

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL RISK OF WATERS POLLUTION****С.А. Чепелов****Витебский государственный технологический университет*

УДК 502.171:546.212:622.692.55(476.5)

S.Chepelov**Vitebsk State Technological University***РЕФЕРАТ****КРИТЕРИИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК, ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, РАНЖИРОВАНИЕ, МОДЕЛЬ**

Предметом исследования является экологический риск при загрязнении водных объектов.

Цель работы – оценка экологического риска загрязнения водных объектов Витебской области нефтепродуктами. В качестве объекта исследования были выбраны районы водосбора реки Западная Двина, находящиеся в Полоцком и Браславском районах.

Методы исследования: сравнительно-сопоставительный, статистический, вычислительные эксперименты.

В работе описаны критерии, по которым можно проводить оценку экологического риска при загрязнении нефтепродуктами не только отдельных водоемов, но и отдельных территорий, в том числе административных районов и областей, где данные будут использоваться для сравнительной характеристики экологической нагрузки.

Результаты исследования могут быть использованы предприятиями, осуществляющими добычу, транспортирование, хранение и переработку нефти и нефтепродуктов, подразделениями МЧС, осуществляющими ликвидацию аварийных разливов нефти, а также всеми заинтересованными организациями и лицами.

В разработанной модели расчёт ведётся по четырём блокам факторов: блок техногенных факторов, блок природных факторов, блок антропогенных факторов и блок факторов, зависящих от времени года. Всего разработано 20 критериев, разделенных на четыре блока факторов.

ABSTRACT**CRITERIA, ENVIRONMENTAL RISK, WATER BODIES, POLLUTION, RANK-ING, MODEL**

The paper describes the criteria of assessment the environmental risk of oil products con-taminate not only for individual water bodies, but also for individual territories, including admin-istrative region and areas where data will be used to compare the environmental load.

The aim of the work is to assess the environmental risk of pollution of water bodies in the Vitebsk region with oil products. The catchment areas of the Western Dvina River in the Polotsk and Braslav districts were chosen as a research object. In the developed model, the calculation is made according to four blocks of factors: a block of technogenic factors, a block of natural factors, a block of anthropogenic factors, and a block of factors that depend on the time of the year. A total of 20 criteria have been developed, divided into four blocks of factors.

* E-mail: stas_chepelov@mail.ru (S.Chepelov)

Проблема охраны вод от загрязнения, несмотря на снижение сброса загрязняющих веществ (вследствие объективных и субъективных причин) и принимаемые меры по очистке сточных вод, остается острой.

По данным статистического ежегодника среднегодовой сброс загрязняющих веществ в водные объекты Республики Беларусь составляет: органические вещества – 13,9 тыс. т, нефтепродукты – 260 т, взвешенные вещества 13,4 тыс. т, сульфаты – 54,8 тыс. т, хлориды – 69,5 тыс. т, азот аммонийный – 6,4 тыс. т, азот нитратный – 3,3 тыс. т, азот нитритный – 0,2 тыс. т, металлы (медь, железо, цинк, никель, хром, свинец) – 421,4 т. Общий среднегодовой объем сточных вод, содержащих загрязняющие вещества составляет около 1000 млн м³ [1].

Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды Беларуси. В результате загрязнения воды нефтью изменяются ее физические, химические и органолептические свойства, ухудшаются условия обитания в воде животных организмов и растительности, затрудняются все виды водопользования [3].

Преобразование природной среды в условиях внешнего воздействия формирует экологический риск, который является детерминированным производным от характера природных процессов и явлений. Анализ и управление экологическими рисками – важнейшее направление в области прикладной экологии и играют важную роль при разработке принципов и практических мер, направленных на охрану и управление функционированием экосистем [4]. Оценка экологического риска представляет собой процедуру выявления одного или нескольких стрессовых для экосистемы факторов и определения вероятности их опасного воздействия на совокупность живых организмов (включая человека). Эта процедура включает в себя систему оценки и систематизации данных исследований влияния антропогенных факторов на экосистемы различных уровней с целью разработки экологически обоснованных норм воздействия хозяйственной деятельности человека на живую природу и принятия правильных управленческих решений [5].

При выполнении оценки экологического рис-

ка водных объектов с помощью определенного метода необходимо использовать в качестве основы критерии, которые различаются в зависимости от объекта изучения. Количественный и качественный аспекты составляют проблему состояния поверхностных вод, являющихся условиями существования живых существ, в том числе и человека [6].

