

МОНИТОРИНГ АЗОТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БЕЛГОРОДСКОГО РЕГИОНА

Марынич Светлана Николаевна, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: 733397@bsu.edu.ru

Стороженко Екатерина Алексеевна, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: 706230@bsu.edu.ru

Корнилов Андрей Геннадьевич, доктор географических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: kornilov@bsu.edu.ru

В статье приведены результаты полевого исследования суточной динамики содержания соединений азота в р. Разумная у п. Разумное, родника «Корсунской иконы Божьей Матери» и пруда в урочище Кургиновское в с. Шагаровка. Проанализированы данные о содержании нитритов, нитратов и аммонийного азота в выбранных водных объектах Белгородского района. Представлен анализ суточной динамики соединений азота. В период наблюдений минимальные концентрации загрязняющих веществ отмечались в воде родника: нитраты – 2,68 мг / л, нитриты – 0,06 мг / л, соли аммония – 0,38 мг / л. Среднее содержание загрязняющих веществ в р. Разумная: нитраты – 4,02 мг / л (0,01 ПДК), нитриты – 0,16 мг / л (2 ПДК), аммония – 0,38 мг / л (0,76 ПДК); в пруду: нитраты – 3,17 мг / л (0,13 ПДК), нитриты – 0,28 мг / л (3,5 ПДК), аммоний – 0,38 мг / л (0,76 ПДК). Показана умеренная суточная динамика концентраций нитратов (амплитуда колебаний 20–26 %) и незначительная суточная динамика соединений аммония и нитритов (3–13 %).

Ключевые слова: суточная динамика гидрохимических показателей, азотное загрязнение водной среды, поверхностные воды

MONITORING OF NITRIC POLLUTION OF WATER OBJECTS OF THE BELGOROD REGION

Marynych Svetlana N., post-graduate student, Belgorod State National Research University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308015, Russian Federation, e-mail: 733397@bsu.edu.ru

Storozhenko Ekaterina A., post-graduate student, Belgorod State National Research University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308015, Russian Federation, e-mail: 706230@bsu.edu.ru

Kornilov Andrey G., D.Sc. in Geography, Professor, Belgorod State National Research University, 85 Pobeda st., Belgorod, 308015, Russian Federation, e-mail: kornilov@bsu.edu.ru

The article presents the results of a field study of the daily dynamics of the content of nitrogen compounds in the river. Reasonable near Razumnoe, the spring of the "Korsun Icon of the Mother of God" and a pond in the tract Kurginovskoe in the village. Chagrovka. The data on the content of nitrites, nitrates and ammonium nitrogen in the selected water bodies of the Belgorod region are analyzed. The analysis of the daily dynamics of nitrogen compounds is presented. During the observation period, the minimum concentrations of pollutants were observed in the spring water: nitrates – 2,68 mg / l, nitrites – 0,06 mg / l, ammonium salts – 0,38 mg / l. The average content of pollutants in the river. Reasonable: nitrates – 4,02 mg / l (0,01 MAC), nitrites – 0,16 mg / l (2 MACs), ammonium – 0,38 mg / l (0,76 MAC); in the pond: nitrates – 3,17 mg / l (0,13 MPC), nitrites – 0,28 mg / l (3,5 MPC), ammonium – 0,38 mg / l (0,76 MAC). A moderate daily dynamics of nitrate

concentrations (amplitude of oscillations of 20–26 %) and insignificant daily dynamics of ammonium and nitrite compounds (3–13 %) are shown.

Keywords: daily dynamics of hydrochemical indicators, nitrogen contamination of the aquatic environment, surface water

Для территории Белгородского района характерен достаточно высокий уровень загрязнения соединениями азота и фосфора [2, 7, 10].

Систематический контроль за гидроэкологическим состоянием водных объектов в Белгородской области осуществляет Росгидромет, который в соответствии с нормативным документом Р 52.24.353-94 осуществляет отбор проб с интервалом в 13 недель в одно время (в 15:00) [8, 14]. Вместе с тем в ряде предыдущих исследований была показана существенная динамика содержания загрязняющих веществ в пространстве, как по ходу течения реки, так и по глубине лимнических водных объектов [1, 3, 5, 6, 13, 15].

