

Список цитированных источников:

1. Бабулин, Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учебник / Н.А. Бабулин – 12-е изд., доп. – М.: Высш.шк., 2005. – 453 с.: ил.
2. Герасимов, А.А. Самоучитель Компас 3D - СПб.: Питер, 2014. – 304 с.
3. Геометрические построения, виды, разрезы, сечения, аксонометрия, линии среза и перехода: методическое пособие по инженерной графике к выполнению заданий на темы: для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения / Н.И. Кондратчик, В.А. Морозова, С.А. Матюх. – Брест, 2013. Ч.1. – 60 с.

УДК 550.4 (476)

Поворотная Ю.С.

Научный руководитель: к.т.н. Волчек Ан.А.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ БЕЛАРУСИ И ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Целью настоящей работы является изучение качества поверхностных вод Беларуси и оценка степени их загрязнения по основным показателям.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Беларусь обладает достаточно большим количеством водных объектов и не испытывает дефицита в воде. На территории находится 20800 рек. Самыми крупными являются Днепр, Березина, Припять, Сож, Неман, Птичь, Западная Двина, Щара, Свислочь, Друть, Виляя, Ясельда, Березина и Случь. Однако в настоящее время существует проблема качества вод. В гидрохимическом режиме рек Беларуси происходят изменения, причем не всегда в лучшую сторону.

Существует большое количество путей загрязнения водных объектов. Возникновение загрязняющих веществ может быть природного и техногенного характера. Безусловно, антропогенная нагрузка оказывает более сильное влияние на состояние окружающей среды. Высокую опасность несут сбросы несанкционированных объемов загрязненных вод с предприятий либо недостаточно очищенные воды, в которых превышены предельно допустимые концентрации загрязнителей. Сельское хозяйство и животноводство также оставляют свой след. Химикаты, защищающие урожай от вредителей, азотные, калийные и фосфорные удобрения вместе с поверхностным стоком попадают в реки и водоемы. С птицефабрик и животноводческих ферм в воды попадают антибиотики, продукты жизнедеятельности животных, остатки комбикормов, а также осевшие молекулы метана. Особую опасность представляют собой выбросы и сбросы на предприятиях химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли, а также при производстве медицинских препаратов и биологически активных добавок. Вещества на этих производствах могут быть токсичны, имеют свойство накапливаться в водах, почве и в живых организмах. Повышенные меры контроля за деятельностью предприятий и лимитирование сбросов помогают бороться с этим источником загрязнения. На современном этапе необходима постоянная оценка качества поверхностных вод и прогноз изменения гидрохимического режима рек на ближайшие десятилетия.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследовании использовались данные Государственного водного кадастра Республики Беларусь за период с 1994 по 2014 гг. Были проанализированы изменения по основным гидрохимическим показателям: содержание в воде аммоний-иона, взвешенных частиц, растворенного кислорода, нефти и нефтепродуктов, нитритов, фосфатов, бихроматная окисляемость, индекс загрязнения вод (ИЗВ), биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅).

В Беларуси для водных объектов различного назначения устанавливается предельная допустимая концентрация химических веществ (ПДК) с помощью

основного стандарта качества поверхностных вод. Для определения степени загрязнения воды используют оценку качества воды при помощи комплексного показателя – индекса загрязнения воды (ИЗВ). По этому показателю выделяют 7 степеней загрязнения поверхностных вод.

Для оценки изменений в гидрохимическом режиме рек в использовались стандартные статистические методы, в том числе линейные тренды. Их значимость определялась коэффициентами корреляции. В некоторых случаях также использовались нелинейные тренды. Оценка изменения временных рядов оценивалась градиентом изменения (α), т. е. величиной численно равной коэффициенту регрессии (a), умноженному на 10 лет ($\alpha = a \cdot 10$ лет). Значимость коэффициента корреляции установлена на 5 %-м уровне ($r_{кр} = 0,576$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Способы определения качества природных вод

Индекс загрязненности вод – это комплексный показатель. При его расчете учитывают содержание растворенного кислорода, легкоокисляемых органических веществ, азота аммонийного, азота нитритного, фосфора, фосфатов и нефтепродуктов. Величина критерия ИЗВ нормирована, и эта норма является экспертной оценкой; в зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяются на классы (табл. 1).

Таблица 1 – Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения вод

Оценка качества воды	Значение ИЗВ	Классы вод
Чистая	$\leq 0,30$	I
Относительно чистая	0,31 – 1,00	II
Умеренно загрязненная	1,01 – 2,50	III
Загрязненная	2,51 – 4,00	IV
Грязная	4,01 – 6,00	V
Очень грязная	6,01 – 10,00	VI
Чрезвычайно грязная	$> 10,00$	VII

Данная система оценки качества воды является наиболее распространенной из-за ее относительной простоты, несмотря на очевидные недостатки.

