



АЗОТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД¹

**А.Г. Корнилов¹,
С.Н. Колмыков¹,
С.Н. Сыромятникова²**

¹ Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85,

² ОАО «ВНОГЕМ», Россия, 308007,
г. Белгород,
пр-т В. Хмельницкого, 86

E-mail: kornilov@bsu.edu.ru,
kolmykov@bsu.edu.ru

Проведена типизация водосборных бассейнов исследуемых прудов и водохранилищ на основе функционального зонирования территории их водосбора. Показано, что за рассматриваемый период наибольшее содержание нитратов по всем исследуемым прудам наблюдается в феврале, нитритов и аммония – в декабре. Наглядно представлено, что высокое азотное загрязнение характерно для прудов и водохранилищ, водосборные бассейны которых являются районами с высокой антропогенной нагрузкой. Это может быть связано с неорганизованным стоком с территории сельских населенных пунктов, расположенных вблизи прудов, а также с воздействием животноводческих комплексов. Наименьшие величины содержания соединений азота отмечаются в прудах и водохранилищах, на территории водосборных бассейнов которых преобладают пашня и леса, а селитренная нагрузка невелика.

Ключевые слова: азотное загрязнение водных объектов, типы водосборных бассейнов прудов и водохранилищ.

Вопросы загрязнения водоемов в густонаселенных районах РФ многие годы неизменно остаются весьма актуальными [1]. Одним из важных вопросов является загрязнение вод соединениями азота [2].

Источниками поступления соединений азота в водные объекты традиционно выступают сельскохозяйственные объекты, коммунально-бытовое хозяйство, как со стороны крупных промышленных городов, так и со стороны неканализованных сельских поселений и, отчасти, процессы естественной фиксации азота в почве из атмосферного воздуха [2].

Проблема загрязнения поверхностных вод, в частности рек и прудов, соединениями азота является актуальной именно для Белгородской области в связи с большой долей пашни в структуре земельного фонда области (доля пашни составляет около 60%), а также, на наш взгляд, бурным развитием в последние годы птицеводства, молочно-мясного скотоводства и свиноводства. Неорганизованные стоки с территории сельхозугодий (пашня), где активно применяются различные виды удобрений, а также стоки с территорий, занятых животноводческими комплексами, свинокомплексами, птицефермами, способствуют росту содержания в водных объектах соединений азота (аммоний, нитраты, нитриты) [3]. Дополнительным и весьма значимым фактором азотного загрязнения водных объектов на территории Белгородской области выступает деятельность горнообогатительных комбинатов вследствие применения азотсодержащих взрывчатых веществ (содержание аммония в прилегающих водных объектах достигает 0.12–0.14 ПДК, нитритов – 1.23–1.93 ПДК, нитратов – 0.64–1.18 ПДК) [4, 5].

Белгородская область относится к числу маловодных регионов России: около 1% территории занято поверхностными водоемами. Рельеф, климатические условия, геологическое строение и гидрогеологические особенности территории обусловили основные черты гидрографической сети, формируемой, в основном, малыми реками и водохранилищами, имеющими преимущественно местное водохозяйственное значение [6].

Вместе с тем, водоемы Белгородской области могут более детально классифицироваться по размерам, по типу питания, по принадлежности к физико-географическому району, по структуре функциональных зон водосборного бассейна, по местоположению относительно крупных водотоков, по наличию в водосборном бассейне агропромышленных объектов и т.д. Поэтому при выборе объектов для экспериментального исследования азотной нагрузки была сделана попытка максимально учесть все разнообразие водоемов Белгородской области. Выбранные водоемы принадлежат к бассейнам р. Илек, р. Ворсклица, р. Ракита, р. Ивенка, р. Готня, р. Ворскла, р. Уды, р. Лопань, р. Топлинка, р. Орлик, р. Осколец, р. Лубянка, р. Валуй,

¹ Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом (Код проекта: 185).

р. Короча, р. Халань, р. Холок. В связи с активным развитием в области агропромышленного комплекса были исследованы также и объекты, в водосборных бассейнах которых находятся животноводческие хозяйства. Расположение объектов исследования на территории Белгородской области показано на рисунке 1.