С учетом значительной пространственно-временной динамики биогенных показателей и суточного режима официальных наблюдений Росгидрометом характер динамики этих загрязняющих веществ в течение суток представляет значительный интерес. Поскольку не исключается дискуссионное обсуждение репрезентативности наблюдений с частотой один раз в сутки, а также принятого в Росгидромете времени наблюдений (в 15:00) [4, 9, 11, 12].

Полевое обследование водных объектов проводилось с 15 октября по 16 октября 2017 г. В предшествующий период стояла устойчивая сухая погода: температура воздуха – +10...+12 °С, температура воды – +7 °С. Предшествующий период был без осадков. Высшая водная растительность в связи с похолоданием воды и сокращением светового дня в основном деградировала (остатки водной растительности наблюдались местами). В таблице 1 представлены метеонаблюдения в момент отбора проб.

Для организации системных натурных наблюдений были выбраны три пробных участка для наблюдения за гидроэкологическим состоянием водных объектов Белгородского района:

- 1) река Разумная ниже поселка Разумное;
- 2) родник «Корсунской иконы Божьей Матери», водосборная территория которого характеризуется большой долей представленности селитебных территорий – 51,0 %, лесной массив составляет 14,7 % водосборной территории, пашня – 10,5 %, кладбище – 12,8 %, сенокосы и пастбища – 11 %;
- 3) пруд в урочище Кургиновское на окраине села Шагаровка, водосборная территория характеризуется большой долей пашни – 46,4 %, сенокосы и пастбища занимают 28,5 %, дома и огороды – 17,7 %, лесная растительность – 7,4 %.

Таблица 1

**Погода во время суточного цикла отбора проб
с 15 октября по 16 октября 2017 года**

Время отбора проб	Температура воздуха, °С	Осадки	Облачность	Ветер, м / с
15:00	+ 9	Моросящий дождь	Пасмурно	6
18:00	+ 9	Моросящий дождь	Пасмурно	6
21:00	+ 7	Небольшой дождь	Пасмурно	6
00:00	+ 7	Без осадков	Облачно	6
03:00	+ 6	Моросящий дождь	Облачно	9
06:00	+ 5	Без осадков	Малооблачно	9
09:00	+ 8	Без осадков	Ясно	9
12:00	+ 10	Без осадков	Ясно	9

Результаты проведенного исследования представлены в таблицах 2–4. Кроме результатов разовых наблюдений рассчитаны среднее отклонение, как от среднесуточных, так и от результатов условно нормативной пробы, т.е. пробы, отобранной в 15:00 согласно регламента Росгидромета. Дополнительно, для оценки масштабов более долговременной динамики, приводятся данные гидроэкологического состояния этих же водных объектов двумя неделями ранее (29.09.2017 г.), а также в октябре 2016 г.

Таблица 2

Суточные пробы водных объектах Белгородского района: р. Разумная

Время отбора проб	Содержание соединений азота и значение ПДК, мг / л		
	Нитраты NO ₃ (ПДК – 40,0)	Нитриты NO ₂ (ПДК – 0,08)	Амонийный азот (ПДК – 0,5)
15:00	4,871	0,169	0,739
18:00	5,674	0,171	0,689
21:00	6,117	0,168	0,646
00:00	4,659	0,157	0,665
03:00	4,695	0,158	0,749
06:00	4,727	0,126	0,813
09:00	4,838	0,162	0,846
12:00	4,248	0,165	0,828
Среднее значение	4,019	0,160	0,747
Суточные колебания	+ 1,851 (20 %)	+ 0,045 (9 %)	+ 0,2 (13 %)
«Нормативная проба»	4,871	0,169	0,739
Отклонение от «нормативной пробы»	± 0,852 (17 %)	± 0,009 (2 %)	± 0,008 (2 %)
Наблюдения в 15:00 29.09.2017	2,774	0,245	0,663
Наблюдения в октябре 2016 г.	5,367	–	0,772

На рисунке 1 представлен график суточной динамики содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в р. Разумная (п. Разумное). Содержание нитратов колеблется от 4,248 до 6,117 мг / л. В вечернее время с 15:00 до 21:00 содержание нитратов повышается, максимальное значение 6,117 мг / л наблюдается в 21:00 (в предыдущие несколько часов был небольшой дождь и понижение температуры воздуха). Затем значение показателей выравнивается и сильных колебаний не наблюдается.

