

УДК 550.4 (476)

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ**

М.А. Богдасаров<sup>1</sup>, А.А. Волчек<sup>2</sup>, Ан.А. Волчек<sup>2</sup>, О.И. Грядунова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

бул. Космонавтов, 21, 224665, Брест, Беларусь

E-mail – bogdasarov73@mail.ru

<sup>2</sup> Брестский государственный технический университет

ул. Московская, 267, 224017, Брест, Беларусь

E-mail – Volchak@tut.by

*В статье рассмотрены пространственно-временные колебания загрязнения нефтепродуктами водотоков и водоемов Беларуси за период с 1994 по 2014 гг. по 107 створам (из них 90 водотоков и 17 водоемов) с использованием данных Национальной системы мониторинга окружающей среды. С использованием статистических моделей даны прогнозные оценки загрязнения водных объектов нефтепродуктами.*

**Введение.** Антропогенным воздействиям на водные ресурсы гидрология и смежные с ней науки уделяют пристальное внимание уже более 100 лет. Вначале исследовались преимущественно изменения водного режима территории под влиянием различных видов хозяйственной деятельности. Затем, с началом «научно-технической революции» и связанного с ней роста загрязнения природных вод, стало актуальным изучение трансформации качества водных ресурсов. Это вызвано в первую очередь влиянием загрязнения вод на окружающую среду, здоровье населения и т. д.

В настоящее время Беларусь не испытывает острого дефицита в воде, аналогичная картина сохранится и на обозримую перспективу. Однако, проблема качества поверхностных вод уже в настоящее время дает о себе знать. Под воздействием природных и антропогенных факторов произошли изменения гидрохимического режима рек Беларуси и зачастую не в лучшую сторону. Этот процесс, по мере роста промышленного производства, городов и интенсификации сельского хозяйства, будет нарастать. Картина усугубляется тем, что почти все крупные реки Беларуси являются трансграничными и ухудшение качества поверхностных вод может не только негативно отразиться на состоянии окружающей среды, эффективности производства, создать проблему сохранения биоразнообразия, но и может стать причиной конфликтных ситуаций между государствами, расположенными в одном бассейне. Поэтому необходима современная оценка качества поверхностных вод и прогноз изменения гидрохимического режима рек. Подробная современная гидрохимическая картина поверхностных вод Беларуси представлена в монографии (Ландшафтные воды, 2005).

Наиболее широко распространенными загрязнителями сточных вод являются нефтепродукты – неидентифицированная группа углеводородов нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, которые вследствие их высокой токсичности, принадлежат, по данным ЮНЕСКО, к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ (низко- и высокомолекулярные предельные, непредельные алифатические, нафтеновые, ароматические углеводороды, кислородные, азотистые, сернистые соединения, а также ненасыщенные гетероциклические соединения типа смол, асфальтенов, ангидридов, асфальтеновых кислот). Понятие «нефтепродуктов» в гидрохимии условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды).

В больших количествах нефтепродукты поступают в поверхностные воды при перевозке нефти водным путем, со сточными водами предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами. Некоторые количества углеводородов поступают в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными организмами, а также их посмертного разложения. Но главную опасность представляют собой химическая и нефтехимическая промышленность (до 62 %). Токсичные химические вещества становятся опасными, если они из сточных вод или опасных отходов на химических свалках просачиваются в грунтовые воды и попадают в источники питьевой воды. Токсичные вещества из близко расположенных мест их сбора могут проникать в индивидуальные колодцы, используемые для получения питьевой воды в небольших городах, посёлках и деревнях.

Целью настоящей работы является оценка трансформации гидрохимического режима поверхностных вод по содержанию нефтепродуктов и их изменения в будущем.

**Исходные данные и методы исследований.** В исследовании использовались статистические данные Государственного водного кадастра Республики Беларусь за период с 1994 по 2014 гг. по содержанию нефтепродуктов в поверхностных водах по 107 створам (из них 90 водотоков и 17 водоемов), данные Национальной системы мониторинга окружающей среды раздел 2 «Мониторинг поверхностных вод» и раздел 11 «Локальный мониторинг».