Санитарно-гигиеническим нормативом качества вод является предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ. Под ПДК понимается такая концентрация химических элементов и их соединений, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений. Ниже приведены предельно допустимые концентрации исследуемых в работе веществ.

Таблица 2 – Показатели качества воды и нормативы ПДК химических веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов

Показатели и ингредиенты	Критерии ПДК, мг/дм ³
Растворённый кислород	в зимний (подледный) период – не менее 4 мгО ₂ /дм ³ в летний период - не менее 6 мгО ₂ /дм ³
БПК полн.	не более 3,0 мгО ₂ /дм ³
Азот аммонийный	0,39
Азот нитритный	0,024
Фосфаты	0,066 (по Р)
Нефтепродукты	0,05

Качество поверхностных вод

Загрязнение воды аммоний-ионом на территории Беларуси наблюдается с 2006 по 2014 год на реках Западная Двина, Полота, Щара, Уша, Мухавец, Березина, Плисса, Свислочь, Припять и Ясельда. Предельно допустимая концентрация превышена в 1,5-3 раза. На Березине в период с 2006 по 2010 годы концентрация аммиака в 3-5 раз выше ПДК. Максимальное превышение допустимого уровня загрязнения было зафиксировано в 2006 и 2007 году на реке Свислочь (10 км ниже г. Минска) и составило более 4 мг/л при норме 0,39 мг/л. В 1997 году отдельные очаги загрязнения аммиаком были на реке Днепр, Березина и Свислочь. Периодически после 2006 года и до нынешнего времени фиксируются очаги загрязнения аммонием на реках Неман, Россь, Вилия, Сож, Горынь и в водохранилищах Осиповичское и Солигорское.

При анализе значений бихроматной окисляемости было обнаружено более 40 % случаев превышения ПДК. Самые загрязненные органическими и неорганическими веществами реки – это Мухавец, Березина, Припять, Ясельда, Горынь и водохранилища Вилейское и Солигорское. Достаточно загрязнены реки Западная Двина, Неман, Вилия, Щара, Свислочь, Плисса. Самой чистой рекой по этому показателю является Днепр.

За исследованный период по показателю биологического потребления кислорода выявлены загрязнения на реках Неман, Мухавец, Свислочь, Ясельда, Горынь и в водохранилищах Заславское, Осиповичское и Солигорское. Незагрязненными реками по БПК являются реки Западная Двина, Полота, Сож, Ипать и озеро Нарочь. В 33 случаях из 42 отмечается отрицательное значение градиента. Это означает, что данный показатель идет на снижение практически на всех створах рек.

Наименьшее количество взвешенных частиц в реках Березина, Сож, Ипать и в озере Нарочь. Самые мутные воды в реках Неман, Уша, Свислочь, Припять и Ясельда. Также высокий уровень содержания взвесей в водохранилищах Осиповичское и Солигорское. В 66 % створов наблюдается положительная динамика уровня загрязнения взвешенными веществами.

Результаты проведенного анализа по индексу загрязненности вод показывают, что на всех исследуемых створах наблюдается снижение значений ИЗВ в поверхностных водах. Об этом свидетельствует отрицательное значение градиента. Среднегодовое значение в большинстве случаев (66,6%) соответствует третьему классу качества воды – умеренно загрязненные. В эту категорию попали реки Западная Двина, Россь, Уша, Мухавец, Днепр, Березина, Плисса, Ипать, Припять, Ясельда, Горынь, а также водохранилища Осиповичское и Солигорское. На реке Свислочь ниже Минска наблюдается наибольшее загрязнение. На этом участке 4 класс качества – загрязненная вода. В оставшихся случаях (33,3 %) вода относительно чистая. К относительно чистым относятся реки Лидея, Щара, Вилия, Сож, озера Лукомльское и Нарочь, а также водохранилища Вилейское и Заславское.

Анализ уровня кислорода в воде отображен в таблице 5. Отрицательное значение градиента указывает на снижение уровня кислорода. Среднегодовое значение в большинстве случаев колеблется от 7,0 до 9,5 мг O₂ на литр. Наименьшее значение имеет створ реки Ясельды 6,7 мг O₂ на литр. Недостаток растворенного кислорода был выявлен в реке Березина в 2010 году, в реке Ясельда в 2007, на реке Плисса в период с 2011 по 2014 годы, а также в Солигорском водохранилище в 1996 году.

Загрязненность вод нефтепродуктами в период с 1994 года по 1999 наблюдалась повсеместно. Отдельные очаги загрязнения выявлены на реках Западная Двина, Вилия, Уша и Днепр с 2003 по 2006 год, а также на реке

Свислочь с 2002 по 2012 год. Наблюдается постепенное снижение количества нефтепродуктов в поверхностных водах.

