

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

В работе проанализированы основные факторы, влияющие на изменение ингредиентов природных водоемов. Рассмотрены современные методы прогнозирования гидрохимического состояния поверхностных вод. Определены основные недостатки существующих методов математического моделирования антропогенного воздействия на водные объекты. Предложено усовершенствованный способ комплексной оценки, основанный на графическом методе составления модель-карт качества водоемов.

Ключевые слова: прогнозирование, гидроэкосистемы, математическое моделирование, геоинформационная модель водозабора, географическая информационная система, цифровая модель рельефа, модель-карта.

Введение. Современные статистические данные подтверждают тенденцию ухудшения качества поверхностных вод бассейнов рек Украины. Поэтому, актуальной задачей является прогнозирование гидрохимического состояния поверхностных вод и необходимость уменьшения интенсивного воздействия на водные объекты, что приводит к угрожающему состоянию гидроэкосистем [1]. Химическое состояние поверхностных вод и его конструктивно-географическую оценку необходимо учитывать во время водоснабжения, гидротехнического строительства, мелиорации, добычи полезных ископаемых, производства промышленной продукции.

Цель и задачи. На сегодняшний день для оценки качества природных вод используют микробиологический анализ и физико-химические методы определения органолептических и токсикологических показателей [2]. Однако такие методы анализа водных объектов не дают возможности в полной мере оценивать и прогнозировать качество воды.

Таким образом, данная статья посвящена исследованию существующих методов прогнозирования и применению новых методик комплексной оценки качества природных водоемов.

Материал и результаты исследований. Оценка водных объектов осуществляется на основе использования гидрологических и гидрохимических характеристик, которые в совокупности определяют его эколого-гидрохимический состояние.

При анализе формирования водного и гидрохимического режима определяются основные факторы, которые существенно влияют на изменение того или иного ингредиента водоема. К таким относятся [3]:

- изменение речного стока;
- влияние подземного и дренажного стока;
- поступления дренажных вод с гидромелиоративных систем;
- поступления вод с загрязненными веществами с площади водозабора в виде промышленных и бытовых стоков;
- седиментация взвешенных в воде частиц;
- взбалтывания донных отложений;
- безвозвратное водопотребление;
- трансформация веществ вследствие физико-химических, биологических преобразований;
- испарение воды из поверхностных водоемов [4].

Математическое моделирование биологических процессов является одной из составляющих экологического прогноза. В этой сфере широко используется имитационное моделирование [5].

Имитационное моделирование – это тип моделирования, который включает в себя группу методов, что позволяют создавать модели и описывать происходящие процессы в экосистемах. Сама экосистема заменяется имитатором. С ним проводятся эксперименты для получения информации о системе.

С помощью классификации Е. А. Зилова, мы определили наиболее популярные модели данного типа с высокой прогностической эффективностью. К таким относятся:

1. Комплексные динамические модели;
2. Простые статистические расчётные модели [6].

Выше указанные модели базируются на дифференциальных уравнениях. Трудность их решения заключается в том, что не существует систематических правил вывода данных уравнений. Их составляют на основе полуэмпирических закономерностей, рассуждений и аналогий [7]. К тому же, при работе с системами из десятков дифференциальных уравнений, исключить ошибки очень сложно.

Сейчас математическое моделирование и эксперименты с модельными экосистемами не являются единственным методом прогнозирования антропогенного воздействия на водные объекты. Однако, в практике этот метод успешно применяется и может быть дополнительным и надежным источником информации о водоёмах и позволит с точностью спрогнозировать их состояние.

Сегодня уже существуют новые модели гидрологического режима водозаборных бассейнов, такие как геоинформационные модели водозаборов, цифровой модели местности, цифровые модели рельефа [8]. Рассмотрим их детальнее.

Геоинформационная модель водозабора (ГИМВ) может быть применена для прогнозирования и полной оценки антропогенных воздействий на окружающую среду водозаборного бассейна. ГИМВ является конечным результатом разработки и может также играть роль в принятии решений для менеджмента водозаборов. При разработке указанной модели важен выбор объекта моделирования. Он должен быть практичным и удобным для моделирования, а также отображать определенный природный феномен. Таким объектом может быть водозаборный бассейн.