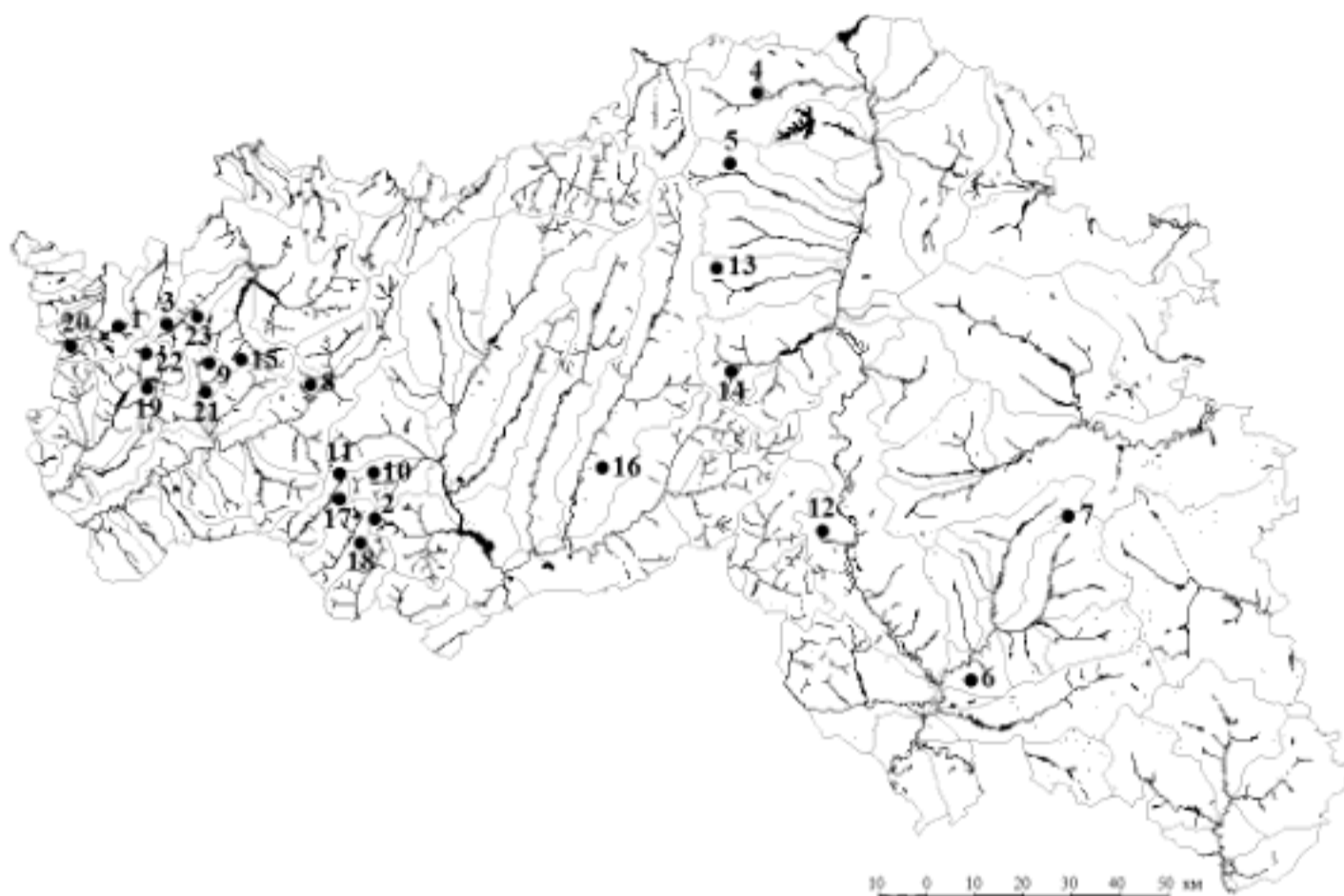


Рис. 1. Расположение объектов исследования на территории Белгородской области (пункты отбора проб представлены в таблице 2)

Существуют значительные различия в развитии процессов поступления и трансформации соединений азота в водных объектах по сезонам года. В настоящем исследовании рассмотрена соответствующая динамика геохимических показателей за зимний период 2012–2013 годов. Зимний режим погоды на территории области установился намного (на 16–22 дня) позднее обычного – 5 декабря. Окончилась зима позднее обычных сроков на 3–8 дней – 31 марта. Продолжительность зимы оказалась на неделю-две короче средних многолетних сроков и составила 116 дней. Температурный фон зимы в целом оказался теплее обычного на 1–2°C со среднесезонной температурой воздуха 3–5°C мороза. Максимальные температуры воздуха зафиксированы в первой декаде декабря – до 9–14,3°C тепла, минимальные – в третьей декаде декабря – 23–24,8°C мороза. За весь зимний сезон с оттепелью наблюдалось от 47 дней на севере области до 62 дней на юге, что на 8–20 дней больше климатических значений. В связи с большим количеством оттепельных дней в течение зимы преобладали осадки смешенного типа – в виде мокрого снега, снега с дождем и мороси. В периоды морозной погоды – в виде снега. Наименьшее среднеобластное количество снега за зиму было в феврале (21 мм – 60 % от нормы), наибольшее – в марте (59 мм – 185 % от обычных значений). Среднеобластное количество осадков за сезон составило 180 мм, что соответствует 115% от климатических значений. Снежный покров установился в первых числах зимы, 7–13 декабря, что на 3–16 дней раньше обычных сроков; сошел – в первой пятидневке апреля в обычные сроки, максимальная средняя высота снегового покрова наблюдалась в январе – от 23 до 35 см, что выше нормы на 10–20 см. Максимальное промерзание почвы меньше нормы на 20–60 см с максимальными значениями от 13 до 46 см [7].