Сеть пунктов наблюдений мониторинга поверхностных вод насчитывает более 200 пунктов, из них гидрохимические показатели определяют на 91 пункте, а гидробиологические – 83. Сеть трансграничного мониторинга включает 34 пункта наблюдений: 8 – вблизи государственной границы Республики Беларусь с Российской Федерацией, 13 – с Республикой Польша, 10 – с Украиной, 2 – с Литовской Республикой и 1

– с Латвийской Республикой (рисунок 1). Сеть пунктов наблюдений локального мониторинга сбросов сточных вод представлена данными по 126 пунктам.

Пространственная изменчивость загрязнения поверхностных вод Беларуси нефтепродуктами оценивалась с помощью картографирования, а временная изменчивость определялась стандартными статистическими методами.

Для оценки трансформации гидрохимического режима рек в основном использовались линейные тренды, значимость которых определялась коэффициентами корреляции. В зависимости от хронологического хода того или иного элемента использовались также и нелинейные тренды. Оценка изменения временных рядов оценивалась градиентом изменения ( $\alpha$ ), т.е. величиной численно равной коэффициенту регрессии ( $a$ ) умноженному на 10 лет ( $\alpha = a \cdot 10$  лет). Значимость коэффициента корреляции установлена на 5 %-ом уровне ( $r_{кр} = 0,43$ ) (Волчек, 2007).

**Обсуждение результатов.** Попадающие в природные воды из различных источников, нефтяные загрязнения имеют тенденцию к рассеиванию и миграции. При этом в поверхностных водах состав нефтепродуктов под влиянием испарения и интенсивного протекания химического и биологического разложения претерпевает за короткий срок быстрые изменения, а в подземных водах, наоборот, процессы разрушения нефтепродуктов заторможены.

В результате протекающих в водоеме процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрация нефтепродуктов существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав. Наиболее устойчивы ароматические углеводороды, наименее - н-алканы.

Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах, растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. Обычно в момент поступления масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке. По мере удаления от источника загрязнения происходит перераспределение между основными формами миграции, направленное в сторону повышения доли растворенных, эмульгированных, сорбированных нефтепродуктов. Количественное соотношение этих форм определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления нефтепродуктов в водный объект, расстояние от места сброса, скорость течения и перемешивания водных масс, характер и степень загрязненности природных вод, а также состав нефтепродуктов, их вязкость, растворимость, плотность, температура кипения компонентов. При санитарно-химическом контроле определяют, как правило, сумму растворенных, эмульгированных и сорбированных форм нефти.

Содержание нефтепродуктов в речных, озерных, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятые доли мг/дм<sup>3</sup>.

В незагрязненных нефтепродуктами водных объектах концентрация естественных углеводородов может колебаться в речных и озерных водах от 0,01 до 0,20 мг/дм<sup>3</sup>, иногда достигая 1,0 - 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание естественных углеводородов определяется трофическим статусом водоема и в значительной мере зависит от биологической ситуации в водоеме.

Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на организм человека, животный мир, водную растительность, физическое, химическое и биологическое состояние водоема. Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и в некоторой степени наркотическое воздействие на организм, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводороды типа 3,4-бензапирена, обладающие канцерогенными свойствами. Нефтепродукты обволакивают оперение птиц, поверхность тела и органы других гидробионтов, вызывая заболевания и гибель.

Отрицательное влияние нефтепродуктов, особенно в концентрациях 0,001 -10 мг/дм<sup>3</sup>, и присутствие их в виде пленки сказывается и на развитии высшей водной растительности и микрофитов.

В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, кислотность (рН) среды, ухудшается газообмен с атмосферой и т.д. (Руководство, 1977).

При рассмотрении загрязнений геологической среды их дифференцируют по особенностям воздействия на главные элементы геологической среды загрязняющих веществ:

- техногенному нефтепродуктовому загрязнению подвергается сначала земная поверхность (на участках приобретенных и аварийных утечек и проливов нефтепродуктов из поверхностных источников загрязнения, также на участках наземного скапливания и транзита технологических сточных и грязных атмосферных вод);

- грунты зоны аэрации – приуроченные к участкам загрязнения грунты земной поверхности и подземных источников. Последний вид загрязнения считается более небезопасным, т. к. может быть его резвое и широкое распространение за границы начального грязного участка и проникания в поверхностные воды (водотоки и водоемы), тесновато связанные с грунтовыми водами, также к водозаборным сооружениям,

отбирающим подземные воды либо же даже поверхностные для целей водоснабжения. Обозначенные виды загрязнения тесно взаимосвязаны.

