



УДК 504.064

doi:10.23968/2305–3488.2017.21.3.159–171

Решетняк О. С. , Никаноров А. М., Трофимчук М. М., Гришанова Ю. С.

ОЦЕНКА ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В БАСЕЙНЕ РЕКИ ОКА

UDC 504.064

doi:10.23968/2305–3488.2017.21.3.159–171

RESHETNYAK O. S., NIKANOROV A. M., TROFIMCHUK M. M., GRISHANOVA YU. S.

ESTIMATION OF HYDROECOLOGICAL RISK IN THE OKA RIVER BASIN

Аннотация

Представлены результаты оценки гидроэкологического риска для населения в бассейне реки Ока. Исследование проведено на основе анализа многолетних (2000–2015 гг.) данных значений удельного комбинаторного индекса загрязненности воды для 29 участков на 13 реках и статистических данных о плотности населения.

Качество воды в бассейне реки Ока изменяется от 2-го («слабо загрязненная») до 5-го класса («экстремально грязная»). В целом, состояние поверхностных вод Окского бассейна условно варьирует от «удовлетворительного» в пределах Тамбовской области, когда степень загрязненности воды наименьшая, до «критического», на территории Московской области, где протекают наиболее загрязненные притоки Оки (рр. Москва и Клязьма).

В большинстве пунктов наблюдений уровень гидроэкологического риска оценен как «низкий» или «средний». Более высокий уровень риска (4-я категория – «очень высокий») характерен для наиболее загрязненных участков рек в бассейне: рр. Клязьма, Москва и среднее течение реки Ока в пределах Московской области (гг. Серпухов и Коломна).

Ключевые слова: гидроэкологический риск, степень загрязненности, речные воды, бассейн реки Ока.

Abstract

The results of a hydroecological risk assessment for the population in the Oka river basin are presented. The study was carried out on the basis of analysis of long-term (2000–2015) data for the specific combinatorial index of water pollution for 29 sites on 13 rivers and statistical data on population density.

The water quality in the Oka river basin varies from the 2nd ("slightly polluted") to the 5th grade ("extremely dirty"). In general, the condition of the surface waters of the Oka Basin varies conditionally from "satisfactory" within the Tambov region, when the degree of water pollution is lowest, to "critical", in the Moscow Region, where the most polluted tributaries of the Oka flow (the Moscow and Klyazma rivers).

The hydroecological risk level is estimated as "low" or "medium" for most observation sites. The higher risk level (4th category - "very high") is typical for the most contaminated river sites in the basin: Klyazma River, Moscow River and the middle section of the Oka River within the Moscow Region.

Key words: hydroecological risk, pollution degree, river waters, the Oka river basin.

Авторы**Решетняк Ольга Сергеевна**

кандидат географических наук:
старший научный сотрудник ФГБУ «Гидрохимический институт»;
старший научный сотрудник ФГБУН «Институт водных проблем РАН»;
доцент Института наук о Земле Южного федерального университета
Тел.: 8 (863) 222-66-68 (доб. 131)
E-mail: olgare1@mail.ru

Никаноров Анатолий Максимович

чл.корр. РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор:
главный научный сотрудник ФГБУ «Гидрохимический институт»;
зав. отделом ФГБУН «Институт водных проблем РАН»;
профессор Института наук о Земле Южного федерального университета
Тел.: 8 (863) 222-66-68
E-mail: a.nikanorov@gidrohim.com

Трофимчук Михаил Михайлович

кандидат биологических наук:
Директор ФГБУ «Гидрохимический институт»
Тел.: 8 (863) 222-44-70
E-mail: m.trofimchuk@gidrohim.com

Гришанова Юлия Сергеевна

Магистрант Института наук о Земле Южного федерального университета
Тел.: 8 (863) 222-66-68 (доб. 131)
E-mail: yu.grishanova@yandex.ru

Authors**Reshetnyak Olga Sergeevna**

Candidate of Geographical sciences:
Senior Researcher of the Hydrochemical Institute;
Senior Researcher of the Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences;
Associate Professor at the Earth Sciences Institute of Southern Federal University
Tel.: 8 (863) 222-66-68 (ext. 131)
E-mail: olgare1@mail.ru