Для сравнительного анализа азотной нагрузки на водные объекты для исследуемых водоемов рассчитывались площади водосборных бассейнов, селитебная и животноводческая нагрузка, представленность функциональных зон (леса, пашня, овраги, луговые участки, населенные пункты) [8, 9]. Пример функционального зонирования водосборного бассейна приведен на рисунке 2.

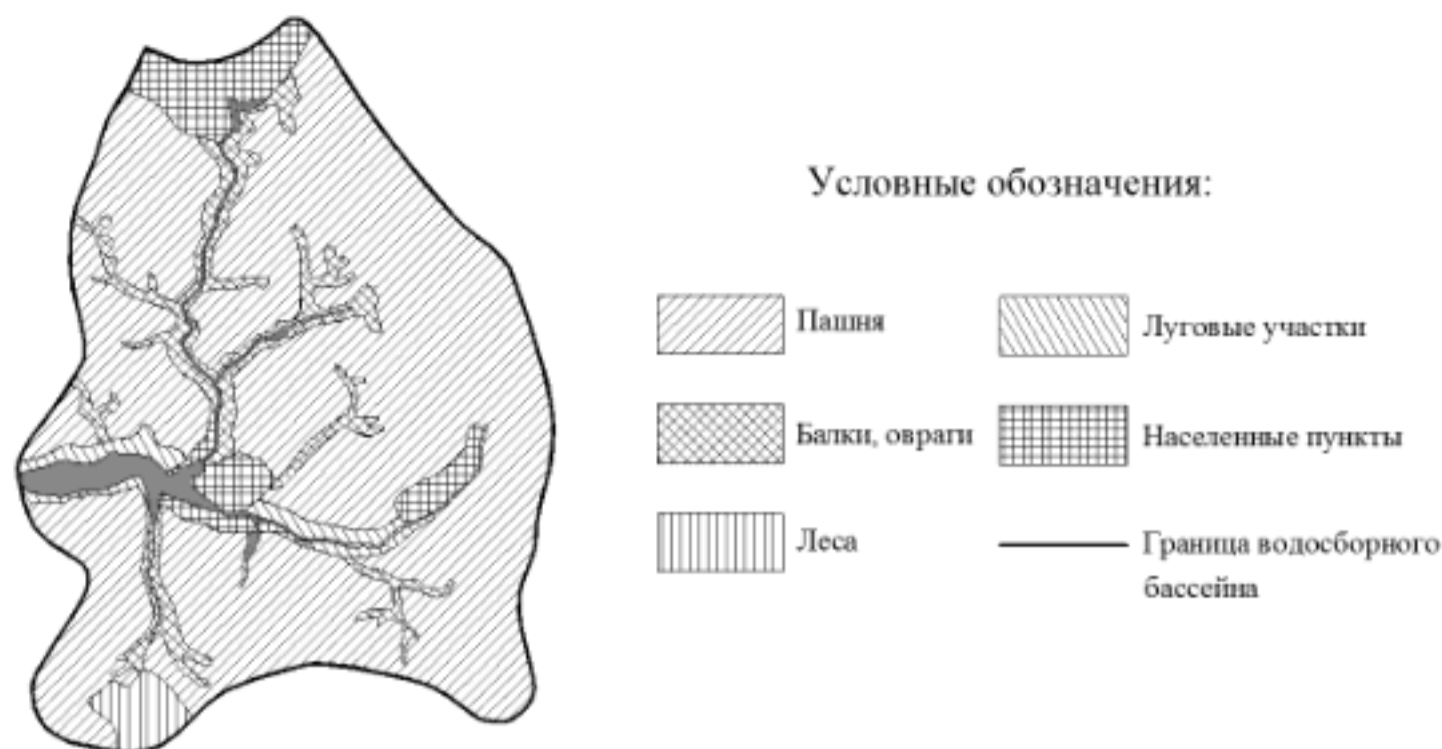


Рис. 2. Пример функционального зонирования водосборного бассейна водохранилища на ручье у с. Солдатское

Все исследуемые водосборные бассейны были разделены на следующие группы:

- 1 группа – преобладание в водосборном бассейне пашни и леса, малая селитебная нагрузка;
- 2 группа – преобладание в водосборном бассейне пашни, отсутствие лесов, нет селитебной нагрузки;
- 3 группа – в водосборном бассейне присутствует мало лесов и пашни, большая селитебная нагрузка;
- 4 группа – наличие в водосборном бассейне животноводческих комплексов.

Описание исследуемых водохранилищ (прудов) представлено в таблице 1. Для примера в таблице 1 приведено по одному водосборному бассейну каждого типа и даны их характеристики.