Сильные загрязнения фосфатами наблюдаются на реках Россь, Уша, Мухавец, Днепр, Березина, Свислочь, Припять, Ясельда, Горынь и в Осиповичском водохранилище. Незначительные загрязнения были выявлены на реках Неман, Полота, Сож, Ипать и в Солигорском водохранилище. Значения градиента положительные, но крайне малы. Это свидетельствует о незначительном увеличении концентраций фосфатов в воде.

Таблица 3 – Показатели ИЗВ по створам рек Беларуси

Река-створ	$\frac{\alpha}{\Gamma}$	$\frac{\text{Сред-нее}}{C_v}$	Река-створ	$\frac{\alpha}{\Gamma}$	$\frac{\text{Сред-нее}}{C_v}$
р.З.Двина 0,5 км выше пгт. Сураж	$\frac{-0,073}{0,881}$	$\frac{0,855}{0,566}$	р.Днепр 0,5 км ниже г. Орши	$\frac{-0,072}{0,726}$	$\frac{1,198}{0,468}$
р.З.Двина 2,0 км ниже г. Витебска	$\frac{-0,074}{0,894}$	$\frac{0,960}{0,494}$	р.Днепр 2,0 км ниже г. Шклова	$\frac{-0,055}{0,777}$	$\frac{1,011}{0,373}$
р.З.Двина 1,5 км ниже г. Полоцка	$\frac{-0,071}{0,836}$	$\frac{1,006}{0,478}$	р.Днепр 25,6 км ниже г. Могилева	$\frac{-0,060}{0,764}$	$\frac{1,087}{0,388}$
р.З.Двина 15,5 км ниже г. Новополоцка	$\frac{-0,058}{0,852}$	$\frac{1,017}{0,354}$	р.Днепр 2,0 км ниже г. Быхова	$\frac{-0,055}{0,639}$	$\frac{1,052}{0,458}$
р.З.Двина 5,5 км ниже г. Верхнедвинска	$\frac{-0,071}{0,857}$	$\frac{1,017}{0,459}$	р.Днепр 5,6 км ниже г. Речицы	$\frac{-0,060}{0,802}$	$\frac{1,231}{0,301}$
р.Полота в черте г. Полоцка	$\frac{-0,061}{0,847}$	$\frac{1,021}{0,384}$	р.Днепр 8,5 км ниже гп. Лоева	$\frac{-0,044}{0,663}$	$\frac{1,250}{0,233}$
оз. Лукомльское 8,0 км 3 от г. Новолукомль	$\frac{-0,065}{0,767}$	$\frac{0,801}{0,595}$	р.Березина 5,9 км ниже г. Борисова	$\frac{-0,051}{0,718}$	$\frac{1,217}{0,286}$
р.Неман 0,6 км ниже г. Столбцы	$\frac{-0,047}{0,840}$	$\frac{0,930}{0,300}$	р.Березина 1,9 км ниже г. Бобруйска	$\frac{-0,048}{0,679}$	$\frac{1,251}{0,070}$
р.Неман 5,3 км ниже г. Мосты	$\frac{-0,070}{0,737}$	$\frac{0,949}{0,588}$	р.Березина 2,7 км ниже г. Светлогорска	$\frac{-0,060}{0,757}$	$\frac{1,310}{0,299}$
р.Неман 10,6 км ниже г. Гродно	$\frac{-0,063}{0,895}$	$\frac{1,002}{0,375}$	р.Плисса 0,8 км ниже г. Жодино	$\frac{-0,030}{0,399}$	$\frac{1,288}{0,277}$
р.Лидея 3,1 км ниже г. Лиды	$\frac{-0,046}{0,769}$	$\frac{0,957}{0,314}$	р.Свислочь 10,0 км ниже г. Минска	$\frac{-0,144}{0,456}$	$\frac{3,980}{0,442}$
р.Щара 2,1 км ниже г. Слонима	$\frac{-0,053}{0,826}$	$\frac{0,947}{0,354}$	р.Свислочь в черте с. Свислочь	$\frac{-0,079}{0,571}$	$\frac{1,557}{0,512}$
р.Россь 16,7 км ниже г. Волковыска	$\frac{-0,048}{0,713}$	$\frac{1,260}{0,255}$	р.Сож 4,0 км ниже г. Кричева	$\frac{-0,041}{0,741}$	$\frac{0,873}{0,327}$
р.Вилия 0,5 км ниже г. Вилейки	$\frac{-0,056}{0,766}$	$\frac{0,888}{0,469}$	р.Сож 13,7 км ниже г. Гомеля	$\frac{-0,051}{0,767}$	$\frac{1,074}{0,307}$
р.Вилия 6,0 км СВ г. Сморгонь	$\frac{-0,037}{0,595}$	$\frac{0,886}{0,349}$	р.Ипать 1,7 км ниже г. Добруша	$\frac{-0,036}{0,567}$	$\frac{1,063}{0,290}$
р.Уша 0,7 км ниже г. Молодечно	$\frac{-0,009}{0,087}$	$\frac{1,509}{0,346}$	р.Припять 3,5 км ниже г.Пинска	$\frac{-0,043}{0,482}$	$\frac{1,400}{0,326}$
оз. Нарочь в черте п. Нарочь	$\frac{-0,028}{0,782}$	$\frac{0,540}{0,352}$	р.Припять 1,0 км ниже г.Мозыря	$\frac{-0,061}{0,870}$	$\frac{0,936}{0,412}$
вдхр. Вилейское в черте г. Вилейки	$\frac{-0,048}{0,758}$	$\frac{0,906}{0,374}$	р.Ясельда 0,5 км ниже г. Березы	$\frac{-0,064}{0,640}$	$\frac{1,457}{0,363}$
вдхр. Заславское, ГЭС Гонолес	$\frac{-0,043}{0,632}$	$\frac{0,855}{0,410}$	р.Горынь 0,5 км ниже г. Речицы	$\frac{-0,059}{0,817}$	$\frac{1,086}{0,357}$
р.Мухавец 1,7 км ниже г. Кобрин	$\frac{-0,057}{0,727}$	$\frac{1,203}{0,332}$	вдхр. Осиповичское 15 км на СЗ от г. Осиповичи	$\frac{-0,061}{0,563}$	$\frac{1,684}{0,332}$
р.Мухавец в черте г. Бреста	$\frac{-0,043}{0,720}$	$\frac{1,040}{0,275}$	вдхр. Солигорское 7,0 км на ЮЗ от г. Солигорска	$\frac{-0,076}{0,689}$	$\frac{1,282}{0,482}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования было выявлено снижение концентрации отдельных загрязняющих веществ. В 67 % качество поверхностных вод относится к категории умеренно загрязненных. На основании показаний градиента наибольшие улучшения наблюдаются по содержанию аммоний-иона, фосфатов и по показателю бихроматной окисляемости. Отрицательная динамика в бассейне Западной Двины наблюдается по количеству нефтепродуктов, растворенного кислорода и взвешенным частицам. В бассейне реки Неман снижается количество аммоний-иона, взвешенных частиц, нитритов и фосфатов. Улучшаются показатели бихроматной окисляемости и биохимического потребления кислорода. В бассейне Днепра наблюдается отрицательная динамика количества нефтепродуктов и нитритов в воде. По остальным показателям динамика положительная.

