text] / W. A. P. J. Premaratne, N. A. Rowson // Physical Separation in Science and Engineering: Hindawi Publishing Corporation. — 2003. — Vol. 12, №. 4. — P. 215–222.
 14. Freeman, R. J. The progress of the magnetic hydrocyclone [Text] / R. J. Freeman, N. A. Rowson, T. J. Veasey, I. R. Harris // Magnetic and Electrical Separation : Gordon and Breach Science Publishers S. A. — 1993. — Vol. 4. — P. 139–149.
 15. Просвирнин, В. И. Модель распределения радиального магнитного поля в гидроциклоне [Текст] / В. И. Просвирнин, С. П. Голиков, Б. А. Авдеев // Вестник Херсонского национального технического университета. — Херсон: ХНТУ, 2013. — № 1(46). — С. 300–304.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕС СЕПАРАЦІЇ У ГІДРОЦИКЛОНАХ

Проведен аналіз розподілу поля в магнітних гідроциклонах різних конфігурацій. Продемонстровані технічні рішення у магнітних гідроциклонах виходячи з гіпотез впливу магнітного поля на процес сепарації частинок в робочій камері. Визначено оптимальний тип конструкції виходячи з сил, що діють на частинку в криволінійному потоці.

Ключові слова: гідроциклон, магнітне поле, коагуляція, флокула, відцентрова сила.

Авдеев Борис Александрович, аспирант, кафедра электрооборудования судов и автоматизации производства, Керченский государственный морской технологический университет, Украина, e-mail: dirigeant@mail.ru.

Авдеев Борис Александрович, аспирант, кафедра электрообладнання суден і автоматизації виробництва, Керченський державний морський технологічний університет, Україна.

Avdeyev Boris, Kerch State Maritime Technological University, Ukraine, e-mail: dirigeant@mail.ru

УДК 519.85: 504.455: 582.26 (477.42)

Аристархова Э. А.

ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДНОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ЭВТРОФИКАЦИИ

В водозаборе «Видсичное» реки Тетерев в течение 2006–2008 годов выявлены основные возбудители «цветения» воды среди представителей сообществ планктонных водорослей и определены наиболее опасные периоды загрязнения водной среды их метаболитами. Проведен корреляционный анализ развития группировок водорослей в зависимости от температурного режима. По материалам исследований построена адекватная математическая модель, описывающая динамику развития фитопланктона в водных экосистемах.

Ключевые слова: фитопланктон, сезонные изменения, антропогенная эвтрофикация, «цветение» воды, математическая модель.

1. Введение

Рассматриваемая в работе проблема касается экологической безопасности водных объектов хозяйственно-питьевого назначения, которые вследствие зарегулированности стока, испытывают на себе антропогенные нагрузки в виде биогенов, результатом поступления которых является «цветение» воды. Известно [1], что в наше время «цветут» все равнинные водохранилища. И хотя характер «цветения», обусловленный развитием фитопланктона, у каждого водного объекта свой, все же существуют определенные закономерности, свойственные большинству из них.

2. Постановка проблемы

Антропогенная эвтрофикация и, связанное с ней, «цветение» воды значительно ухудшают состояние водной среды за счет повышенного поступления органических веществ, в том числе метаболитов, выделяемых планктонными водорослями. К тому же, рост и развитие фитопланктона, среди которого встречаются токсичные формы, приводит к выделению в воду нейро- и гепатотоксинов. Это, безусловно, отражается на экотоксикологическом потенциале природных вод и отрицательно сказывается на состоянии водных организмов. Использование таких вод для подготовки питьевой воды можно

рассматривать как реальную угрозу здоровью населения. Поэтому важно установить контроль за циклами развития планктонных водорослей, особенно в водоемах хозяйственно-питьевого назначения, и выделить факторы, влияющие на изменение их численности.

3. Обзор существующих решений

Во многих опубликованных научных работах изучению развития планктонных водорослей уделяется много внимания (А. В. Топачевский [2], В. И. Щербак [3], Э. А. Аристархова [4], Н. П. Масюк [5], Т. А. Хоружая [6] и др.). Однако проведение математического моделирования, учитывающего развитие различных сообществ планктонных водорослей в зависимости от температурного фактора, имеет достаточно ограниченный характер. Известно [7], что именно температурный режим, помимо эвтрофирования воды, оказывает на развитие фитопланктона решающее воздействие. В связи с этим, представляет определенный интерес моделирование развития планктонных водорослей в условиях антропогенной эвтрофикации, в зависимости от изменения температуры водной среды.

4. Влияние температуры на динамику развития фитопланктона в водных экосистемах

Исходной информацией для анализа данного влияния были материалы исследования, проведенные авторами в водозаборе «Видсьичне» реки Тетерев (притока Днепра). Определение качественного и количественного состава водорослей в водозаборе проводилось путем гидробиологического анализа. Основной метод анализа состоял в концентрации фитопланктона на мембранных фильтрах и подсчете количества их клеток в сантиметре кубическом (кл/см³) с определением класса водорослей в камере Нажотта (Nageotte chamber) [8]. Исследования проводились ежемесячно на протяжении трех лет. При этом ежемесячно отбиралось до пяти проб воды.