Географическая информационная система (ГИС) играет важную роль в возможности достоверной обработки, анализе и визуализации данных. Исследуют необходимые объекты на основе географических данных и связанной с ними информации. ГИС объединяет данные, полученные из карт, таблиц, аэро- и космических снимков, материалов полевых исследований в цифровой базе геоданных. При моделировании с помощью ГИС - технологий можно осуществлять комплексную экологическую оценку территории и дать высококачественный прогноз [9].

Чтобы создать цифровую модель местности, необходимо сначала внедрить ГИС - технологии в гидрологическое моделирование. Такая модель сохраняет информацию о рельефе местности, климате, растительности и ландшафте. Поэтому, с помощью информации, полученной от цифровой модели местности, можно смоделировать параметры геоинформационной модели водозабора. Вычисление гидрологических параметров самой модели осуществляется на основе морфологии поверхности водозабора.

Формирование поверхностного стока зависит от рельефа местности. Для того, чтобы в полной мере оценить его особенности, генерируются цифровые модели рельефа (рис.1,2).

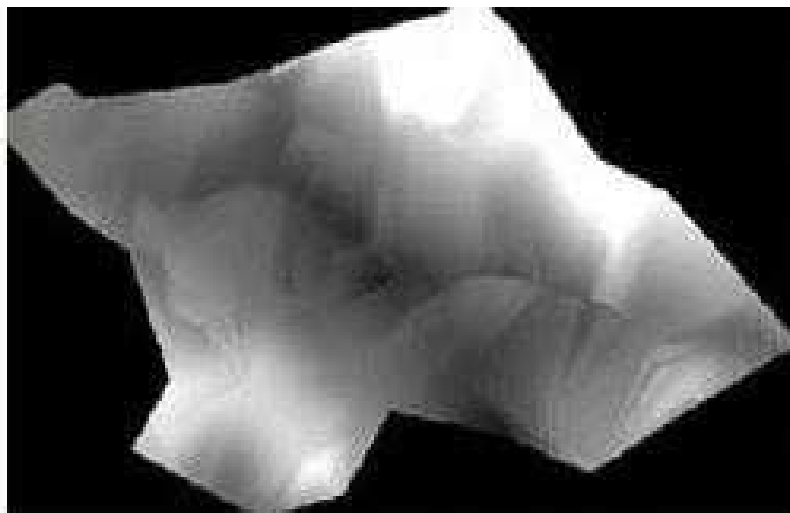


Рис. 1 Цифровая модель рельефа тестовых участков

С этой целью, пользуют компьютерную обработку массивов данных, которые являются характеристикой территории бассейна водозабора. Существуют два способа получения топографических данных, к которым относятся:

✓ Метод дистанционного зондирования Земли. Обеспечивает высокую достоверность информации о базе геоданных факторов влияния на качество воды. Однако, этот способ имеет высокую стоимость, что и является основным его недостатком.

✓ Построение моделей рельефа путем интерполяции оцифрованных изолиний с топографических карт. К преимуществам можно отнести низкую стоимость такого метода, однако среди неудовлетворительных показателей есть недостаточная точность моделирования рельефа и значительная трудоемкость [10].



Рис. 2 Двухмерная модель снимков тестовых участков

Также, чтобы получить цифровую модель рельефа (ЦМР), пользуются данными фотограмметрических измерений, пространственными координатами точек местности при использовании лазерных систем [11]. В качестве исходной информации для построения ЦМР, применяют материалы аэрофотосъемки.

Цифровая модель рельефа играет важную роль в гидрологическом моделировании и позволяет получить следующие параметры:

- Морфометрические (величина наклона, кривизна поверхности);
- Гидрологические (длина водных потоков, направление стока, деформация русла рек);
- Параметры вертикальной дифференциации среды (относительная высота, глубина водоемов);
- Топографо-микrokлиматические (влияние ветра на дифференциацию температуры земной поверхности).

Важным преимуществом цифровой модели рельефа является способность прогнозировать распространение химических загрязнений в грунтовых водах.

В данной статье предлагается более простой метод комплексной оценки гидрохимического состояния водоемов, основанный на графическом методе составления модель-карт качества поверхностных вод [11].

Модель-карта - это лепестковая диаграмма со шкалами-радиусами. Каждое деление определяет среднее значение гидрохимического показателя качества воды. Количество радиусов равно количеству гидрохимических параметров (рис.4).