Можно выделить *4 главных варианта* данных связей, действующих на грязных нефтепродуктами территориях:

- при инфильтрации жидкостных загрязнений вниз от поверхностных и подземных источников загрязнения через зону аэрации. В итоге часть веществ-загрязнителей в разных формах задерживается почвогрунтами и скапливается в них, а другая часть инфильтрующихся (проникающих через природные фильтры) и водянистых нефтепродуктов проходят через зону аэрации и находится в грязных ими сточных водах. При всем этом некие из нефтепродуктовых компонент в силу собственных физических параметров конкретно загрязняют подземные воды, а другие – накапливаются над ними;

- при следующей инфильтрации через грязную зону аэрации даже относительно незапятнанных дождевых и талых вод либо техногенных аква утечек скопившиеся ранее в почвогрунтах (вторичные) нефтепродукты-загрязнители вымываются либо растворяются к грунтовому горизонту, где они скапливаются или над уровнем грунтовых вод, или в самих грунтовых водах;

- при естественных либо техногенных увеличениях уровня грунтовых вод данные воды вступают в конкретное взаимодействие с грунтами вроде бы «отступающей» зоны аэрации:

- если грунтовые воды незапятнанные, то они загрязняются скопившимися в почвогрунтах нефтепродуктами;

- если грунтовые воды уже загрязнены, то происходит загрязнение зон аэрации;

- если же загрязнены и грунтовые воды, и грунты зоны аэрации, то происходит повышение загрязненности тех и других;

- при естественных либо техногенных снижениях уровня грунтовых вод, если они были загрязнены нефтепродуктами, часть загрязняющих веществ в разных формах удерживается и остается в грунтах «наступающей» зоны аэрации, выступая в предстоящем в роли «вторичного» источника техногенного загрязнения подземных вод (Источники,2015).

Пространственная картина максимальных концентраций нефтепродуктов в поверхностных водах Беларуси представлена на рисунке 2. Наиболее тревожная ситуация наблюдается на р. Днепр в створе Орша. С 2000 по 2014 гг. в этом створе были зарегистрированы максимальные концентрации от 0,29 (6 ПДК) в 2004 г. до 0,76 (15 ПДК) в 2003 г., на р. Днепр в 2004 и 2005 в створе ниже г. Быхов концентрации нефтепродуктов составляли до 5 ПДК. В 2000 г. на р. Западная Двина – ниже г. Витебск было

зарегистрировано максимальное содержание нефтепродуктов за весь период исследования по всем створам 32 ПДК.

Нагрузка на поверхностные воды обусловлена не только сбросом сточных вод, большое количество загрязняющих веществ поступает с тальми и ливневыми водами с городских территорий, сельскохозяйственных угодий и других источников загрязнения, не имеющих системы водоотведения и очистки. На большое содержание нефтепродуктов в р. Уша 0,7 км ниже г. Молодечно 2004 (5 ПДК), 2005 (9 ПДК), 2006 (11 ПДК), 2009 (3 ПДК), скорее всего, влияет поверхностный смыв с территории нефтебазы в зимний период.

Главными «поставщиками» нефтепродуктов в р. Ясельда ниже г. Береза являются ОАО «Опытный рыбхоз «Селец»» (до 0,7 тонн в 2010 г.), ГУПП «Березовское ЖКХ» (0,8 в 2010 г., 0,6 т в 2014 г.), КУМПП ЖКХ «Белоозерское ЖКХ» (0,1 тонны в 2010 г.). Содержание нефтепродуктов в 2001 г. (3,5 ПДК), 2012 г. (2,5 ПДК) значительно превышало ПДК.

В 2003 г. на р. Горынь ниже п. Речица было зарегистрировано 9 ПДК нефтепродуктов, что может быть связано с деятельностью ПРУП «Горынский комбинат строительных материалов», КСУП «Пригорынский-2012», ОАО «Столинрайагросервис».

Повышенное содержание нефтепродуктов в р. Припять ниже Пинска может быть связано с деятельностью «Нефтеперекачивающая станция «Пинск»» ОАО «Гомельтранснефть «Дружба»», ИООО «ЛукойлБелоруссия» Брестский регион, МАЗС №81, РТУП «Белорусское речное пароходство». В 2003 и 2004 гг. концентрации нефтепродуктов составляли до 3 ПДК.