В настоящее время для описания динамики развития водорослей используются модели динамики популяций с непрерывным размножением (модели экспоненциального роста численности популяций) [9–13]. Однако корреляционный анализ [14] развития группировок водорослей в зависимости от температурного режима воды в водозаборе показал высокие значения парных коэффициентов корреляции — от 0,75 до 0,95, что указывает на существенное влияние температуры на развитие водорослей. Время задержки между «сигналом» и «откликом» составил от 0 месяца для зеленых и эвгленовых водорослей до 3 месяцев для сине-зеленых водорослей. Среднее время запаздывания «отклика» на «сигнал» в трех группах (по годам) был приблизительно одинаковым, а в шести группах (по типам водорослей) — приблизительно 2 месяца.

Так как температурный режим воды в водозаборе является периодическим (с периодом повторения 12 месяцев), то и динамика развития водорослей в водозаборе была периодической (с таким же периодом). Поэтому для математического описания развития водорослей целесообразно использовать периодические функции (например, синус или косинус). Применен синусоидальную функцию, авторами была получена динамическая модель развития водорослей, в основе которой был тригонометрический ряд типа [7]:

$$y = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx),$$

где a_n и b_n — коэффициенты тригонометрического ряда.

Для нахождения неизвестных коэффициентов (a_n и b_n) тригонометрического ряда авторами использовалось дискретное преобразование Фурье. Рассчитанные коэффициенты позволили записать математическую модель, описывающую динамику развития фитопланктона, и оценить ее адекватность (относительную погрешность модели δ):

$$\begin{aligned} n(t) = & 7390 + 1611 \sin\left(\frac{\pi}{16}t + 2,23\right) + \\ & + 1515 \sin\left(\frac{2\pi}{16}t - 2,296\right) + 2500 \sin\left(\frac{3\pi}{16}t + 1,107\right) + \\ & + 813,872 \sin\left(\frac{4\pi}{16}t + 2,061\right) + 774,137 \sin\left(\frac{5\pi}{16}t - 1,086\right) + \\ & + 895,845 \sin\left(\frac{6\pi}{16}t + 1,74\right) + 661,728 \sin\left(\frac{7\pi}{16}t + 2,086\right) + \\ & + 185,821 \sin\left(\frac{8\pi}{16}t + 2,21\right) + 339,474 \sin\left(\frac{9\pi}{16}t + 2,341\right) + \\ & + 291,891 \sin\left(\frac{10\pi}{16}t + 2,245\right) + 207,364 \sin\left(\frac{11\pi}{16}t + 2,857\right) + \\ & + 278,297 \sin\left(\frac{12\pi}{16}t + 2,589\right) + 180,449 \sin\left(\frac{13\pi}{16}t + 2,538\right) + \\ & + 269,321 \sin\left(\frac{14\pi}{16}t + 2,935\right) + 277,304 \sin\left(\frac{15\pi}{16}t - 3,043\right), \\ \delta \approx & 0,8 \%. \end{aligned}$$

6. Выводы

Анализ относительной погрешности указывает на то, что разработанная математическая модель адекватно описывает динамику развития фитопланктона в водных экосистемах. Следует заметить, что предложенную модель можно упростить. Однако это приведет к увеличению относительной погрешности, а, следовательно, модель станет недостаточно адекватной оригиналу.

Литература

1. Романенко, В. Д. Основы гидроэкологии [Текст] : учебник для вузов / В. Д. Романенко. — К.: Генеза, 2004. — 664 с.
2. Топачевский, А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР [Текст] / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. — К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. — 336 с.
3. Shcherbak, V. I. Phytoplankton as a Model Object of Evaluating the Influence of Power Complexes on Water Ecosystems [Text] / V. I. Shcherbak // Engineering Simulation. — 1999. — Vol. 16. — P. 513–519.
4. Аристархова, Е. О. Математичне моделювання сезонних змін розвитку фітопланктону у водозаборі «Відсьичне» річки Тетерів [Текст] / Е. О. Аристархова, І. А. Пількевич // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — № 3/4(63). — С. 36–39.
5. Масюк, Н. П. Водорості в системі органічного світу : монографія [Текст] / Н. П. Масюк, І. Ю. Костіков. — К.: Академперіодика, 2002. — 178 с.
6. Хоружая, Т. А. Глобальная экология [Текст] : учебное пособие / Т. А. Хоружая, А. М. Никаноров. — М.: Изд-во «Книга сервис», 2003. — 288 с.