Nikanorov Anatoly Maksimovich

member of corr. RAS, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor:
Chief Scientific Officer of the Hydrochemical Institute;
Head. Department of the Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences;
Professor at the Earth Sciences Institute of Southern Federal University;
Tel.: 8 (863) 222-66-68
E-mail: a.nikanorov@gidrohim.com

Trofimchuk Mikhail Mikhailovich

Candidate of Biological Sciences:
Director of the Hydrochemical Institute,
Tel.: 8 (863) 222-44-70
E-mail: m.trofimchuk@gidrohim.com

Grishanova Julia Sergeevna

Graduate of the Institute of Earth Sciences of the Southern Federal University
Tel.: 8 (863) 222-66-68 (ext. 131)
E-mail: yu.grishanova@yandex.ru



Введение в проблему

Постоянно возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду постепенно приводит к тому, что в современном мире практически не осталось ненарушенных природных ландшафтов, естественных водных систем. Это, в свою очередь, вызвало необходимость оценки состояния природных комплексов и проведения природоохранных мероприятий, способствующих улучшению экологической обстановки. Преобразование водосборных территорий в условиях внешнего воздействия формирует экологический риск, который является детерминированным производным от характера природных процессов, явлений и антропогенных факторов [10; 12; 15; 16].

Проблема качественного и количественного истощения водных ресурсов вследствие загрязнения водотоков и интенсивного водопотребления стала особенно актуальной в последние десятилетия. Рассеянный сток, сброс недостаточно очищенных сточных вод различных промышленных предприятий ухудшают не только качество воды рек, но и приводят к трансформации их экологического состояния [11; 17]. Влияние крупных населенных пунктов и городов оказывает влияние не только на качество воды рек, но и на состояния сообществ живых организмов [14]. Достаточно остро эта проблема стоит для высоко урбанизированных и густонаселенных районов центральной части Европейской территории России, к которым относится Окский бассейн.

С точки зрения водопользователей наибольший интерес представляет оценка гидроэкологического риска. При оценке гидроэкологического состояния территорий, находящихся под влиянием антропогенной деятельности особое внимание уделяется изучению роли антропогенных факторов в формировании экстремальных гидрологических ситуаций [6; 7] и прогнозированию негативных гидроэкологических ситуаций [5; 7]. Как известно, изменения гидроэкологического состояния малых равнинных рек происходят под влиянием комплекса факторов естественного и антропогенного происхождения. Одним из наиболее значимых естественных факторов являются климатические изменения, которые имеют циклический характер, сезонные и межгодовые колебания, взаимосвязаны с географической зональностью. На антропогенные изменения на водосборах рек, обусловленные хозяйственной деятельностью человека, накладываются и изменения, вызванные климатическими вариациями. Различные изменения могут быть не менее важны, чем климатические в связи с ярко выраженной зависимостью формирования стока и потоков других субстанций от ландшафтных условий и степени трансформации их водосборов [3]. Интенсивность антропогенного воздействия на водные ресурсы и гидроэкологическое состояние равнинных рек зависят от географической широтной зональности [5; 6]. При этом все

виды внешних воздействий на водосборы рек можно разделить на две группы: общие, присущие всем природным зонам, и характерные только для каждой из этих зон.

Любое оценивание основывается на отношении между свойствами субъекта и объекта оценки. Объектом в данном случае является гидроэкологическая ситуация (гидроэкологический риск), рассматриваемая как территориальное сочетание различных негативных и позитивных с точки зрения проживания и состояния здоровья человека природных условий и факторов, создающих определенную экологическую обстановку на территории разной степени благополучия или неблагополучия. Так как любая территория принадлежит определенному ландшафту, то оценивается в конечном счете природный или природно-антропогенный ландшафт, так как именно от его свойств и состояния зависят важные для человека и одновременно уязвимые при антропогенных воздействиях средо- и ресурсовоспроизводящие функции [8; 9].

В ряде работ [1; 4] проведена оценка уровня гидроэкологического риска с точки зрения влияния качества воды на здоровье населения. Этот вопрос рассмотрен применительно к водотокам углепромышленных территорий (на примере малых и средних рек Восточного Донбасса). Для оценки уровня гидроэкологического риска для населения предложено использовать два показателя – степень загрязненности рек (по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды – УКИЗВ) и плотности заселения (как показатель нагрузки на водосборе). Используя этот подход, нами проведена оценка уровня гидроэкологического риска для населения в бассейне реки Ока.