Цель работы – оценка экологического риска загрязнения водных объектов Витебской области нефтепродуктами. В качестве объекта исследования были выбраны районы водосбора реки Западная Двина, находящиеся в Полоцком и Браславском районах.

Можно выделить три основных метода оценки вероятностей проявления экологических рисков [7]:

- статистический, основанный на анализе накопленных статистических данных по различным факторам экологической опасности, реализовавшихся на объектах аналогичного вида деятельности или связанных с природными процессами, проявившимися на территории данного региона в прошлом;

- аналитический, базирующийся на изучении причинно-следственных связей в природно-антропогенной системе конкретной территории, позволяющий оценить вероятность проявления фактора экологической опасности как сложного явления, образованного сочетанием последовательности элементарных событий с известными вероятностями их проявления;

- экспертный, предполагающий оценку вероятностей проявления факторов экологической опасности путем обработки результатов опросов экспертов.

При проведении исследования применялась разработанная авторами критериальная методика оценки экологического риска, которая основана на методе балльной оценки. Метод балльной оценки риска – один из методов экспертизы риска на основе обобщающего показателя, определяемого по ряду экспертно оцениваемых значений показателей (факторов) степени риска. Состоит из следующих этапов [8]:

- определение списка факторов, определяющих степень риска проекта;
- разработка состава показателей, характеризующих влияние и риск (или их соотношение)

в области проявления каждого фактора;

- оценка влияния каждого показателя по факторам и факторов на обобщающую оценку степени риска (в виде весовых коэффициентов оценки значимости показателей);

- разработка шкалы оценок по каждому показателю (в том числе порядок присвоения качественных оценок);

- формирование методики расчета обобщающей оценки риска (интегральная оценка, алгоритмическая (логико-математическая), кластерная и др.).

В разработанной модели расчёт ведётся по четырём блокам факторов: блок техногенных факторов, блок природных факторов, блок антропогенных факторов и блок факторов, зависящих от времени года.

Первый блок факторов включает в себя следующие критерии: количество предприятий в районе водотока и расстояние до него; объем разлива и вид разлитого нефтепродукта; количество предприятий в районе водотока и категория воздействия предприятия на атмосферный воздух; количество предприятий в районе водотока и размеры санитарно-защитных зон; количество водных объектов и общий объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты; количество заскладированного или транспортируемого загрязнителя и вид потенциального загрязнителя; удельное покрытие асфальтированными дорогами и расстояние от них до водного объекта; удельное покрытие железнодорожными путями и расстояние от них до водного объекта; наличие мостов и пропускная нагрузка; расположение трубопроводов относительно водного объекта (при их наличии на небольшом удалении) и объем перекачиваемого потенциального загрязнителя.

Блок природных факторов включает в себя следующие критерии: наличие водных объектов и величина стока (площадь); наличие каналов, рек (ручьев), впадающие в водный объект, и расстояние от места аварии до водного объекта; направление ветра и скорость ветра; проницаемость грунта: тип грунта и его процентное соотношение на участке; характеристика прилегающей территории: крутизна склона и степень озеленения территории; самоочищение: вид грунта береговой линии и степень зарастания на

участке.

Блок антропогенных факторов включает в себя следующие критерии: внешние антропогенные воздействия на техногенном объекте (человеческий фактор); расположенные рядом с местом прогнозируемой аварии населенные пункты и численность населения в них.

Блок факторов, зависящих от времен года, включает в себя следующие критерии: холодное время года; тёплое время года.

Данный комплексный расчет подходит для сравнительной оценки административных районов.

Ввиду того, что оценка экологического риска проводилась для районов водосбора, то для данной процедуры были взяты отдельные критерии по блокам: количество предприятий в районе водотока и расстояние до него; количество предприятий в районе водотока и размеры санитарно-защитных зон; удельное покрытие асфальтированными дорогами и расстояние от них до водного объекта; удельное покрытие железнодорожными путями и расстояние от них до водного объекта; наличие мостов и пропускная нагрузка; расположение трубопроводов относительно водного объекта (при их наличии на небольшом удалении) и объем перекачиваемого потенциального загрязнителя; проницаемость грунта: тип грунта и его процентное соотношение на участке; характеристика прилегающей территории: крутизна склона и степень озеленения территории; критерии, зависящие от времени года.