Река Виляя г. Сморгонь 2004 (6 ПДК) и выше г. Вилейка в 2010 г. (6 ПДК)

Деятельность РУП «Белоруснефть-Гроднооблнефтепродукт» АЗС №69; ПУП «Гродновторчамет» Волковысский цех; КСУП «Племзавод «Россь»» Волковысский район; Локомотивное депо ст. Волковыск и др. может быть связана с загрязнением р. Россь ниже г. Волковыск, например, в 2011 г. (3,5 ПДК).

Анализ данных многолетних наблюдений показал, что в период с 1994 по 1997 гг. практически на всех створах наблюдалось превышение ПДК (исключение составил створ р. Днепр 8,5 км ниже пгт. Лоев, где в 1996 и 1997 гг. наблюдалась концентрация 0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Начиная с 1998 г. наблюдается устойчивое снижение загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами. Так в 1998 г. в 64 % створов не было превышения ПДК, в 1999 г. – 55 %, в 2000 г. – 90 %.

В период с 2001 по 2014 гг. самое большое количество загрязненных створов наблюдалось в 2005 г. (11 створов) и в 2006 г. (7 створов), однако вклад в общее количество превышений по основным загрязняющим веществам было не более 4,3 % (рисунок 3). В 2014

г. наблюдалось превышение ПДК только в двух исследуемых створах (р. Свислочь 10,0 км ниже г. Минск; вдхр. Осиповичское 15 км на северо-запад от г. Осиповичи).

В 2007 г. вклад нефтепродуктов в общее количество превышений изменился и составил: бассейн Западной Двины – 1,1 %; бассейн Немана – 2,1 %, бассейн Днестра – 2,3 %; бассейн Припяти – 1,6 %, по бассейну Западного Буга превышений не зафиксировано. В 2008 г. в структуре показателей превышений ПДК по сумме ингредиентов и показателей по всей территории республики Беларусь нефтепродукты составили лишь 1,5 %.

Динамика сброса нефтепродуктов в разрезе бассейнов и территориально-административных областей представлена на рисунках 4 – 5.

Наибольшую нагрузку испытывают реки бассейна р. Днепр, наименьшее количество нефтепродуктов попадает в водотоки бассейна р. Западный Буг. В разрезе областей наибольшую нагрузку испытывает Брестская область, а наименьшую – Гродненская область, необходимо отметить значимый вклад в загрязнение г. Минска.

Анализ пространственной картины средних концентраций нефтепродуктов в водотоках и водоемах Беларуси за 2014 г. показал значительное превышение ПДК только в районе Осиповичского водохранилища.

На сегодняшний день ситуация по содержанию нефтепродуктов в поверхностных водах по бассейнам рек Беларуси следующая. В 3 квартале 2015 г. мониторинг поверхностных вод по гидрохимическим показателям проводился в пунктах наблюдений, расположенных на водных объектах страны в бассейнах рек Западная Двина, Неман, Западный Буг, Днепр и Припять. Государственным учреждением «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды» было отобрано 588 проб воды и выполнено 16646 гидрохимических определений. В 3 квартале сложившиеся гидрометеорологические условия (аномально сухая погода с повышенным температурным режимом и уровни воды в реках ниже исторических минимумов) обусловили повышенные значения концентраций загрязняющих веществ в воде водных объектов. Основными компонентами, во многом определяющими качество поверхностных вод республики, остаются биогенные и органические вещества (Состояние, 2015).

Мониторинг поверхностных вод в бассейне р. Западный Буг проводился на 11 водных объектах (в 21 пункте наблюдений). Содержание нефтепродуктов и синтетических поверхностно-активных веществ в воде водных объектов бассейна не превышало лимитирующих показателей ( $0,05 \text{ мг/дм}^3$  и  $0,1 \text{ мг/дм}^3$  соответственно). Концентрации других химических веществ в водных объектах бассейна соответствовали величинам, определяющим нормальное функционирование водных экосистем (Состояние, 2015).