На диаграмму наносятся процентное значение среднего фактического значения гидрохимического показателя. Этот показатель концентрации воспроизводит реальную картину направления изменения гидрохимических характеристик, благодаря которым проявляют источники загрязнения.

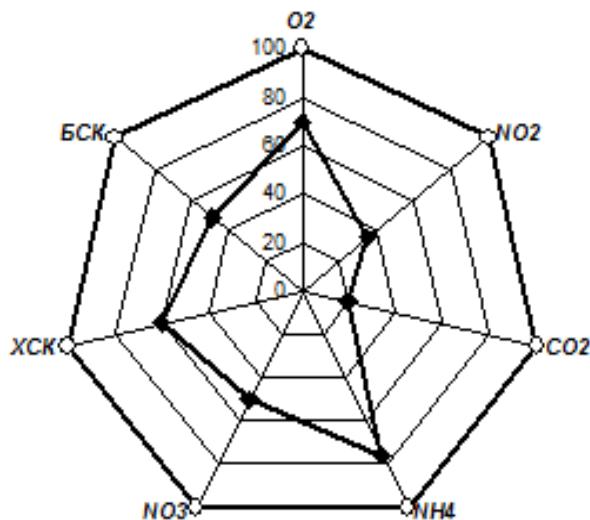


Рис. 3 Модель-карта качества поверхностных вод

Далее с помощью миллиметровой бумаги определяют отношение занятой площади диаграммы фактического загрязнения до площади, которая занята оптимальными значениями нормируемых характеристик. Затем находят суммарный экологический коэффициент качества воды в створе исследуемого водоема.

Для обработки результатов математических расчетов применяют редактор MS Excel, а для прогнозирования экологического состояния поверхностных вод используется программа «Прогнозирование изменения экологического состояния природных водоемов».

Выводы

Таким образом, предложенная методика прогнозирования гидрохимического состояния природных вод является простой в использовании и доказала на практике свои преимущества, такие как:

- простота использования;
- не требует значительных капитальных затрат;
- точность полученных результатов при моделировании.

Список литературы

1. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоемов Украины. /Владимир Тимченко. – К.: Наукова думка, 2006. - 384 с.
2. Муравьев А. Г. Руководство по определению качества поверхностных воды полевыми методами. /Александр Муравьев. – СПб: Криσμα+, 2004. - 248 с.
3. Фальковская Л. Н. Основы прогнозирования качества поверхностных вод. /Л.Н. Фальковская, А.Б. Авакян, И.Д. Родзиллер. – М.: Наука, 1982. – 179 с.
4. Михайлов В. Н. Гидрология. /В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. - 463 с.
5. Виноградова Т. А. Математическое моделирование в гидрологии. / Т.А. Виноградова, Ю.Б. Виноградов. – М.: Академия, 2010 – 304 с.
6. Зилов Е. А. Экологическое моделирование экосистем в условиях антропогенной нагрузки: Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. - Иркутск – 2004. – 314 с.
7. Фурсова П.В. Проблемы окружающей среды. / П.В. Фурсова, А.П. Левич - М.: ВИНТИ. - 2002. - № 9.
8. Костриков С.В. Общие принципы выбора модели и хранилищ моделирования водозаборных бассейнов. / Сергей Костриков. – К.: География науки, 2005. – 479 с.
9. Красовский Г.Я. Космический мониторинг безопасности водных экосистем с применением геоинформационных технологий. К.: Интертехнология, 2008. – 480 с.
10. Костриков С.В. Модели гидрологического режима водозаборов: реализация их через ГИС-технологии. К.: География науки, 2012. – 7с.
11. Андрусак Н.С. Методика комплексной оценки экологического состояния водных рекреационных ресурсов. Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. – 7с.

T. Hrebenuk, J. Lavrynenko

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

SURFACE WATER HYDROCHEMICAL CONDITION PREDICTION

The main factors influencing natural ponds ingredients change are analysed in the work. The modern methods of surface water hydrochemical condition prediction are dwelled on. The main disadvantages of existing mathematical simulation methods of water objects human impact are determined. Complex valuating method based on ponds quality model forming graphical method is proposed.

Key words: prediction, hydroecosystems, mathematical simulation, water supply geoinformation model, geographical information system, digital relief model, model form.