Объекты исследования

Исследование проведено на основе анализа многолетних данных по значениям удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) за период 2000–2015 гг. для 29 участков рек в бассейне Оки, входящих в систему наблюдений Росгидромета, и статистических данных о плотности населения в пунктах гидрохимических наблюдений.

Объектами исследования являются водные объекты бассейна Оки. Рассматриваются река Ока и ее наиболее крупные притоки, длина которых превышает 200 км: рр. Зуша, Упа, Жиздра, Угра, Протва, Осетр, Москва, Проня, Мокша, Цна (приток Мокши), Теша, Клязьма. Перечень выбранных для исследования пунктов наблюдений за качеством поверхностных вод государственной наблюдательной сети (ГНС) Росгидромета представлен в табл. 1. Таким образом, объектами исследования стали 29 участков рек (в 29 пунктах наблюдений) на 13 водотоках Окского бассейна.



Таблица 1. Перечень пунктов наблюдения за качеством воды рек в бассейне Оки

Пункт наблюдений	Пункт наблюдений	Река	Пункт наблюдений
Ока		Жиздра	г. Козельск
г. Орел;	г. Рязань	Зуша	г. Мценск
г. Белев	г. Касимов	Мокша	с. Шевалеевский Майдан
г. Калуга	г. Муром	Осетр	п. Городня
г. Алексин	г. Павлово	Проня	пгт. Серебрянь
г. Серпухов	г. Горбатов		д. Быково
г. Кашира	г. Дзержинск	Протва	г. Обнинск
г. Коломна	г. Нижний Новгород		г. Верея
Клязьма		Теша	д. Натальино
г. Щелково	г. Владимир	Угра	п. Куровский
г. Павловский Посад	г. Ковров	Упа	п. Ломинцевский
г. Орехово-Зуево	с. Галицы		г. Тула
Москва			д. Орлово
д. Барсуки	д. Нижнее Мячково		д. Кулешово
г. Звенигород	г. Воскресенск	Цна	г. Тамбов
г. Москва	г. Коломна		г. Моршанск

Водотоки на территории бассейна подвергаются антропогенному воздействию за счет хозяйственно-бытовых стоков городов и промышленных сбросов предприятий. При этом качество воды по длине реки Ока меняется от 3-го («загрязненная») до 5-го класса («экстремально грязная»), наиболее загрязненным является среднее течение реки в пределах Московской области, а характерными загрязняющими веществами являются соединения меди, азот нитритный и органические вещества [13]. Загрязнение воды рек в бассейне Оки может иметь серьезные негативные последствия для человека (ухудшение здоровья населения при использовании загрязненной воды) и биоты (деградация гидробиоценозов), что ещё раз подтверждает необходимость и актуальность исследований, направленные на оценку изменчивости качества воды в бассейне реки Ока и гидроэкологического риска.

Методика исследования

Хозяйственное освоение речных водосборов и использование их водных ресурсов связано с определенной степенью вероятного ущерба, т. е. гидроэкологического риска. При этом при одном уровне загрязненности воды

двух рек более тяжелые негативные последствия следует ожидать на речном водосборе с большей плотностью населения. Соответственно, чем выше степень загрязненности речных вод (ниже качество воды) и выше плотность населения в пределах бассейна, тем больше степень вероятного ущерба здоровью населения – выше гидроэкологический риск [1].

Оценка гидроэкологического риска проведена методом бальной оценки с использованием показателя УКИЗВ (показателя качества воды), плотности населения (показателя антропогенной нагрузки) и градаций напряженности экологической ситуации на территории.

Для каждого пункта наблюдений рассчитаны средние многолетние значения УКИЗВ за период 2005–2015 гг. и найдена величина плотности населения (информация о плотности населения взята на официальном портале Федеральной службы государственной статистики). Исходя из диапазонов значений этих показателей во всех пунктах наблюдений выявлены общие диапазоны изменения значений УКИЗВ и плотности населения в пределах бассейна реки Ока. Далее эти диапазоны были разбиты на пять градаций, каждой из которых присваивался балл от 1 до 5. Градации (диапазоны) изменения степени загрязненности воды по УКИЗВ сопоставлены со шкалой оценки напряженности экологической обстановки. Получившиеся шкалы градации по показателям представлены в табл. 2 и 3.