Мониторинг поверхностных вод в бассейне р. Неман проводится на 35 водных объектах (в 64 пунктах наблюдений): на 22 водотоках и 13 водоемах. Содержание нефтепродуктов и синтетических поверхностно-активных веществ соответствовало нормативам качества воды поверхностных водных объектов ( $0,05 \text{ мг/дм}^3$  и  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ) (Состояние, 2015).

В 3 квартале 2015 г мониторинг поверхностных вод в бассейне р. Западная Двина проводился на 35 водных объектах (в 60 пунктах наблюдений), в том числе на 8 водотоках и 27 водоёмах. Содержание нефтепродуктов и синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) не превышало предельно допустимой концентрации. Превышение допустимого нормативного содержания отмечено только в июле в воде оз. Кагального: нефтепродуктов –  $0,056 \text{ мг/дм}^3$ , СПАВ –  $0,126 \text{ мг/дм}^3$  (Состояние, 2015).

Мониторинг поверхностных вод в бассейне р. Припять проводился на 31 водном объекте, в 45 пунктах наблюдений. Повышенное содержание нефтепродуктов наблюдалось в июле в водоемах Красная Слабода, Любанское и Солигорское от  $0,051$  до  $0,088 \text{ мг/дм}^3$ , в воде рек р. Морочь ( $0,068$ - $0,073 \text{ мг/дм}^3$ ) в июле-августе, Свиновод ( $0,064 \text{ мг/дм}^3$ ) и Чертедь ( $0,065 \text{ мг/дм}^3$ ) в сентябре (Состояние, 2015).

В 3 квартале 2015 г. сеть наблюдений за состоянием поверхностных вод в бассейне была представлена 73 пунктами наблюдений, расположенных на 27 водных объектах – 20 водотоках и 7 водоемах. Повышенное содержание нефтепродуктов (от  $0,054 \text{ мг/дм}^3$  до  $0,070 \text{ мг/дм}^3$ ) фиксировалось в пробах воды из рек Лошица и Свислочь у н.п. Королишевичи (Состояние, 2015).

Результаты проведенного анализа трансформации загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод Беларуси представлены в таблице. Как видно из таблицы, на всех исследуемых створах наблюдается снижение концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах (градиент изменения отрицательный), которое, за исключением Осиповичского водохранилища, является статистически значимым (выделены цветом). Среднемноголетнее значение в большинстве случаев (60 %) превышает ПДК =  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ . Из рисунка 6 видно, что на всей территории Беларуси градиенты изменения концентраций нефтепродуктов в поверхностных водах имеют знак минус, что говорит об уменьшении загрязнения. Особенно выделяются бассейны рек Припять, Западная Двина и Неман, незначительные изменения затрагивают бассейн р. Днепр.



Таблица – Основные статистические показатели изменения содержания нефтепродуктов в поверхностных водах Беларуси за период с 1994 по 2014 годы