Список цитированных источников

1. Ландшафтные воды в условиях техногенеза: монография / О.В. Кадацкая [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2005. – 347 с.
2. Раткович, Д.Я. Актуальные проблемы водообеспечения. – М.: Наука, 2003. – 352 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат. – Т. 5. – ч.1. – 1966. – 718 с.; – ч. II. – 1966. – 621 с.
4. Государственный водный кадастр: Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2005 год). – Минск: ЦНИИКИВР, 2006. – 106 с.
5. Пашкевич, В.И. Влияние осушительных мелиораций на формирование химического состава грунтовых вод// Формирование подземных вод под влиянием антропогенных факторов/ Сб. научн. ст./ Под А. В. Кудельского. – Минск: Наука и техника, 1990. – С. 73 – 86.
6. Бохонко, В.И. Формирование русел рек и экологическое состояние их водосборов / В.И. Бохонко, Ю.М. Корчоха. – Минск: БГЭУ, 2001. – 160 с.
7. Природная среда Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. Минск: ООО «БИП – С», 2002. – 352 с.
8. Рэкі і каналы // Беларуская энцыклапедыя. — Т. 18, ч. 2: Беларусь. — С. 47-49.
9. Государственный водный кадастр Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by/gvk> – Дата доступа: 15.12.2015.

УДК 628.162, УДК 628.316

Сковбель Т.С., Войтеховская К.Н.

**Научный руководитель: к.т.н., доцент, профессор. Житенев Б.Н.,
доцент Андрюк С.В.**

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД БРЕСТСКОГО РЕГИОНА НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ

Целью настоящей работы является исследование шахтных колодцев и водозаборных скважин на наличие нитратов, усиление внимания к проблеме загрязнения подземных вод азотсодержащими веществами.

Введение

В настоящее время одной из важнейших проблем в природоохранной деятельности является загрязнение подземных вод нитратами. Очистка воды от нитрат-ионов в настоящее время все чаще является насущной необходимостью.

Нитраты - это соли азотной кислоты, наличие которых, как правило, вызвано поступлением в воду хозяйственно-бытовых и промышленных стоков, а также стоков воды с сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых азотсодержащими удобрениями, и с атмосферными осадками. Источники попадания азото-