Итоговый балл, отражающий уровень гидроэкологического риска определялся по формуле [1]:

$$B_p = \sqrt{B_1 * B_2}$$

где B_1 – оценка состояния речных вод по УКИЗВ (степени загрязненности);

B_2 – балльная оценка плотности населения;

B_p – балльная оценка уровня гидроэкологического риска.

Для дифференциации речной сети по уровню гидроэкологического риска было выделено пять интервалов: $B_p=1,0-1,9$ – низкий; $B_p=2,0-2,9$ – средний; $B_p=3,0-3,9$ – высокий; $B_p=4,0-4,5$ – очень высокий; $B_p=4,6-5,0$ – экстремально высокий уровень риска.

Таблица 2. Шкала бальной оценки степени загрязненности воды в бассейне р. Ока

№ п/п	Диапазон значений УКИЗВ	Балл	Степень загрязненности воды	Состояние территории
1	1,38–2,55	1	Слабо загрязненная	Удовлетворительное
2	2,56–3,72	2	Загрязненная	Напряженное
3	3,73–4,89	3	Очень загрязненная	Кризисное
4	4,90–6,06	4	Грязная	Критическое
5	6,07–7,23	5	Очень грязная	Катастрофическое



Таблица 3. Шкала бальной оценки плотности населения в бассейне р. Ока

№ п/п	Плотность, чел. /км ²	Балл	Уровень плотности населения
1	<970	1	Очень низкий
2	971–1930	2	Низкий
3	1931–2890	3	Средний
4	2891–3850	4	Высокий
5	>3851	5	Очень высокий

Результаты и их обсуждение

Оценка степени загрязненности речных вод с использованием удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качество воды в бассейне реки Ока варьирует в широком диапазоне от 2-го («слабо загрязненная») до 5-го класса («экстремально грязная»). Минимальное значение УКИЗВ было зафиксировано на участке р. Проня в пгт. Серебрянь (2009 г.), максимальное – р. Клязьма в пункте наблюдений г. Щелково (2013 г.).

Многолетняя изменчивость качества воды в бассейне представлена на рис. 1. Степень загрязненности большинства рек возрастает по направлению от истока к устью. Так, в верхнем течении реки Оки качество воды соответствует 3-му классу качества разрядам «а», «б» («загрязненная» и «очень загрязненная»), а в среднем и нижнем – 4-му классу качества разрядам «а», «б» («грязная»). Качество воды вниз по течению р. Зуша ухудшалось от 3 «а» до 3 «б», р. Упа – от 3 «б» до 4 «а», 4 «б». Аналогичная ситуация наблюдается по длине реки Москва, где качество речных вод снижается от категорий 3 «б», 4 «а» и 4 «б» до 4 «в» и 4 «г» («очень грязная»). По течению р. Протва четко прослеживается ухудшение качества воды от 3 «а» (выше г. Обнинск) и 3 «б» (ниже г. Обнинск) до 4 «а» в нижнем течении.

Наименьшей степенью загрязненности в бассейне характеризуется вода таких притоков, как Жиздра, Угра, Проня и Теша. Качество воды рек Осетр и Цна соответствует категориям 3 «а», «б» и 4 «а», «б». Наибольшей степенью загрязненности в бассейне характеризуется вода реки Клязьма – стабильно «грязная» и «очень грязная» (4 класс качества) (рис. 1).

Обобщение по областям полученных данных по изменчивости качества воды в отдельных пунктах наблюдений позволило провести районирование территории бассейна [2] и выявить наиболее напряженные участки водосбора. Состояние поверхностных вод в бассейне условно варьирует от «удовлетворительного» до «критического». «Удовлетворительная» ситуация характерна для Тамбовской области, в пределах которой находятся наименее загрязненные участки рек, «критическая» – для Московской, где протекают наиболее загрязненные притоки Оки (рр. Москва и Клязьма) (рис. 2).