Река – створ	Среднее значение, мг/дм <sup>3</sup>	Коэффициенты			
		вариации	асимметрии	регрессии	корреляции
р. Западная Двина 0,5 км выше пгт. Сураж	0,040	1,19	1,66	-0,062	0,82
р. Западная Двина 2,0 км ниже г. Витебск	0,069	1,14	1,01	-0,105	0,82
р. Западная Двина 1,5 км ниже г. Полоцк	0,063	0,87	1,50	-0,061	0,69
р. Западная Двина 15,5 км ниже г. Новополоцк	0,070	0,86	1,21	-0,074	0,77
р. Западная Двина 5,5 км ниже г. Верхнедвинск	0,052	0,66	0,77	-0,042	0,76
р. Полота в черте г. Полоцк	0,077	0,89	1,34	-0,077	0,70
р. Неман 0,6 км ниже г. Столбцы	0,054	0,92	1,59	-0,054	0,67
р. Неман 5,3 км ниже г. Мосты	0,056	1,86	3,97	-0,094	0,56
р. Неман 10,6 км ниже г. Гродно	0,047	1,26	2,42	-0,065	0,69
р. Лидея 3,1 км ниже г. Лида	0,060	1,23	2,06	-0,080	0,68
р. Щара 2,1 км ниже г. Слоним	0,049	1,60	2,99	-0,081	0,64
р. Россь 16,7 км ниже г. Волковыск	0,038	1,00	1,44	-0,044	0,71
р. Виляя 0,5 км ниже г. Вилейка	0,075	1,11	2,04	-0,090	0,67
р. Виляя 6,0 км СВ г. Сморгонь	0,058	0,85	2,09	-0,048	0,58
р. Уша 0,7 км ниже г. Молодечно	0,105	1,03	1,86	-0,088	0,50
р. Мухавец 1,7 км ниже г. Кобрин	0,071	1,56	3,17	-0,106	0,60
р. Мухавец в черте г. Брест	0,060	1,23	3,43	-0,069	0,58
р. Днепр 0,5 км ниже г. Орша	0,093	0,83	0,63	-0,078	0,63
р. Днепр 2,0 км ниже г. Шклов	0,047	0,95	1,47	-0,047	0,65
р. Днепр 25,6 км ниже г. Могилев	0,042	0,83	1,44	-0,039	0,69
р. Днепр 2,0 км ниже г. Быхов	0,039	0,82	1,70	-0,031	0,60
р. Днепр 5,6 км ниже г. Речица	0,038	0,54	1,40	-0,020	0,60
р. Днепр 8,5 км ниже гп. Лоев	0,044	0,50	1,62	-0,015	0,44
р. Березина 5,9 км ниже г. Борисов	0,048	0,77	1,45	-0,044	0,74
р. Березина 1,9 км ниже г. Бобруйск	0,053	0,81	1,53	-0,049	0,71
р. Березина 2,7 км ниже г. Светлогорск	0,042	0,51	0,95	-0,024	0,69
р. Плисса 0,8 км ниже г. Жодино	0,051	0,90	1,46	-0,056	0,76
р. Свислочь 10,0 км ниже г. Минск	0,113	0,40	0,02	-0,084	0,79
р. Свислочь в черте с. Свислочь	0,077	0,61	0,67	-0,063	0,74
р. Сож 4,0 км ниже г. Кричев	0,041	0,99	1,68	-0,042	0,64
р. Сож 13,7 км ниже г. Гомель	0,040	0,70	2,49	-0,027	0,60
р. Ипуты 1,7 км ниже г. Добруш	0,042	0,46	0,99	-0,021	0,69
р. Припять 3,5 км ниже г. Пинск	0,061	1,00	1,97	-0,073	0,75
р. Припять 1,0 км ниже г. Мозырь	0,063	1,16	2,11	-0,075	0,64
р. Ясельда 0,5 км ниже г. Береза	0,087	1,57	3,02	-0,137	0,63
р. Горынь 0,5 км ниже г. Речица	0,062	1,01	1,62	-0,079	0,79
оз. Лукомльское 8,0 км З от г. Новолукомль	0,042	1,72	2,85	-0,077	0,63
оз. Нарочь в черте п. Нарочь	0,047	0,91	2,13	-0,044	0,64
вдхр. Вилейское в черте г. Вилейка	0,069	1,00	1,77	-0,081	0,73
вдхр. Заславское, ГЭС Гоголес	0,048	1,40	3,19	-0,058	0,51
вдхр. Осиповичское 15 км на СЗ от г. Осиповичи	0,052	0,59	1,27	-0,016	0,32
вдхр. Солигорское 7,0 км на ЮЗ от г. Солигорск	0,091	1,67	4,05	-0,119	0,49

На рисунке 7 представлены градиенты изменения по основным бассейнам рек Беларуси. Наибольшее изменение в бассейне Днепра произошло в водохранилище

Солигорское ( $\alpha = -0,119$ ) и в створе р. Свислочь в 10 км ниже г. Минска ( $\alpha = -0,084$ ), а наименьшее - в вдхр. Осиповичское ( $\alpha = -0,016$ ) и в створе р. Днепр в 8,5 км ниже пгт. Лоев ( $\alpha = -0,015$ ). В бассейне р. Неман наибольшее уменьшение зафиксировано в створах р. Неман в 5,3 км ниже г. Мосты ( $\alpha = -0,094$ ) и р. Виляя 0,5 км ниже г. Вилейка ( $\alpha = -0,090$ ), а наименьшее - р. Россь в 16,7 км ниже г. Волковыск ( $\alpha = -0,044$ ) и р. Виляя в 6 км северо-восточнее г. Сморгонь ( $\alpha = -0,048$ ). В бассейне р. Западная Двина наибольшее уменьшение градиента изменения произошло в створе р. Западная Двина в 2 км ниже г. Витебск ( $\alpha = -0,105$ ), а наименьшее - р. Западная Двина в 5,5 км ниже г. Верхнедвинск ( $\alpha = -0,042$ ).