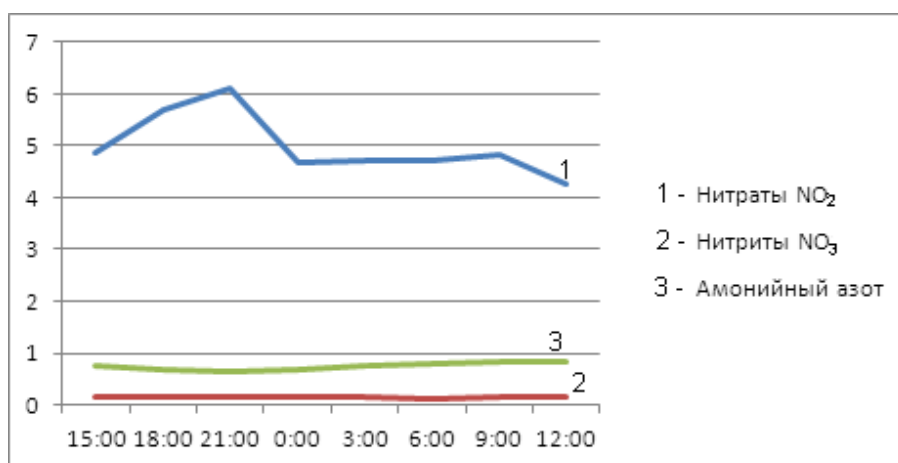


Рис. 1. Суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в р. Разумная (п. Разумное)

Отмечается высокая амплитуда суточных колебаний показателей содержания нитратов ($\pm 20 \dots \pm 24 \%$), по сравнению с амплитудой колебания нитритов ($\pm 5 \%$) и аммония ($\pm 7 \dots \pm 13 \%$). Можно предположить, что на количество нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в реке могут влиять относительно близкое расположение к промышленной зоне, зоне частной застройки и погодные условия.

Таблица 3

**Суточные пробы водных объектах Белгородского района:
 род. «Корсунской иконы Божьей Матери»**

Время отбора проб	Содержание соединений азота и значение ПДК, мг / л		
	Нитраты NO ₃ (ПДК – 40,0)	Нитриты NO ₂ (ПДК – 0,08)	Амонийный азот (ПДК – 0,5)
15:00	2,236	0,061	0,471
18:00	2,571	0,064	0,484
21:00	2,965	0,075	0,412
00:00	2,426	0,051	0,421
03:00	2,487	0,058	0,393
06:00	2,036	0,044	0,379
09:00	2,454	0,057	0,346
12:00	2,230	0,054	0,334
Среднее значение	2,675	0,063	0,382
Суточные колебания	+ 0,895 (24 %)	+ 0,008 (3 %)	+ 0,063 (7 %)
«Нормативная проба»	2,236	0,061	0,471
Отклонение от «нормативной пробы»	$\pm 0,439$ (12 %)	$\pm 0,002$ (2 %)	$\pm 0,089$ (9 %)
Наблюдения в 15:00 29.09.2017	2,444	0,041	0,476
Наблюдения в октябре 2016 г.	2,164	–	0,326

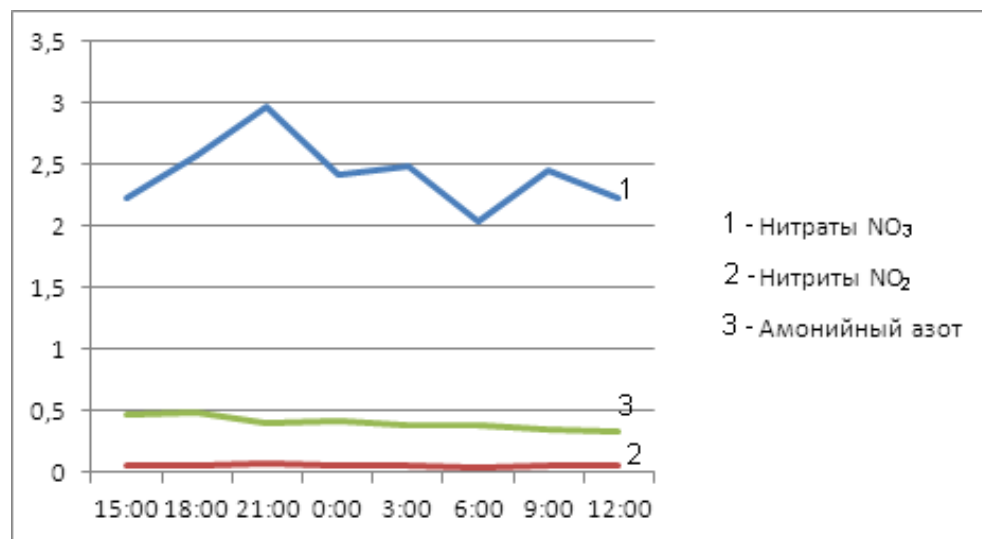


Рис. 2. Суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в роднике «Корсунской иконы Божьей Матери»