Таблица 1

Краткая характеристика исследуемых водохранилищ (прудов) и их водосборных территорий (фрагмент)

| № на рис. | Общее описание | Площадь бассейна, га | Лесистость | | Пашня | | Селитебная нагрузка | | | | Животноводческая нагрузка, усл.г/га* |
|---|---|----------------------|------------|------|--------|------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| | | | га | % | га | % | Городское население | | Сельское население | | |
| | | | | | | | Численность | Плотность, чел/га | Численность | Плотность, чел/га | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 группа. Преобладание пашни и леса, малая селитебная нагрузка | | | | | | | | | | | |
| 12 | Волоконовский р-н у с. Верхние Лубянки. Расположен в верховьях балки. Тип питания – комбинированный | 5097,75 | 414,80 | 8,14 | 3489,8 | 68,5 | . | . | 838 | 0,1644 | . |
| 2 группа. Преобладание пашни, отсутствие лесов, нет селитебной нагрузки | | | | | | | | | | | |
| 16 | Шебекинский р-н у с. Большое Городище. Расположен в среднем течении малой реки. Тип питания – комбинированный | 3243,65 | . | . | 2658,6 | 81,9 | . | . | . | . | . |



Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--|---|---------|--------|------|--------|------|------|--------|------|--------|--------|
| 3 группа. Мало лесов и пашни, высокая селитебная нагрузка | | | | | | | | | | | |
| 5 | Губкинский р-н у с. Мелавое. Расположен в среднем течении малой реки. Тип питания – комбинированный | 9867.26 | 521.81 | 5.29 | 5559.8 | 56.4 | - | - | 3218 | 0.317 | - |
| 4 группа. Наличие в водосборном бассейне животноводческих комплексов | | | | | | | | | | | |
| 19 | Ракитянский р-н у с. Солдатское. Расположен в среднем течении малой реки. Тип питания – комбинированный. На территории бассейна размещен свинокомплекс. | 8033.93 | 150.51 | 1.87 | 6257.7 | 77.8 | 4350 | 0.5414 | 1597 | 0.1987 | 0.2321 |

*усл.г/га – условных голов на 1 гектар площади водосборного бассейна. Животноводческая нагрузка определяется по количеству единиц коров, свиней, птиц, приведенных к общему показателю (условных голов), исходя из нормативов образования естественных отходов от каждого вида животного.

Отбор проб и определение содержания нитратов, нитритов, соединений аммония проводилось на приборе «Экотест» по методике выполнения измерений массовой концентрации ионов в природных водах [10]. Показатели азотного загрязнения водоемов представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что нитриты содержатся в исследуемых прудах в небольших количествах. В среднем их содержание колеблется в пределах 0.026–0.101 мг/л в зимний период. Превышение ПДК и очень близкие к ним значения наблюдались только в декабре. Наибольшее превышение ПДК (0.08 мг/л) наблюдается в районах п. Араповка (1.26 ПДК) и с. Солдатское (1.13 ПДК), где близко от прудов расположены животноводческие комплексы, с. Головино (1.1 ПДК), где населенный пункт расположен в непосредственной близости от пруда. В остальные месяцы наблюдений содержание нитритов в прудах не превышает значений ПДК. Наименьшие величины содержания отмечены в районах с. Старая Глинка-1 и с. Большая Халань, где наблюдается малая селитебная нагрузка, с. Большое Городище, где наблюдается отсутствие селитебной нагрузки.

По нитратам превышения ПДК (40.0 мг/л) в исследуемых прудах не наблюдалось. В среднем, их содержание варьирует в пределах от 0.705 до 10 мг/л. Наибольшие значения содержания нитратов (более 10 мг/л) за исследуемый период наблюдаются в районах п. Красная Яруга, с. Анновка, с. Киселевка, где населенные пункты расположены в непосредственной близости от прудов, п. Араповка, п. Октябрьский, где близко от прудов расположены животноводческие комплексы. Наименьшее содержание нитратов отмечено в районах с. Старая Глинка, п. Комсомольский, с. Дмитриевка, с. Верхние Лубянки, с. Большая Халань, то есть в районах с малой селитебной нагрузкой.

Содержание соединений аммония варьирует в диапазоне 0.109–2.487 мг/л. Наибольшие превышения ПДК (0.5 мг/л) за исследуемый период наблюдаются в районах п. Араповка и с. Солдатское, где близко от прудов расположены животноводческие комплексы, с. Головино и с. Киселевка, где населенные пункты расположены в непосредственной близости к прудам. Наименьшие величины содержания аммония отмечены в феврале в районах п. Ракитное и с. Трефиловка, где отсутствуют населенные пункты, а животноводческие комплексы, расположенные в бассейнах прудов, находятся на значительном от них расстоянии.