В основу прогнозных оценок развития загрязнения поверхностных вод Беларуси принято предположение, что в ближайшее время в экономической ситуации в стране не произойдет существенных изменений, а основные тенденции ее развития сохранятся нами выполнены прогнозные оценки загрязнения водных объектов нефтепродуктами. Для этих целей использованы статистические модели в виде экспоненциальных однофакторных зависимостей. Прогнозные оценки концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах рек Беларуси можно свести к следующему. В основном, сохранится тенденция к некоторому снижению уровня загрязнения нефтепродуктами (р. Западная Двина 1,5 км ниже г. Полоцк; р. Западная Двина 15,5 км ниже г. Новополоцк; р. Западная Двина 5,5 км ниже г. Верхнедвинск; р. Полота в черте г. Полоцк; р. Виляя 0,5 км ниже г. Вилейка; р. Уша 0,7 км ниже г. Молодечно; вдхр. Вилейское в черте г. Вилейка; оз. Нарочь в черте п. Нарочь; р. Днепр 0,5 км ниже г. Орша; р. Днепр 2,0 км ниже г. Шклов; р. Днепр 2,0 км ниже г. Быхов; р. Днепр 5,6 км ниже г. Речица; р. Днепр 8,5 км ниже гп. Лоев; р. Ипуть 1,7 км ниже г. Добруш; р. Сож 13,7 км ниже г. Гомель; р. Мухавец в черте г. Брест). На ряде объектов ситуация стабилизировалась (р. Западная Двина 0,5 км выше пгт. Сураж; р. Западная Двина 2,0 км ниже г. Витебск; р. Неман 0,6 км ниже г. Столбцы; р. Неман 5,3 км ниже г. Мосты; р. Неман 10,6 км ниже г. Гродно; р. Лидя 3,1 км ниже г. Лида; р. Виляя 6,0 км северо-восточнее г. Сморгонь; р. Днепр 25,6 км ниже г. Могилев; р. Березина 5,9 км ниже г. Борисов; р. Березина 1,9 км ниже г. Бобруйск; р. Березина 2,7 км ниже г. Светлогорск; р. Плисса 0,8 км ниже г. Жодино; р. Сож 4,0 км ниже г. Кричев; р. Припять 1,0 км ниже г. Мозырь; р. Горынь 0,5 км ниже г. Речица; оз. Лукомльское 8,0 км 3 от г. Новолукомль; вдхр. Солигорское 7,0 км на юго-запад от г. Солигорск; р. Мухавец 1,7 км ниже г. Кобрин). На некоторых объектах имеет тенденция к небольшому росту загрязнения (р. Щара 2,1 км ниже г. Слоним; р. Россь 16,7 км ниже г. Волковыск; вдхр. Заславское, ГЭС Гонолес; р. Свислочь 10,0 км ниже г. Минск; р. Свислочь в черте с. Свислочь; р. Припять 3,5 км ниже г. Пинск; р. Ясельда 0,5 км ниже г. Береза; вдхр. Осиповичское 15 км на северо-запад от г. Осиповичи).

**Выводы:**

Нефтепродукты, в виде нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, относятся к числу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды, и негативно влияют на поверхностные воды Беларуси.

Наибольшую антропогенную нагрузку от загрязнений нефтепродуктами испытывают реки бассейна р. Днепр, наименьшее количество нефтепродуктов попадает в водотоки бассейна р. Западный Буг. В разрезе областей наибольшую нагрузку испытывает Брестская область, а наименьшую – Гродненская область, необходимо отметить значимый вклад в загрязнение г. Минска.

Динамика загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод Беларуси свидетельствуют о ее снижении. Особенно выделяются бассейны рек Припять, Западная Двина и Неман, незначительные изменения затрагивают бассейн р. Днепр.