На рисунке 2 показана суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в роднике «Корсунской иконы Божьей Матери». Здесь содержание нитратов имеет приблизительно такую же динамику, что и в реке Разумная, хотя амплитуда колебаний в 2,5 раза ниже.

Таблица 4

Суточные пробы водных объектах Белгородского района:
пруд в урочище Кургиновское в с. Шагаровка

Время отбора проб	Содержание соединений азота и значение ПДК, мг / л		
	Нитраты NO ₃ (ПДК – 40,0)	Нитриты NO ₂ (ПДК – 0,08)	Аммонийный азот (ПДК – 0,5)
15:00	4,126	0,291	0,471
18:00	4,135	0,284	0,484
21:00	4,326	0,279	0,412
00:00	3,664	0,287	0,421
03:00	3,743	0,281	0,393
06:00	3,054	0,278	0,379
09:00	3,231	0,283	0,346
12:00	3,269	0,289	0,334
Среднее значение	3,174	0,283	0,382
Суточные колебания «Нормативная проба»	+ 0,895 (24 %)	+ 0,012 (4 %)	+ 0,015 (5 %)
Отклонение от «нормативной пробы»	0,952 (26 %)	0,008 (2 %)	0,089 (13 %)
Наблюдения в 15:00 29.09.2017	2,443	0,283	0,665
Наблюдения в октябре 2016 г.	5,687	–	0,348

На рисунке 3 показана суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в пруду в урочище Кургиновское вблизи села Шагаровка. Как и в предыдущих случаях, максимальную динамику имеют значения по нитратам, при несущественных изменениях концентраций нитритов и солей аммония.

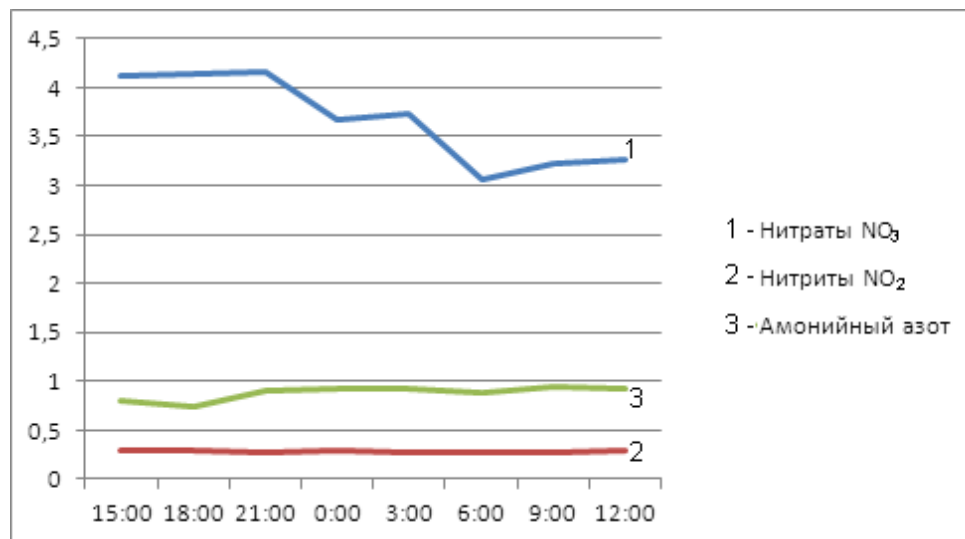


Рис. 3. Суточная динамика содержания нитрат-, нитрит-ионов и ионов аммония в пруду в урочище Кургиновское вблизи села Шагаровка

Выводы. Выявлена специфическая динамика суточных колебаний содержания соединений азота в водных объектах разных типов. Изменение показателей для нитратов наблюдаются в размере 20–24 %, для нитритов – 3–7 %, для аммонийного азота – 5–13 %.

для солей аммония – 7–13 %. Для более достоверной привязки характера суточной динамики по времени суток необходимо провести дополнительные суточные исследования.