7. Аристархова, Э. А. Влияние температуры на динамику развития фитопланктона в водных экосистемах [Текст] : материалы VII междунар. конф., 21–24 октября 2013 / Э. А. Аристархова, И. А. Пилькевич // ZOOECENOS-2013. — Днепрпетровск: Изд-во ДНУ, 2013. — С. 136–142.
8. Эрхард, Ж. П. Планктон. Состав, экология, загрязнение [Текст] : пер. с фр. / Ж. П. Эрхард, Ж. Сежен. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 256 с.
9. Пилькевич, І. А. Обґрунтування якості узагальненої логістичної моделі динаміки популяцій [Текст] / І. А. Пилькевич, О. В. Маєвський, В. І. Котков // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — № 1/4(55). — С. 63–66.
10. Пилькевич, И. Математическое моделирование динамики популяций [Текст] / Игорь Пилькевич, Александр Маевский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — Т. 3, № 6(45). — С. 50–53.
11. Пилькевич, И. Мониторинг копытных животных, обитающих в охотничьих хозяйствах Украины [Текст] / Игорь Пилькевич, Александр Маевский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — Т. 5, № 4(47). — С. 35–40.
12. Пилькевич, И. А. Повышение точности оценивания характеристик динамики популяций [Текст] / И. А. Пилькевич, А. В. Маевский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — № 4/4(46). — С. 48–52.
13. Пилькевич, І. А. Математическая модель динамики популяций животного мира [Текст] : зб. наук. пр. / І. А. Пилькевич, О. В. Маєвський // ИПМЭ НАНУ. Моделювання та інформаційні технології. — 2011. — № 59. — С. 32–41.
14. Герасименко, С. С. Статистика [Текст] : підручник / С. С. Герасименко, А. В. Головач, А. М. Єріна та ін.; за наук. ред.

д-ра екон. наук С. С. Герасименка. — 2-ге вид., перер. і доп. — К.: КНЕУ, 2000. — 467 с.

ПРОБЛЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ АНТРОПОГЕНОЇ ЄВТРОФІКАЦІЇ

У водозаборі «Відсічне» річки Тетерів протягом 2006–2008 років виявлено основних збудників «цвітіння» води серед представників угруповань планктонних водоростей та визначені найбільш небезпечні періоди забруднення водного середовища їх метаболітами. Проведено кореляційний аналіз розвитку угруповань водоростей в залежності від температурного режиму. За матеріалами досліджень побудовано адекватну математичну модель, що описує динаміку розвитку фітопланктону в водних екосистемах.

Ключові слова: фітопланктон, сезонні зміни, антропогенна евтрофікація, «цвітіння» води, математична модель.

Аристархова Елла Александровна, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра моніторингу оточуючої природної середовища, Житомирський національний агрокологічний університет, Україна, e-mail: earistarchowa@yahoo.de.

Аристархова Ела Олександрівна, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра моніторингу навколишнього природного середовища, Житомирський національний агрокологічний університет, Україна.

Aristarkhova Ella, Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine, e-mail: earistarchowa@yahoo.de

УДК 504.453 (282.247.32)

Бордюг Н. С.

АНАЛІЗ САНІТАРНОГО СТАНУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Показано важливість проведення мікробіологічного моніторингу питної води децентралізованого водопостачання. Проведено комплексну оцінку рівня забрудненості води за епідеміологічним показником і виявлено залежність якості підземних вод від сезонних змін на прикладі парцелярних господарств.

Ключові слова: ґрунтова вода, загальне мікробне число, коли-індекс, епідеміологічний показник, децентралізоване водопостачання.

1. Вступ

Дослідження проблем екологічної безпеки сьогодні є одними з найактуальніших, бо від їх вирішення фактично залежить і власне існування людини, і популяцій тваринного світу [1–4]. Питання, яке розглядається в роботі, відноситься до екологічної безпеки. Санітарний стан якості питної води є актуальним, оскільки через воду передаються збудники багатьох інфекційних захворювань. Кількість таких захворювань, які передаються внаслідок вживання води, катастрофічно збільшується. Згідно з даними ВООЗ, від хвороб, пов'язаних із питною водою, потерпають щороку близько 2-х млрд. осіб [5].

2. Постановка проблеми

Ґрунтові води також потерпають від мікробіологічного забруднення. Проблема полягає в тому, що мікро-

організми, які потрапили до ґрунтових вод, довго зберігаються і важко видаляються з водоносних горизонтів.

3. Огляд існуючих рішень

Випадки контамінації підземних вод патогенною мікрофлорою можливі, на що вказують як лабораторні дані, так і епідеміологічні спостереження. Природним чинником забруднення підземних вод може бути наявність, так званих, гідрологічних «вікон», тобто ділянок на яких над водоносним горизонтом відсутній водонепроникний пласт. Через ці «вікна» поверхневі забруднення можуть досягти водоносного горизонту [6–9].

Найнебезпечнішим є біологічне забруднення підземних вод алохтонними мікроорганізмами — хвороботворними бактеріями, кишковими вірусами, яйцями гельмінтів, поява яких пов'язана з життєдіяльністю людини і тварин. Патогенні мікроорганізми потрапляють