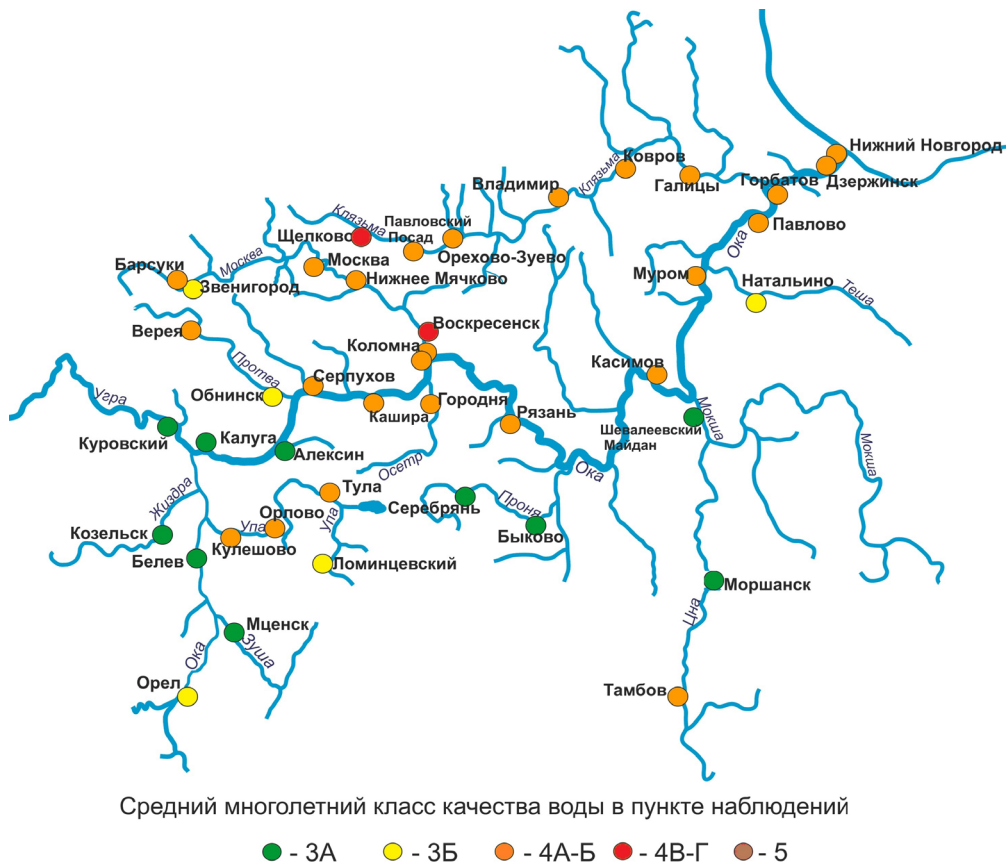


Рис. 1. Карта-схема пространственной изменчивости качества воды в бассейне р. Оки за многолетний период

Уровень гидроэкологического риска в бассейне реки Оки

Для оценки уровня гидроэкологического риска использованы значения УКИЗВ и плотность населения в исследуемых пунктах наблюдений. На основе результатов балльной оценки качества речных вод по УКИЗВ (степени загрязненности) и балльной оценки плотности населения получен итоговый балл, отражающий уровень гидроэкологического риска. На основе полученных данных построена картосхема районирования бассейна р. Оки по уровню гидроэкологического риска, которая наглядно позволяет охарактеризовать пространственную изменчивость данного показателя для исследуемого водосбора (рис. 3).