При сравнении данных, полученных двумя неделями ранее и в октябре 2016 г., выявлены незначительные изменения, что говорит в целом о стабильности гидроэкологической ситуации за последние два года.

Средние значения загрязняющих веществ по результатам круглосуточных наблюдений по сравнению со значениями условно нормативной пробы, подлежащей отбору по рекомендациям Росгидромета, отличаются в незначительных пределах для солей аммония и нитритам (2–9 %) и в умеренных – для нитратов (13–26 %).

Список литературы

1. Kolmykov S. N. Hydrochemical situation of the Vorskla River in the vicinity of the mine Yakovlevsky / S. N. Kolmykov, I. A. Kornilov, A. G. Kornilov // *Scientific Reports on Resource Issues*. – 2014. – Vol. 1. – P. 28–33. (Technische University Bergakademie Freiberg, Germany).
2. Petin A. N. Regional Manifestations of Changes in Atmospheric Circulation in the Central Black Earth Region (By the Example of Belgorod Region) / A. N. Petin, M. G. Lebedeva, O. V. Krymskaya, Y. G. Chendev, A. G. Kornilov, A. R. Lupo // *Advances in Environmental Biology*. – June 2014. – № 8 (10). – P. 544–547.
3. Колмыков С. Н. Гидрохимический анализ состояния рек, подверженных влиянию горнодобывающей промышленности на территории Белгородской области : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / С. Н. Колмыков. – Белгород, 2008. – 24 с.
4. Колмыков С. Н. Практика гидроэкологического анализа состояния рек староосвоенных территорий региона КМА (на примере Белгородской области) / С. Н. Колмыков, А. Г. Корнилов, М. Г. Лебедева. – Белгород : БелГУ, 2016. – С. 144.
5. Корнилов А. Г. Азотное загрязнение прудов и водохранилищ Белгородской области в зимний период / А. Г. Корнилов, С. Н. Колмыков, С. Н. Сыромятникова // *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. – 2014. – № 10. – С. 150–157.
6. Корнилов А. Г. Загрязнение водных объектов Белгородской области в условиях аномальной жары 2010 года / А. Г. Корнилов, А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, С. Н. Колмыков, М. А. Петина. – 2012. – № 2. – С. 58–62.
7. Корнилов А. Г. Геоэкологическая ситуация малых рек в зоне влияния Старооскольско-Губкинского горнопромышленного узла / А. Г. Корнилов, А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, С. Н. Колмыков // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки*. – 2009. – № 11 (66), вып. 9/2. – С. 101–108.
8. Корнилов А. Г. Дифференциация антропогенной нагрузки и показателей качества воды на примере реки Оскол Белгородской области / А. Г. Корнилов, С. Н. Колмыков // *Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии*. – 2006. – № 5 (18). – С. 41–42.
9. Корнилов А. Г. Мониторинг экологического состояния малых рек Чувашской Республики (Цивиль, Кубня, Люля, Киря) / А. Г. Корнилов, А. В. Дмитриев, С. В. Васюков, С. С. Максимов, В. И. Кириллова, В. Н. Подшивалина, А. А. Кириллов, Т. Ю. Сотнезова, В. Ю. Ильин, Ал. Г. Корнилов, И. Г. Корнилов, М. В. Гусаров, А. Ю. Сергеева, Н. А. Дмитриева, Л. П. Теплова // *Экологический вестник Чувашской Республики*. – 2007. – № 58. – 159 с.
10. Корнилов А. Г. Сравнительная характеристика воздействия горнодобывающих предприятий КМА на экологическую ситуацию рек Белгородской области / А. Г. Корнилов, С. Н. Колмыков, Е. В. Кичигин, Л. Ю. Гордеев // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2010. – № 6. – С. 134–139.
11. Корнилов А. Г. Тренды изменения годового и сезонного стока р. Северский Донец за период инструментальных гидрологических наблюдений (на территории Белгородской области) / А. Г. Корнилов, М. Г. Лебедева, В. С. Решетников // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки*. – 2017. – № 4 (253), вып. 38. – С. 133–140.
12. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : учебное пособие / Б. И. Кочуров. – 2-е изд., доп. и испр. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 362 с.
13. Марыныч С. Н. Азотное загрязнение водных объектов юго-западных районов Белгородской области / С. Н. Марыныч, В. А. Курепина, А. Г. Корнилов // *Современные тенденции развития аграрного комплекса*. 11–13 мая 2016 г. в с. Соленое Займище на базе ФГБНУ «Прикаспийского НИИ аридного земледелия». – 2016. – С. 55–57.