Таким образом, за исследуемый период наибольшее содержание нитратов по всем исследуемым прудам наблюдается в феврале, нитритов и аммония – в декабре. Наиболее сильное азотное загрязнение наблюдается в водосборных бассейнах 3 и 4 типа, что наглядно представлено на рисунках 3–5. На указанных рисунках приведены усредненные значения концентраций соответствующего соединения азота по типам водосборных бассейнов в зимний период 2012-2013 годов. Данные территории являются районами высокой антропогенной нагрузки и характеризуются неорганизованным стоком с зоны сельских населенных пунктов, расположенных вблизи прудов, а также воздействием животноводческих комплексов. Наименьшие величины содержания соединений азота отмечаются в водосборных бассейнах, на территории которых преобладают пашня и леса, а селитебная нагрузка невелика.

Таблица 2

Содержание соединений азота в исследуемых водоемах за зимний период 2012-2013 годов

| № п/п | Место отбора | Содержание соединений азота, мг/л | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------------------------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| | | аммоний | | | нитраты | | | нитраты | | |
| | | декабрь | январь | февраль | декабрь | январь | февраль | декабрь | январь | февраль |
| 1 группа. Преобладание пашни и леса, малая селитебная нагрузка | | | | | | | | | | |
| 8-1 | с. Старая Глинка-1 | 0.489 | 0.456 | 0.471 | 0.069 | 0.035 | 0.029 | 0.850 | 1.155 | 3.343 |
| 8-2 | с. Старая Глинка-2 | 0.356 | 0.406 | 0.468 | 0.080 | 0.079 | 0.053 | 0.821 | 2.052 | 4.607 |
| 9 | с. Введенская Готия | 0.265 | 0.362 | 0.626 | 0.085 | 0.074 | 0.035 | 1.213 | 1.548 | 3.642 |
| 10 | п. Комсомольский | 0.401 | 0.350 | 0.439 | 0.072 | 0.065 | 0.028 | 1.645 | 1.263 | 2.096 |
| 11 | с. Бессоновка | 0.233 | 0.322 | 0.571 | 0.081 | 0.072 | 0.033 | 0.854 | 1.122 | 10.008 |
| 12 | с. Верхние Лубянки | 0.192 | | | 0.081 | | | 0.956 | | |
| 13 | с. Большая Халань | | 0.380 | | | 0.026 | | | 2.508 | |
| 14 | с. Анновка | | 0.515 | | | 0.049 | | | 21.114 | |
| 2 группа. Преобладание пашни, отсутствие лесов, нет селитебной нагрузки | | | | | | | | | | |
| 15 | с. Дмитриевка | 0.325 | 0.366 | 0.194 | 0.085 | 0.056 | 0.044 | 1.365 | 1.866 | 3.916 |
| 16 | с. Большое Городище | | 0.637 | | | 0.027 | | | 12.174 | |
| 3 группа. Мало лесов и пашни, высокая селитебная нагрузка | | | | | | | | | | |
| 1 | п. Красная Яруга | 0.245 | 0.644 | 0.985 | 0.085 | 0.065 | 0.047 | 2.102 | 3.522 | 13.782 |
| 2 | с. Головино | 0.729 | 0.701 | 0.514 | 0.088 | 0.064 | 0.037 | 1.623 | 2.544 | 7.879 |
| 3 | с. Киселевка | 0.781 | 0.675 | 0.679 | 0.078 | 0.055 | 0.049 | 1.056 | 2.519 | 19.432 |
| 5-1 | с. Мелавое-1 | | | 0.117 | | | 0.038 | | | 10.668 |
| 5-2 | с. Мелавое-2 | | | 0.053 | | | 0.041 | | | 4.519 |
| 6 | г. Валуйки | 0.183 | | | 0.075 | | | 1.011 | | |
| 4 группа. Наличие в водосборном бассейне животноводческих комплексов | | | | | | | | | | |
| 17 | п. Араповка | 2.487 | 0.989 | 0.489 | 0.101 | 0.048 | 0.045 | 1.265 | 6.389 | 35.321 |
| 18 | п. Октябрьский | 1.011 | 0.548 | 0.399 | 0.070 | 0.062 | 0.050 | 3.009 | 3.411 | 17.401 |
| 19 | с. Солдатское | 0.799 | 0.623 | 0.324 | 0.090 | 0.063 | 0.040 | 1.521 | 2.756 | 9.651 |
| 20 | с. Илек-Пеньковка | 0.685 | 1.069 | 0.582 | 0.110 | 0.035 | 0.014 | 2.689 | 7.201 | 7.023 |
| 21 | с. Трефиловка | 0.678 | 0.431 | 0.161 | 0.080 | 0.074 | 0.039 | 0.705 | 1.379 | 8.328 |
| 22 | с. Отрадовка | 0.524 | 0.522 | 0.545 | 0.080 | 0.073 | 0.031 | 1.187 | 2.624 | 6.271 |
| 23 | п. Ракитное | 0.483 | 0.155 | 0.109 | 0.062 | 0.066 | 0.035 | 0.812 | 0.963 | 5.037 |