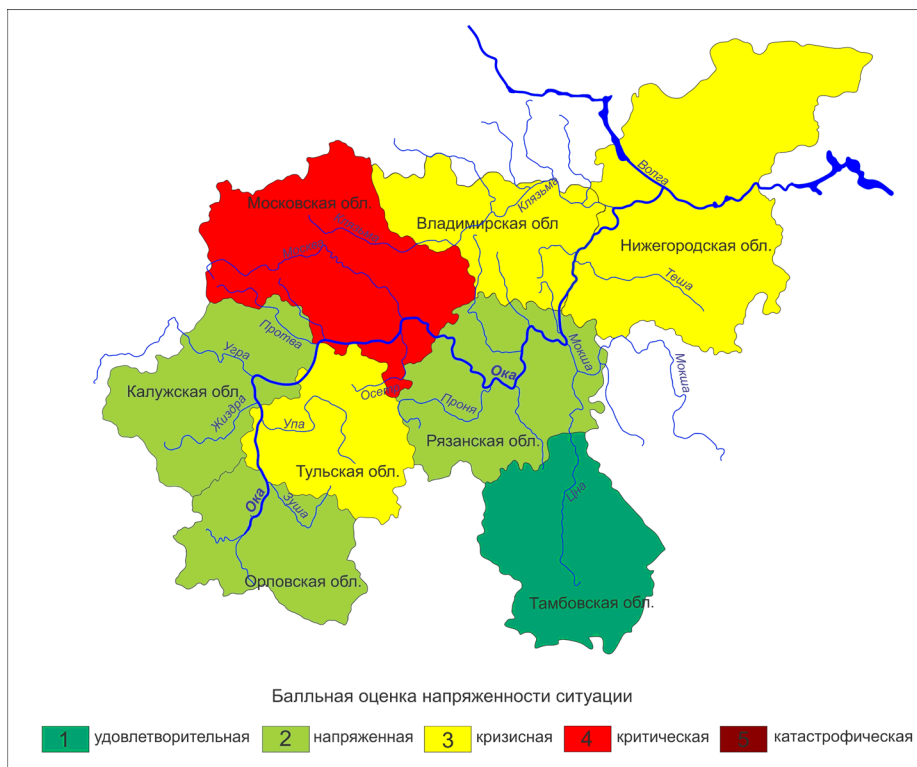


Рис. 2. Районирование бассейна р. Оки по степени загрязненности речных вод

В большинстве пунктов наблюдений уровень гидроэкологического риска оценен как «низкий» или «средний». Как и следовало ожидать, более высокий уровень (4-я категория – «очень высокий») риска отмечается для наиболее загрязненных участков рек в бассейне Оки: рр. Клязьма, Москва и среднее течение реки Ока в пределах Московской области (гг. Серпухов и Коломна).

Заключение

В процессе преобразования окружающей среды и водных объектов, в условиях внешнего антропогенного воздействия и влияния природных процессов формируется определенный гидроэкологический риск. Его анализ и оценка - важнейшее направление в области прикладной геоэкологии. Это играет важную роль при разработке природоохранных мероприятий и управленческих решений, направленных на улучшение состояния водных ресурсов.

Проведенные исследования позволили провести районирование территории бассейна р. Оки по степени загрязненности воды. При этом состояние поверхностных вод варьируется от «удовлетворительного» (Тамбовская область) до «критического» (Московская область).



Рис. 3. Картограмма районирования бассейна р. Оки по уровню гидроэкологического риска

По уровню гидроэкологического риска большая часть территории Окского бассейна (Орловская, Калужская, Тульская, Рязанская, Тамбовская, Нижегородская области) характеризуется «низким» или «средним» уровнем гидроэкологического риска. Как и следовало ожидать, более высокий уровень риска характерен для наиболее загрязненных участков рек в бассейне Оки: рр. Клязьма, Москва и среднее течение реки Ока в пределах Московской области (гг. Серпухов и Коломна). Это связано с наиболее высоким показателем плотности населения (более 3000 чел./м², более 4000 чел./м² в Москве) и высокой концентрацией промышленных предприятий, способствующих



снижению качества воды.

Стоит отметить, что экологические и экономические последствия загрязнения воды реки могут быть достаточно серьезными вследствие вредных воздействий на человека (ухудшение здоровья населения) и биоту (деградация гидробиоценозов и снижение продуктивности водных ресурсов). Поэтому результаты проведенного исследования имеют большую практическую значимость, поскольку могут быть использованы при разработке экологически обоснованных водоохранных мероприятий, направленных на улучшение экологического состояния и качества воды рек в бассейне Оки, а также для решения других задач в области рационального природопользования и охраны водных ресурсов.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-17-01262).