1. Timchenko V. M. Ekologicheskaya gidrologiya vodoemov Ukrainyi. /Vladimir Timchenko. – К.: Naukova dumka, 2006. – 384 p.
2. Muravev A. G. Rukovodstvo po opredeleniyu kachestva poverhnostnyih vodyi polevyimi metodami. / Aleksandr Muravev. – Spb: Kriskas , 2004. - 248 p.
3. Falkovskaya L. N. Osnovyi prognozirovaniya kachestva poverhnostnyih vod. /L.N. Falkovskaya, A.B. Avakyan, I.D. Rodziller. – М.: Nauka, 1982. – 179 p.
4. Mihaylov V. N. Gidrologiya. /V.N. Mihaylov, A.D. Dobrovolskiy, S.A. Dobrolyubov. – 2-e izd. – М.: Vysshaya shkola, 2007. - 463 p.
5. Vinogradova T. A. Matematicheskoe modelirovanie v gidrologii. / Т.А. Vinogradova, Yu.B. Vinogradov. – М.: Akademiya, 2010 – 304 p.

6. Zilov E. A. *Ekologicheskoe modelirovanie ekosistem v usloviyah antropogennoy nagruzki: Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora biologicheskikh nauk.* - Irkutsk – 2004. – 314 p.
7. Fursova P.V. *Problemyi okruzhayushey sredyi.* / P.V. Fursova, A.P. Levich - M.: VINITI. - 2002.
8. Kostrikov S.V. *Obschie printsipyi vyibora modeli i hranilisch modelirovaniya vodozaborniyh baseynov.* / Sergey Kostrikov. – K.: Geografiya nauki, 2005. – 479 p.
9. Krasovskiy G.Ya. *Kosmicheskii monitoring bezopasnosti vodnyih ekosistem s primeneniem geoinformatsionnyih tehnologiy.* K.: Intertehnologiya, 2008. – 480 p.
10. Kostrikov S.V. *Modeli gidrologicheskogo rezhima vodozaborov: realizatsiya ih cherez GIS-tehnologii.* K.: Geografiya nauki, 2012. – 7 p.
11. Andrusyak N.S. *Metodika kompleksnoy otsenki ekologicheskogo sostoyaniya vodnyih rekreatsionnyih resursov. Uchenyie zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo.* – 7 p.

Т.В. Гребенюк, канд. техн. наук

Ю.В. Лавриненко

**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
ПРОГНОЗУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД**

В роботі проаналізовані основні фактори, що впливають на зміну інгредієнтів природних водойм. Розглянуто сучасні методи прогнозування гідрохімічного складу поверхневих вод. Визначені основні недоліки існуючих методів математичного моделювання антропогенного впливу на водне середовище. Запропоновано сучасний спосіб комплексної оцінки, заснований на графічному методі складання модель-карт якості водойм.

Ключові слова: прогнозування, гідроекосистеми, математичне моделювання, геоінформаційна модель водозабору, географічна інформаційна система, цифрова модель рельєфа, модель-карта.

Надійшла 28.02.2015

Received 28.02.2015

УДК 621.3

В.І. Василенко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

**СИСТЕМНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ З КЕРОВАНИМИ
НАВАНТАЖЕННЯМИ**

В статті розглянуто основні фактори, які визначають необхідність суттєвих змін в енергетиці та доцільність перегляду традиційних підходів, принципів та механізмів їх функціонування. Приведені основні елементи стимулюючого регулювання RAB-регулювання. Представлено ценологічний підхід до моделювання прогнозних значень електроспоживання.

Визначені питання підвищення енергетичної ефективності, розглянуто енергоекологічні, технічні та енергетичні критерії оптимальності енергетичної системи.

Проаналізовано необхідність та особливості реалізації системного підходу до задач оптимізації енергетичної системи. Приведено основні принципи впровадження технології Smart Grid. Порушені питання впровадження мультиагентних систем управління та застосування клієнтоорієнтованого підходу. Представлена загальна математична модель енергетичної системи.

Ключові слова: Smart Grid, інтелектуальні мережі, SET-план, RAB-регулювання, техноценоз, системний підхід, мультиагентна система управління, енергетична ефективність.

В енергетиці, яка характеризується капіталоємністю, складністю технологічних процесів виробництва, передачі, розподілу та реалізації електричної і теплової енергії, високими вимогами якості