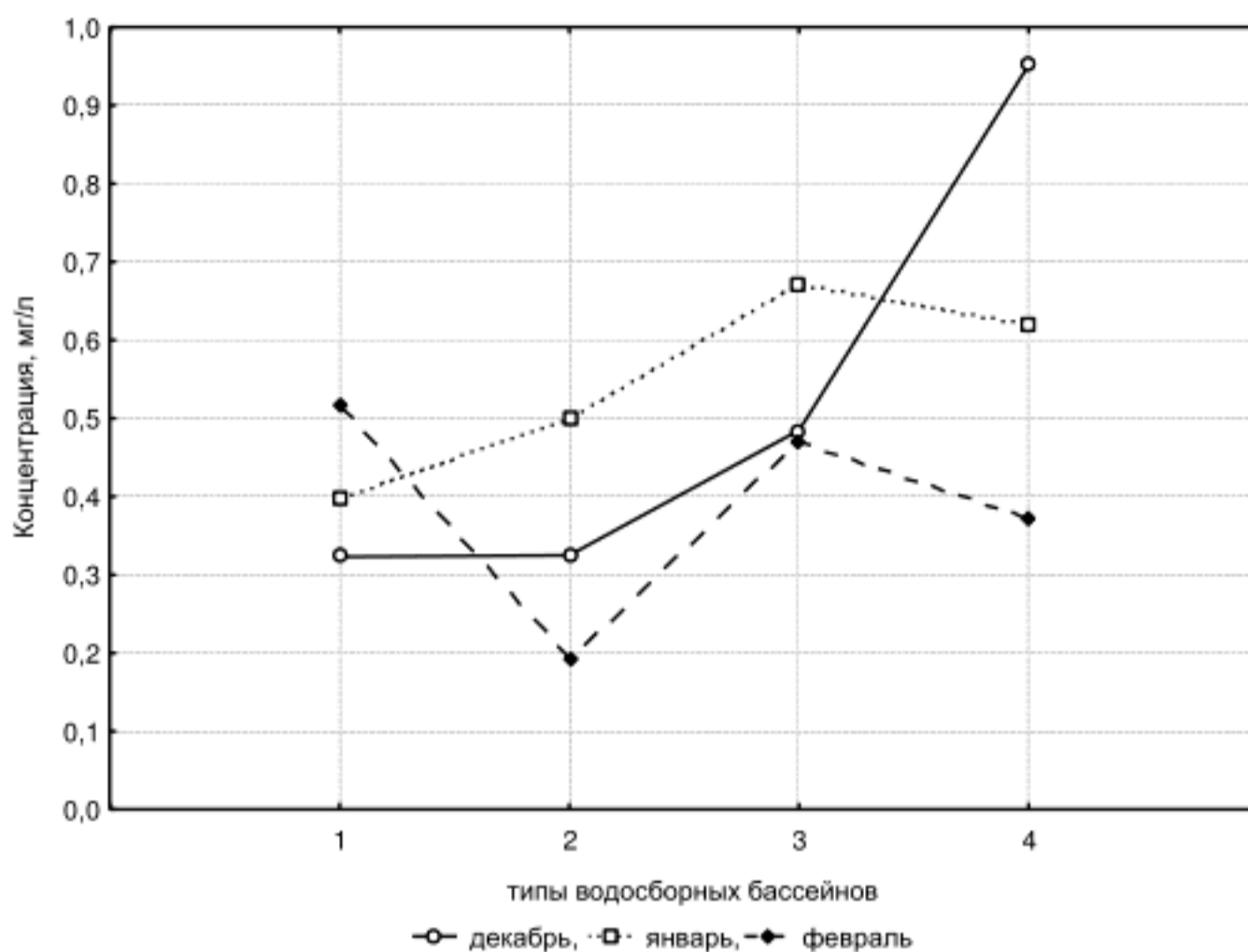


Рис. 3. Содержание аммония в водоемах различных типов водосборных бассейнов

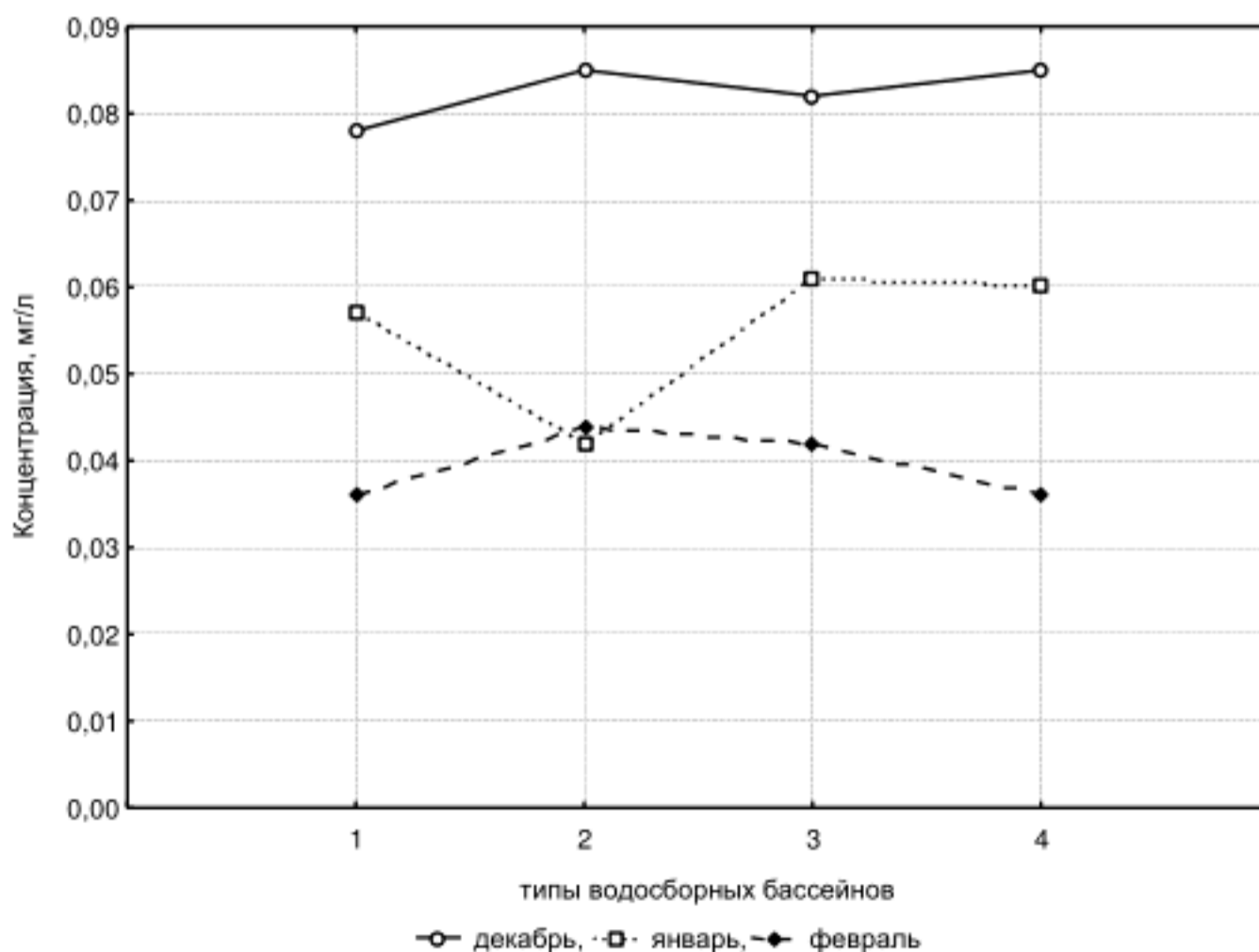


Рис. 4. Содержание нитритов в водоемах различных типов водосборных бассейнов

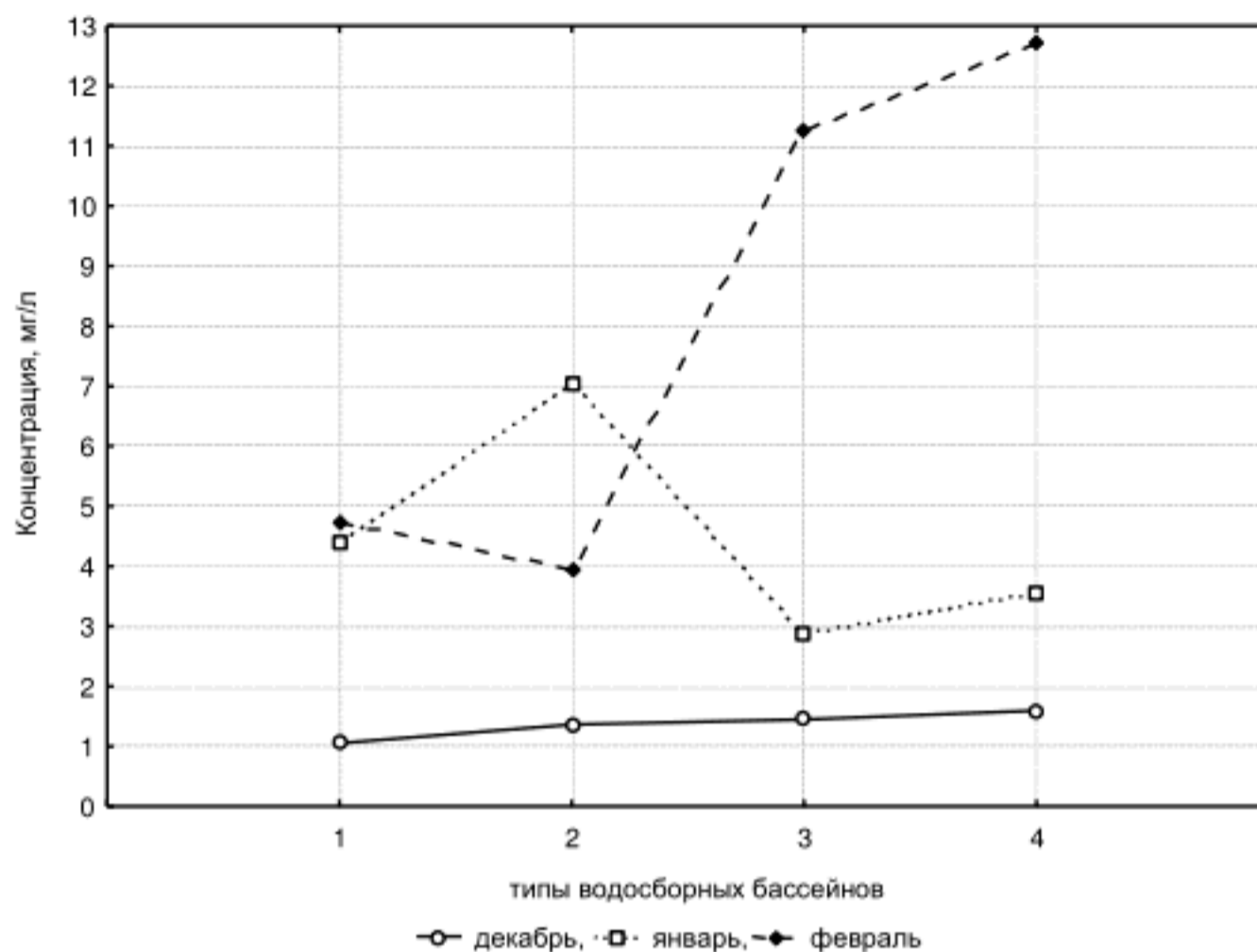


Рис. 5. Содержание нитратов в водоемах различных типов водосборных бассейнов

Список литературы

1. Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации». – 2002–2013 годы. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>
2. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. для вузов по спец. «Гидрология суши». – СПб.: Гидрометеоздат, 2001. – 444 с.
3. Сыромятникова С.Н., Колмыков С.Н., Корнилов А.Г. Азотное загрязнение водных объектов Белгородской области в сельскохозяйственных и горнопромышленных районах // Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». – Белгород: Изд-во БелГУ, 2012. – №15. Вып. 20. – С. 173–177.
4. Корнилов И.А., Колмыков С.Н., Петин А.Н. Оценка степени воздействия горнодобывающих предприятий КМА на гидроэкологическую ситуацию Белгородской области // Горный журнал. – 2012. – №9. – С. 29–32.