Литература

1. Гибков, Е. В. (2011). Эколого-географический анализ и оценка гидроэкологического риска на территории Восточного Донбасса в связи с реструктуризацией угольной промышленности. Автореферат на соиск. канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 22 с.
2. Гришанова, Ю. С., Решетняк, О. С. (2017). Районирование территории бассейна Оки по степени загрязненности речных вод, Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития». Москва, 20-22 марта 2017 г. М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», С. 474-475.
3. Данилов-Данильян, В. И. (2006). Потребление воды: экологический, экономический социальный и политический аспекты. М.: Наука, 221 с.
4. Закруткин, В. Е., Иваник, В. М., Гибков, Е. В. (2010). Эколого-географический анализ рисков реструктуризации угольной промышленности в Восточном Донбассе, Известия РАН. Серия географическая, № 5, сс. 94–102.
5. Коронкевич, Н. И., Зайцева, И. С. (1992). Географическое направление в изучении и прогнозировании гидроэкологических ситуаций, Известия РАН. Серия Географическая, № 3, сс. 23–32.
6. Коронкевич, Н. И., Зайцева, И. С., Китаев, Л. М. (1995). Негативные гидроэкологические ситуации, Известия РАН. Серия Географическая, № 1, сс. 43–53.
7. Коронкевич, Н. И., Барабанова, Е. А., (2015). Гидрологические последствия хозяйственной деятельности на водосборах // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием. Москва, 15-18 сентября 2015 г. М., ИВП РАН,. С. 305-308.
8. Кочуров, Б. И. (1997). География экологических ситуаций (экодиагностика территории). М.: ИГРАН, НЦЭБП,. – 132 с.
9. Кочуров, Б. И. (2003). Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие. – М.-Смоленск: Маджента,. - 384 с.
10. Никаноров, А. М., Решетняк, О. С. (2010). Оценка экологического риска антропогенного воздействия на речные экосистемы Кольского Севера Современные проблемы гидрохимии и

формирования качества вод: материалы научной конференции, посвященной 90-летию со дня образования Гидрохимического института. Ростов-на-Дону. С. 247-250.

11. Никаноров, А. М., Брызгалов, В. А., Решетняк, О. С. (2012). Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций Ростов-на-Дону: «НОК», 308 с.

12. (2006). Р 52.24.661-2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. М.: Изд-во Метеоагентства Росгидромета, 26 с.

13. Решетняк, О. С., Лямперт, Н. А., Гришанова, Ю. С. (2015). Пространственная изменчивость химического состава и качества воды р. Ока // Материалы научной конференции с международным участием «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 2. Ростов-на-Дону, 8-10 сентября 2015 г. Ростов-на-Дону. С. 278-282.

14. Решетняк, О. С., Гришанова, Ю. С. (2016). Многолетние и сезонные изменения развития фитопланктона и оценка состояния реки Ока в районе г. Дзержинск. Вода: химия и экология, № 3 март 2016, С. 14-21.

15. Степанова, Н. Ю. (2008). Факторы и критерии оценки экологического риска для устойчивого функционирования Куйбышевского водохранилища. Автореф. ...д-ра биол. наук, Ульяновск, 42 с.

16. (2000). EPA/630/R-00/002. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. Risk Assessment Forum / U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC, 20460, 209 p.

17. Reshetnyak, O. S. (2016). Environmental regulation of the chemical pollution in aquatic ecosystem (Biological aspects). Water Resources, 2016, Vol.43, No. 2, pp. 364–368.

References

1. Gibkov, E. V. (2011). Jekologo-geograficheskij analiz i ocenka gidrojekologicheskogo riska na territorii Vostochnogo Donbassa v svyazi s restrukturizaciej ugol'noj promyshlennosti [Ecological and geographical analysis and assessment of hydroecological risk in the territory of the Eastern Donbass in connection with the restructuring of the coal industry]. Kand. geogr. nauk. Rostov-na-Donu, 22 p.

2. Grishanova, Ju. S., Reshetnjak, O. S. (2017). Rajonirovanie territorii bassejna Oki po stepeni zagryaznennosti rechnyh vod [Zoning of the territory of the Oka basin by the degree of contamination of river waters]. Tezisy dokladov Vserossijskoj nauchnoj konferencii «Monitoring sostojanija i zagryaznenija okruzhajushhej sredy. Osnovnye rezul'taty i puti razvitija» [Conference Proceedings «Monitoring of the state and pollution of the environment. Main results and ways of development «]. Moscow, March 20-22, 2017 Moscow: FGBU «IGKE Rosgidromet and RAS». pp. 474-475.

3. Danilov-Danil'jan, V. I. (2006). Potreblenie vody: jekologicheskij, jekonomicheskij social'nyj i politicheskij aspekty [Water consumption: ecological, economic social and political aspects]. Moscow: Nauka, 221 p.

4. Zakrutkin V. E., Ivanik V. M., Gibkov E. V. (2010). Jekologo-geograficheskij analiz riskov restrukturizacii ugol'noj promyshlennosti v Vostochnom Donbasse [Ecological and geographical analysis of the risks of restructuring the coal industry in the Eastern Donbass]. Izvestija RAS. Serija geograficheskaja, 5, pp. 94–102.