Прогнозные оценки концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах рек Беларуси показали, что в основном, сохранится тенденция к некоторому снижению уровня загрязнения нефтепродуктами, хотя на отдельных объектах будет иметь место и небольшой рост загрязнения.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ландшафтные воды в условиях техногенеза: монография/ О. В. Кадацкая [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2005. – 347 с.
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши./ Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.
3. Источники и пути поступления нефтяных углеводородов в Мировой океан [электронный ресурс] – Режим доступа: [http://referatman.ru/ref\\_dce6164d8d8ce9a14e03f66137f20113.html](http://referatman.ru/ref_dce6164d8d8ce9a14e03f66137f20113.html). – Дата доступа: 20.11.2015.
4. Волчек, А.А. Трансформация качества поверхностных вод рек Беларуси / А.А. Волчек, Ан.А. Волчек // Вестн. Брест. гос. технич. ун-та. Сер. 3, Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2007. – № 2. – С. 5–16.
5. Состояние поверхностных вод в 3 квартале 2015 г. [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rad.org.by/articles/voda/sostoyanie-poverhnostnyh-vod-v-3-kvartale-2015-g./basseyn-reki-dnepr.html> ©rad.org.by. – Дата доступа: 20.11.2015.

**Подписи к рисункам к статье****М.А. Богдасаров, А.А. Волчек, Ан.А. Волчек, О.И. Грядунова****«Оценка загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод Беларуси»**

**Рисунок 1** – Сеть пунктов наблюдений мониторинга поверхностных вод и пунктов наблюдений локального мониторинга сбросов сточных вод

**Рисунок 2** – Осредненные за 2000–2014 гг. максимальные концентраций нефтепродуктов в водотоках и водоемах Беларуси

**Рисунок 3** – Вклад ингредиентов в общее количество превышений по бассейнам рек в 2006 г.: красным выделен вклад нефтепродуктов, серым – остальные загрязняющие вещества

**Рисунок 4** – Динамика сброса нефтепродуктов в реки Беларуси по бассейнам

**Рисунок 5** – Динамика сброса нефтепродуктов в реки по административно-территориальным единицам Республики Беларусь

**Рисунок 6** – Градиент изменения среднегодовых концентраций нефтепродуктов в водотоках и водоемах Беларуси

**Рисунок 7** – – Градиент изменения содержания нефтепродуктов в бассейнах рек:

а – Днепр; б – Неман; в – Западная Двина

**М.А. Bogdasarov, А.А. Volchak, Ан.А. Волчек, О.И. Грядунова**

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ**

*Нефтепродукты, в виде нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, относятся к числу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды, и негативно влияют на поверхностные воды Беларуси. В данной статье представлены результаты комплексного исследования загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод Беларуси по данным Национальной системы мониторинга окружающей среды за период с 1994 по 2014 гг. по 107 створам. Дана подробная характеристика современного состояния водотоков и водоемов на предмет их загрязнения нефтепродуктами. Детально рассмотрена динамика загрязнения нефтепродуктами и выявлены тенденции их развития. С использованием статистических моделей даны прогнозные оценки загрязнения водных объектов нефтепродуктами.*

**М.А. Багдасараў, А.А. Волчак, Ан.А. Волчек, О.И. Грядунова**

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ**

*Нефтепродукты, в виде нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, относятся к числу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды, и негативно влияют на поверхностные воды Беларуси. В данной статье представлены результаты комплексного исследования загрязнения нефтепродуктами поверхностных вод Беларуси по данным Национальной системы мониторинга окружающей среды за период с 1994 по 2014 гг. по 107 створам. Дана подробная характеристика современного состояния водотоков и водоемов на предмет их загрязнения нефтепродуктами. Детально рассмотрена динамика загрязнения нефтепродуктами и выявлены тенденции их развития. С использованием статистических моделей даны прогнозные оценки загрязнения водных объектов нефтепродуктами.*

**Сведения об авторах**

**Богдасаров Максим Альбертович** – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой **географии Беларуси** Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина, ул. Московская, д. 340, а/я № 9, Брест, 224023, Беларусь, тел. +375 44 727 34 33.

**Волчек Александр Александрович** – доктор географических наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии Брестского государственного технического университета, ул. Московская, 267, Брест, 224017, Беларусь, тел. +375 29 723 60 47;

**Волчек Анастасия Александровна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета, ул. Московская, 267, Брест, 224017, Беларусь, тел. +375 29 524 51 76;

**Грядунова Оксана Ивановна** – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры **географии Беларуси** Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина, **ул. Московская, д. 340, а/я № 9**, Брест, **224023**, Беларусь, тел. +375 29 807 62 48.