5. Kolmykov S.N., Kornilov A.G. Transformation of water bodies Starooskolsko-Gubkinsky minig region on the example of the river Stary // Scientific Reports on Resource Issues Efficiency and Sustainability in the Mineral Industry – Innovations in Geology, Mining, Processing, Economics, Safety, and Environmental Management. – Medienzentrum der TU Bergakademie Freiberg, Germany, 2013. – Vol. 1. – Part 1. – Pp. 237–241.
6. География Белгородской области: Учебное пособие для 8–9-х классов общеобразовательной школы: В 2 ч. Ч. 1. Природа. – М.: МГУ, 2006. – 72 с.
7. Фондовые данные Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды // Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – Курск, 2013. – 533 с.
8. 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 (научно-технический журнал). – 2010 г. – №6. – С. 134–139.
9. Современная гидроэкологическая ситуация и состояние фауны гидробионтов Старооскольско-Губкинского горнопромышленного района на примере реки Осколец / И.А. Корнилов, А.В. Присный, С.Н. Колмыков и др. // Проблемы региональной экологии. – 2013. – №4. – С. 69–75.
10. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть 1 / под ред. Л.В. Боевой. – Ростов-на-Дону: «НОК», 2009. – 1044 с.

**NITROGEN POLLUTION OF PONDS AND RESERVOIRS OF BELGOROD REGION DURING WINTER**

**A.G. Kornilov¹, S.N. Kolmykov¹,
S.N. Syromyatnikova²**

¹ *Belgorod state national research university, Pobedy St, 85, Belgorod, 308015, Russia*

² *JSC «VIOGEM» 308007, Russia, Belgorod, Bohdan Khmelnytsky Av.*

*E-mail: kolmykov@bsu.edu.ru,
kornilov@bsu.edu.ru*

Catchment areas of the investigated ponds and reservoirs were classified on the basis of functional zoning of their catchments. It is shown that during the study period the highest nitrate content in all investigated ponds is observed in February, nitrite and ammonium – in December. It is clearly illustrated that high nitrogen pollution is characteristic of ponds and reservoirs, catchment areas of which are the ones with high anthropogenic load. This may be due to runoff from the unorganized rural area located near ponds, as well as to the impact of livestock complexes. The lowest values of the content of nitrogen compounds is observed in ponds and reservoirs, in the territory of catchment areas dominated by arable land and forests, and of low residential load.

Keywords: nitrogen pollution of water objects, types of catchment areas ponds and reservoirs.