5. Koronkevich, N. I., Zajceva, I. S. (1992). Geograficheskoe napravlenie v izuchenii i prognozirovanii gidrojekologicheskikh situacij [Geographical direction in the study and prediction of hydroecological situations], Izvestija RAS. Serija Geograficheskaja, 3, pp. 23–32.

6. Koronkevich, N. I., Zajceva, I. S., Kitaev, L. M. (1995). Negativnye gidrojekologicheskie situacii [Negative hydroecological situations], Izvestija RAS. Serija Geograficheskaja, 1, pp. 43–53.



7. Koronkevich, N. I., Barabanova, E. A., (2015). Hidrologicheskie posledstviya hozjajstvennoj dejatel'nosti na vodosborah [Hydrological Consequences of Economic Activity in the Watersheds]. Fundamental'nye problemy vody i vodnyh resursov: Trudy Chetvertoj Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Fundamental problems of water and water resources: Proceedings of the Fourth All-Russian Scientific Conference with international participation]. Moscow, September 15-18, 2015 M., IWP RAS, pp. 305-308.
8. Kochurov, B. I. (1997). Geografija jekologicheskikh situacij (jekodiagnostika territorii) [Geography of ecological situations (eco-diagnostics of the territory)]. Moscow: IGRAN, NCEEPS, 132 p.
9. Kochurov, B. I. (2003). Jekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie: Uchebnoe posobie [Ecodiagnostics and balanced development: Textbook]. M.-Smolensk: Magenta, 384 p.
10. Nikanorov, A. M., Reshetnjak, O. S. (2010). Ocenka jekologicheskogo riska antropogennogo vozdejstviya na rechnye jekosistemy Kol'skogo Severa Sovremennye problemy gidrohimii i formirovaniya kachestva vod: materialy nauchnoj konferencii, posvjashhennoj 90-letiju so dnja obrazovaniya Hidrohimicheskogo instituta [Assessment of the environmental risk of anthropogenic impact on the river ecosystems of the Kola North Current problems of hydrochemistry and formation of water quality: the materials of a scientific conference dedicated to the 90th anniversary of the establishment of the Hydrochemical Institute]. Rostov-na-Donu, pp. 247–250.
11. Nikanorov, A. M., Bryzgalov, V. A., Reshetnjak, O. S. (2012). Reki Rossii v uslovijah chrezvychajnykh jekologicheskikh situacij [The rivers of Russia in the conditions of extreme environmental situations]. Rostov-on-Don: «NOC», 308 p.
12. (2006) P 52.24.661-2004. Recommendations. Assessment of the risk of anthropogenic impact of priority pollutants on the surface waters of the land. Moscow: Izd-vo Meteoaagency of Roshydromet, 26 p.
13. Reshetnjak, O. S., Ljampert, N. A., Grishanova, Ju. S. (2015). Prostranstvennaja izmenchivost' himicheskogo sostava i kachestva vody r. Oka [Spatial variability of the chemical composition and water quality of the river. Oka]. Materials of the scientific conference with international participation «Modern problems of hydrochemistry and surface water quality monitoring». Part 2. Rostov-on-Don, September 8-10, 2015 - Rostov-on-Don, Pp. 278-282.
14. Reshetnjak, O. S., Grishanova, Ju. S. (2016). Mnogoletnie i sezonnye izmenenija razvitija fitoplanktona i ocenka sostojanija reki Oka v rajone g. Dzerzhinsk [Long-term and seasonal changes in the development of phytoplankton and assessment of the state of the Oka River in the vicinity of Dzerzhinsk]. Water: Chemistry and Ecology, 3: 14-21.
15. Stepanova, N. Ju. (2008). Faktory i kriterii ocenki jekologicheskogo riska dlja ustojchivogo funkcionirovaniya Kujbyshevskogo vodohranilishha [Factors and criteria for assessing the environmental risk for the sustainable operation of the Kuibyshev Reservoir]. Avtoref. ...d-ra biol. nauk, Ul'janovsk, 42 s.
16. (2000). EPA/630/R-00/002. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures / Risk Assessment Forum / U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC, 20460, 209 p.
17. Reshetnyak, O. S. (2016). Environmental regulation of the chemical pollution in aquatic ecosystem (Biological aspects) // Water Resources 43(2): 364–368.