14. Петин А. Н. Исследование малых водных объектов и их экологического состояния / А. Н. Петин, В. Н. Шевченко, М. А. Петина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Белгород : БелГУ, 2012. – С. 244.

15. Сыромятникова С. Н. Азотное загрязнение водных объектов Белгородской области в сельскохозяйственных и горнопромышленных районах / С. Н. Сыромятникова, С. Н. Колмыков, А. Г. Корнилов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – № 15, вып. 20. – С. 173–177.

References

1. Kolmykov S. N., Kornilov I. A., Kornilov A. G. Hydrochemical situation of the Vorskla River in the vicinity of the mine Yakovlevsky. *Scientific Reports on Resource Issues*, 2014, vol. 1, pp. 28–33. (Technische University Bergakademie Freiberg, Germany).

2. Petin A. N., Lebedeva M. G., Krymskaya O. V., Chendev Y. G., Kornilov A. G., Lupo A. R. Regional Manifestations of Changes in Atmospheric Circulation in the Central Black Earth Region (By the Example of Belgorod Region). *Advances in Environmental Biology*, June 2014, no. 8 (10), pp. 544–547.

3. Kolmykov S. N. *Gidrokhimicheskiy analiz sostoyaniya rek, podverzhennykh vliyaniyu gornodobyvayushchey promyshlennosti na territorii Belgorodskoy oblasti* [Hydrochemical analysis of the state of rivers affected by the mining industry in the territory of the Belgorod Region], Belgorod, 2008. 24 p.

4. Kolmykov S. N., Kornilov A. G., Lebedeva M. G. *Praktika gidroekologicheskogo analiza sostoyaniya rek staroosvoennykh territoriy regiona KMA (na primere Belgorodskoy oblasti)* [The practice of the hydroecological analysis of the condition of the rivers of the old-developed territories of the KMA region (on the example of the Belgorod region)], Belgorod, Belgorod State National Research University Publ. House, 2016, pp. 144.

5. Kornilov A. G., Kolmykov S. N., Syromyatnikova S. N. Azotnoe zagryaznenie prudov i vodokhranilishch Belgorodskoy oblasti v zimniy period [Nitrogen pollution of ponds and reservoirs of the Belgorod region in winter]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Belgorod State University Scientific Bulletin], 2014, no. 10, pp. 150–157.

6. Kornilov A. G., Petin A. N., Lebedeva M. G., Kolmykov S. N., Petina M. A. *Zagryaznenie vodnykh obektov Belgorodskoy oblasti v usloviyakh anomalnoy zhary 2010 goda* [Pollution of water bodies in the Belgorod Region in the anomalous heat of 2010], 2012, no. 2, pp. 58–62.

7. Kornilov A. G., Petin A. N., Lebedeva M. G., Kolmykov S. N. Geoekologicheskaya situatsiya malyykh rek v zone vliyaniya Starooskolsko-Gubkinskogo gornopromyshlennogo uzla [Geoeological situation of small rivers in the zone of influence of Starooskolsko-Gubkinsky mining hub]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Yestestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences], 2009, no. 11 (66), issues 9/2, pp. 101–108.

8. Kornilov A. G., Kolmykov S. N. Differentsiatsiya antropogennoy nagruzki i pokazately kachestva vody na primere reki Oskol Belgorodskoy oblasti [Differentiation of anthropogenic load and water quality indicators by the example of the Oskol River in the Belgorod Region]. *Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 5 (18), pp. 41–42.

9. Kornilov A. G., Dimitriev A. V., Vasyukov S. V., Maksimov S. S., Kirillov V. I., Podshivalina V. N., Kirillov A. A., Sotnezova T. Yu., Ilin V. Yu., Kornilov A. G., Kornilov I. G., Gusarov M. V., Sergeeva A. Yu., Dimitrieva N. A., Teplova L. P. Monitoring ekologicheskogo sostoyaniya malyykh rek Chuvashskoy Respubliki (Tsivil, Kubnya, Lyulya, Kirya) [Monitoring of the ecological status of small rivers of the Chuvash Republic (Tsivil, Kubnya, Lyulya, Kirya)]. *Ekologicheskii vestnik Chuvashskoy Respubliki* [Ecological Herald of the Chuvash Republic], 2007, no. 58. 159 p.