В Полоцком районе водосбора были выявлены следующие подрайоны:

- подрайон № 1: включает р. Западная Двина на участке 55.350835 с.ш., 28.998695 в.д. – 55.540062 с.ш., 28.318452 в.д. (518–581 км) и прилегающую к ней территорию на расстоянии 10 км от обоих берегов;

- подрайон № 2: включает р. Сосница на всем своем протяжении (55.5951 с.ш., 29.2549 в.д. – 55.4199 с.ш., 29.0621 в.д.; длина – 39 км) и прилегающую к ней территорию на расстоянии 5 км от обоих берегов;

- подрайон № 3: включает р. Полота на участке 55.745819 с.ш., 29.413739 в.д. – 55.485268 с.ш., 28.755358 в.д. (10–93 км) и прилегающую к ней территорию на расстоянии

5 км от обоих берегов;

– подрайон № 4: включает р. Ушача на участке 55.257013 с.ш., 28.599985 в.д. – 55.528501 с.ш., 28.498401 в.д. (73–118 км) и прилегающую к ней территорию на расстоянии 5 км от обоих берегов;

– подрайон № 5: включает р. Нача на участке 55.361524 с.ш., 28.387987 в.д. – 55.542404 с.ш., 28.376721 в.д. (43 км) и прилегающую к ней территорию на расстоянии 5 км от обоих берегов.

В Браславском районе водосбора были выявлены следующие подрайоны:

– подрайон № 1: включает р. Западная Двина на участке 55.786163 с.ш., 27.522986 в.д. – 55.814300 с.ш., 27.366775 в.д. (653–664 км) и прилегающую к ней территорию на расстоянии 20 км от левого берега, включая район водосбора р. Друйка (55.690703 с.ш., 27.143129 в.д. – 55.793314 с.ш., 27.443455 в.д.; длина – 53 км);

– подрайон № 2: включает р. Дрисвята (55.547636 с.ш., 26.590858 в.д. – 55.495862 с.ш., 26.717413 в.д.; длина – 13,2 км) и р. Дрисвятка (55.590272 с.ш., 26.676958 в.д. – 55.301637 с.ш., 26.848819 в.д.; длина – 50 км) с прилегающей к р. Дрисвята территорией на расстоянии 5 км от обоих берегов и к р. Дрисвятка территорией, которая включает обширную сеть ручьев и каналов, на расстоянии 10 км от обоих берегов, а также р. Дисна, протекающую по границе Браславского района и Литвы;

– подрайон № 3: включает центральную и северную часть административного района с расположенными внутри нее грядой озер Дривяты, Недрово, Струсты, Снуды с прилегающими мелкими водотоками и с территорией на расстоянии 10 км от озер.

В блоке техногенных факторов критерии количества предприятий в районе водотока имеют наибольшее влияние по отношению к реке Западная Двина в Полоцком районе водосбора (оценочные баллы – 9,3 и 7,5). Для сравнения, приведенные критерии для водных объектов г. Браслав имеют нагрузку примерно в два раза меньшую (оценочные баллы – 4,2 и 3,5). Потенциальную опасность загрязнения акваторий нефтепродуктами имеют нефтепроводы. Полоцкий район является местом ответвления трех нефтепродуктопроводов:

– Нефтепровод Унеча-Полоцк, протянут с

юга-востока вдоль реки Западная Двина (приблизительное расстояние до реки – не менее 10 км), пересекает реку Ушача вблизи г. Новополоцк;

– Нефтепровод Сургут-Полоцк, протянут с северо-востока и пересекает реку Западная Двина в районе г. Новополоцк. Имеет наибольшую пропускную способность из всех расположенных в данном регионе нефтепроводов – более 120 млн. т/год;

– Нефтепровод Полоцк-Вентспилс/Полоцк-Мажейкяй, протянут с северо-запада вдоль реки Западная Двина, пересекает р. Ушача.

В Браславском районе нагрузка по данному критерию приходится только на р. Друйка, впадающую в р. Западная Двина. Здесь с северной стороны района протянут нп-д Полоцк-Вентспилс/Полоцк-Мажейкяй.

Критерий наличия мостов и их пропускной способности имеет наибольшее значение в районе водосбора реки Западная Двина в Полоцком районе (оценочный балл – 7,5).

В блоке природных факторов величина критерия, зависящего от типа грунта и его процентного соотношения к площади рассматриваемого участка, имеет наибольшее значение по отношению к водным объектам Браславского района (оценочные баллы – 5–6). Характеризуется наличием дерново-подзолистых, часто эродированных суглинистых и супесчаных почв, реже глинистыми и тяжелосуглинистыми почвами. При оценке прилегающей к водотокам территории крутизной склонов выделяются реки Ушача и Нача в Полоцком районе, средний показатель наклона составляет 2,1–2,2 %. Но наибольший показатель (2,7 %) имеют склоны к р. Добрейка в районе водосбора р. Западная Двина Браславского региона.