10. Kornilov A. G., Kolmykov S. N., Kichigin Ye. V., Gordeev L. Yu. Sravnitel'naya kharakteristika vozdeystviya gornodobyvayushchikh predpriyatiy KMA na ekologicheskuyu situatsiyu rek Belgorodskoy oblasti [Comparative characteristics of the impact of mining enterprises of the KMA on the ecological situation of the rivers of the Belgorod region]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten* [Mining Information and Analytical Bulletin], 2010, no. 6, pp. 134–139.

11. Kornilov A. G., Lebedeva M. G., Reshetnikov V. S. Trendy izmeneniya godovogo i sezonnogo stoka r. Severskiy Donets za period instrumentalnykh gidrologicheskikh nablyudeniy (na territorii Belgorodskoy oblasti) Trends in the annual and seasonal runoff of the Seversky Donets river during the period of instrumental hydrological observations (on the territory of the Belgorod region). *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Yestestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences], 2017, no. 4 (253), issue 38, pp. 133–140.

12. Kochurov B. I. *Ekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie* [Ecodiagnosics and balanced development]. 2nd ed., add. and rev. Moscow, INFRA-M Publ., 2016. 362 p.

13. Marynich S. N., Kurepina V. A., Kornilov A. G. Azotnoe zagryaznenie vodnykh obektov yugo-zapadnykh rayonov Belgorodskoy oblasti [Nitrogen pollution of water bodies in the southwestern regions of the Belgorod Region]. *Sovremennye tendentsii razvitiya agrarnogo kompleksa. 11–13 maya 2016 g. v s. Solenoe Zaymishche na baze FGBNU «Prikaspiyskogo NII aridnogo zamledeliya»* [Modern Tendencies of Development of an Agrarian Complex. May 11–13, 2016 in Salted Zaymishche village on the basis of FGBIC "Caspian Research Institute of Arid Agriculture"], 2016, pp. 55–57.

14. Petin A. N., Shevchenko V. N., Petina M. A. *Issledovanie malykh vodnykh obektov i ikh ekologicheskogo sostoyaniya* [Research of small water objects and their ecological state]. 2nd ed., add. and rev. Belgorod, Belgorod State National Research University Publ. House, 2012, pp. 244.

15. Syromyatnikova S. N., S Kolmykov. N., Kornilov A. G. Azotnoe zagryaznenie vodnykh obektov Belgorodskoy oblasti v selskokhozyaystvennykh i gornopromyshlennykh rayonakh [Nitrogen pollution of water bodies of the Belgorod region in agricultural and mining areas]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Yestestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences], 2012, no. 15, issue 20, pp. 173–177.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Веселко Алексей Юрьевич, аспирант, младший научный сотрудник, Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, 683002, Российская Федерация, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, а / я 56, e-mail: ecocogy@yandex.ru

Рассмотрены факторы влияния на окружающую среду при строительстве и эксплуатации геотермальных электростанций. Предложена концептуальная модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду. При составлении модели использовался информационный подход. Модель описана в формате IDEF. В настоящее время вопрос разработки концептуальной модели в геотермальной отрасли является мало изученным и соответственно актуальным. Цель моделирования – обобщить известные данные по негативному воздействию на окружающую среду при разработке геотермальных месторождений. Задачи исследования: изучить факторы негативного воздействия на окружающую среду при разработке геотермальных месторождений, разработать концептуальную модель воздействия эксплуатации геотермальных месторождений на окружающую среду.

Ключевые слова: геотермальное месторождение, геотермальная энергия, окружающая среда, загрязнение окружающей среды, концептуальная модель, микроклимат, природные термопроявления, теплоноситель, загрязнение атмосферы, загрязнение водоемов

CONCEPTUAL MODEL OF THE IMPACT OF GEOTHERMAL FIELD EXPLOITATION ON THE ENVIRONMENT

Veselko Aleksey Yu., post-graduate student, Junior Researcher, Geotechnical Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 30 Severo-Vostochnoe Highway, p.o. box 56, Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatka Region, 683002, Russian Federation, e-mail: ecocogy@yandex.ru

The factors of influence on the environment during construction and operation of geothermal power plants are considered. A conceptual model of the impact of the exploitation