В итоге в результате подсчета суммы оценочных баллов экологического риска наибольшую величину среди двух регионов имеет район водосбора р. Западная Двина Полоцкого района, что почти в три раза превышает показатель по озерам центральной части Браславского района (подрайон № 3). При общей сумме баллов экологическому риску загрязнения нефтепродуктами в наибольшей степени подвержены водотоки Полоцкого района (621,35 баллов), что в два раза больше, чем водные объекты Браславского

района.

Таким образом, можно сделать вывод, что более развитый в промышленном отношении Полоцкий район по бальной оценке экологического риска для водных объектов в 1,97 раза превышает Браславский район. Вместе с тем необходимо отметить, что на количественную величину экологического риска влияет не только уровень развития промышленности и техногенная нагрузка в регионе, но и его природно-географические условия [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана модель, позволяющая провести оценку экологического риска при загрязнении нефтепродуктами отдельных водоемов и территорий. В том числе она может использоваться

для сравнительной характеристики экологической нагрузки административных районов и областей. В модель включены 20 критериев, разделенных на четыре блока факторов. Установлено, что для проведения количественной оценки экологического риска той или иной промышленной территории необходимо, прежде всего, определить факторы экологической опасности, а также определить методы оценки ущерба от их проявления. Критериальная модель может быть применена для прогностической оценки влияния любых потенциально опасных объектов на степень загрязнения как районов водосбора, так и рек, находящихся в зоне ответственности этих объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь (2017), под ред. И.В. Медведевой, Минск, Национальный статистический комитет РБ, 506 с.
2. Комаровский, Д. П., Савенок, В. Е., Липский, В. К. (2008), *Защита водных объектов*, Новополоцк, УО «ПГУ», 220 с.
3. Вылкован, А. И., Венцюлис, Л. С., Зайцев, В. М., Филатов, В. Д. (2000), *Современные методы и средства борьбы с разливами нефти*, Санкт-Петербург, Центр-Техинформ, 204 с.
4. Евгеньев, М. И. (2007), *Контроль и оценка экологического риска химических производств*, Казань, Фэн, 207 с.
5. Кондратьева, Л. М. (2005), *Экологический риск загрязнения водных экосистем*, Владивосток, Дальнаука, 299 с.
6. Савенок, В. Е., Чепелов, С. А. (2015), Оценка экологического риска для промышленных территорий, *Вестник ВГУ им. П.М. Машерова*, 2015, № 4(88), С. 25–29.

REFERENCES

1. *Statisticheskij ezhegodnik Respubliki belarus'* (2017), pod red. I.V.Medvedevoj, Minsk, National Statistical Committee of Republic of Belarus, 506 p.
2. Komarovskiy, D. P., Savenok, V. E., Lipsky, V. K. (2008), *Zashchita vodnyh objektov* [Protection of water bodies], Novopolotsk, PGU, 220 p.
3. Vylkovan, A. I., Ventsulyus, L. S., Zaitsev, V. M., Filatov, V.D. (2000), *Sovremennye metody i sredstva bor'by s razlivami nefi* [Modern methods and means of combating oil spills], St. Petersburg, Center-Tehinform, 204 p.
4. Evgeniev, M. I. (2007), *Kontrol' i ocenka ekologicheskogo riska himicheskikh proizvodstv* [Control and evaluation of the environmental risk of chemical production], Kazan, Feng, 207 p.
5. Kondratieva, L. M. (2005), *Ekologicheskij risk zagryazneniya vodnyh ehkosistem* [Environmental risk of pollution of aquatic ecosystems], Vladivostok, Dal'nauka, 299 p.
6. Savenok, V. E., Chepelov, S. A. (2015), Environmental risk assessment for industrial

7. Тихомиров, Н. П. (2003), *Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками*, Москва, Юнити-дана, 350 с.

8. Медынский, В.Т.(2000), *Инновационный менеджмент*, Москва, Инфра, 256 с.

areas [Ocena ehkologicheskogo riska dlya promyshlennyh territorij], *Vestnik VGU im. P.M. Masherova – Bulletin of the VSU im. P.M. Masherova*, 2015, No. 4 (88), P. 25-29.

7. Tikhomirov, N. P. (2003), *Metody analiza i upravleniya ekologo-ekonomicheskimi riskami* [Methods of analysis and management of ecological and economic risks], Moscow, Unity-dana, 350 p.

8. Medynsky, V .T. (2000), *Innovacionnyj menedzhment* [Innovative management], Moscow, Infra, 256 p.

Статья поступила в редакцию 02. 02. 2018 г.