

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Институт геоэкологии

МЧС РОССИИ

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам

гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

Московский комитет по науке и технологиям

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РИСКАМИ

Материалы Общероссийской конференции
«Риск — 2000»

NATURAL RISKS ASSESSMENT AND MANAGEMENT

The proceedings of the All-Russian conference
«RISK — 2000»



МОСКВА — 2000

ББК 65.271
УДК 577.4
О 40

Организационный комитет Конференции (Conference organizing committee)

В.И. Осипов (председатель), А.Л. Рагозин (зам. председателя), В.А. Акимов, В.Р. Болов, Л.А. Бочин, Г.С. Голицын, Е.В. Грацианский, А.Н. Елохин, В.А. Еременко, А.В. Забегаев, Г.С. Золотарев, В.М. Кутепов, Б.В. Левин, Н.А. Махутов, С.М. Мягков, А.В. Николаев, И.А. Парабучев, Г.С. Переселенков, Б.Н. Порфирьев, В.А. Пырченко (ученый секретарь), В.Г. Систер, А.И. Шеко.

Ответственный редактор (Editor-in-chief)

А.Л. Рагозин

Издание осуществлено при поддержке Правительства Москвы (грант МКНТ ГГ3/9), Российского фонда фундаментальных исследований (грант 00-05-74004) и Страховой группы Лукойл.

The publication was sponsored by Moscow Government (grant GG3/9), The Russian Foundation for Basic Research (project 00-05-74004) and the Lukoil Insurance Group.

О40 **Оценка и управление природными рисками /** Материалы Общероссийской конференции «РИСК — 2000». — М.: Анкил, 2000, 480 с.

ISBN 5-86476-160-5

В сборник включены материалы Общероссийской конференции «Оценка и управление природными рисками (Риск – 2000)», состоявшейся 26 – 28 сентября 2000 г. в г. Москве. Материалы освещают широкий круг актуальных вопросов по обеспечению безопасности населения, объектов экономики и окружающей природной среды с использованием современной методологии риск-анализа.

Для органов государственной власти, страховых компаний, строителей, проектировщиков, изыскателей и научных работников, занимающихся проблемами прогнозирования, оценки и управления природными и техноприродными рисками.

Natural risks assessment and management / The proceedings of the All-Russian conference «Risk – 2000». М.: Ankil. 2000. p. 480.

The published data elucidate a wide range of actual problems of ensuring safety of the population, economic facilities, and natural environment using the advanced methodology of risk analysis.

Intended for governmental bodies, insurance companies, builders, designers, surveyors, and researchers engaged in the problems of prediction, assessment, and management of natural and technological risks.

ББК 65.271

УЯЗВИМОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА
ВОДООХРАННОЙ ЗОНЫ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Штритер Е.Е., ИВАНЬКОВСКАЯ НИС ИВП РАН, Москва

THE VULNERABILITY OF GROUND WATER TO NITROGEN
CONTAMINATION WITHIN THE WATER PROTECTION ZONE
OF IVANKOVO RESERVOIR

Striter E.E., IVANKOVO RIS IVP RAS, Moscow

The summary risk of affect of poultry-farm and motorway was researched for the change of ground water (GW) quality. The studying objects are located on shore of Ivankovo reservoir. Reservoir is Moscow water supply source and is related to class of eutrophic. The part of GW feed composes 10-40 % of the annual normal flow. The territory is disposed on the permeability sediments (alluvial sand). The GW have the high vulnerability there. The retrospective analysis showed, that from the end of the 70-s nowadays 30-80 in GW there has multiplied the N- NO₃ content.

The nature N- NO₃ content is 0.1-0.3, the MPC is 10 and the mean N- NO₃ content is 15-30 mg N/l now. The high N- NO₃ content is observed during vegetation period even. The entering of N in environment composes up to 75 kg N from 1 га arable lands, up to 38.2 t from 415 thousands hens and 50 kg from emissions of motor transport yearly (motorway is at 400 m from poultry-farm). It testifies, that the summary risk of some local pollutes sources may be to compare with the affect of the diffuse pollute sources.

Risk of pollution by nitrogen compounds of the water-supply artesian and surface water is increased due to the high vulnerability of upper aquifer.

Локальные источники загрязнения подземных вод – это низовая ступень при оценке природы рисков, поэтому изучение таких источников производится наиболее детально.

Предметом наших исследований является суммарный реальный и прогнозный риск для окружающей среды функционирующих рядом птицефабрики и автомагистрали. Пристальное внимание уделено данным объектам по причине их

месторасположения. Нами изучались процессы, воздействующие на изменение гидрохимического состава подземных вод в ареале влияния птицефабрики «Красный Луч» в связи с предполагаемой высокой уязвимостью для соединений N.

Птицефабрика расположена на правом берегу Иваньковского водохранилища, в пределах его водоохранной зоны, в с. Городня. В 400 м от села пролегает автомагистраль Москва — Санкт-Петербург.

Водоохранилище создано в 1937 году и является одним из основных источников питьевого водоснабжения г. Москвы. Формирование качества его воды и управление данным процессом находится под постоянным государственным контролем.

Среднегодовое количество подземного питания в годовом стоке водохранилища составляет от 10 до 40% (Ахметьева и др., 1991; Ворошилов, 1976.). За год с подземным стоком вносится до 250 т нитратного и аммонийного азота (Ахметьева и др., 1992). Так как Иваньковское водохранилище чувствительно к евтрофикации, поступление азота (N) с подземным стоком должно контролироваться особенно тщательно.

Однако в пределах 3 километровой водоохранной зоны водохранилища располагаются удобряемые пахотные угодья, дачные участки, склады минеральных удобрений, животноводческие комплексы и птицефабрики.

Результатами наших исследований установлено, что потенциально с точки зрения загрязнения грунтовых вод (ГВ) соединениями N в силу названных ниже причин наиболее опасны последние.

При проектировании птицефабрики «Красный Луч» не были учтены такие экологически значимые факторы риска, как песчано-супесчаный почвенный покров и зона аэрации, сложенная проницаемыми отложениями.

Общая площадь земель птицефабрики составляла на 1.01.1998 г. 1283 га, из них 574 га — пашни. Сенокосы и пастбища в основном приурочены к пойме, сама птицефабрика располагается на 2-й надпойменной террасе, выполненной аллювиальными отложениями, представленными песками с редкими прослоями суглинков, в нижней части песками с гравием и галькой. Ниже залегают флювиогляциальные днепровско-московские межморенные пески либо частично размытые суглинки московской морены.

Глубина залегания уровня ГВ колеблется от 2 до 9 м, мощность ^{Q-ых отложений} зоны аэрации составляет 20—30 м. Первый напорный водоносный горизонт (ВГ) здесь — касимовский, эксплуатируемый в хозяйственно-питьевых целях, залегает в трещиноватых известняках верхнего карбона на глубине 40—50 м. Он перекрыт юрскими глинами, частью размытыми к северо-западу, и подстилается кривякинскими глинами.

На птицефабрике эксплуатируется 3 скважины с дебитами 96—384 м³/сут. Птицефабрика функционирует с 1959 г. Ретроспективный анализ за 25 лет показал, что здесь наиболее опасными из основных макрокомпонентов с точки зрения загрязнения подземных вод и в дальнейшем — водохранилища являются соединения азота.

Содержание ионов нитратов и аммония, мгN/л, в ГВ бытового колодца в разные годы и сезоны, с. Городня

Дата	NO ₃	NH ₄	Дата	NO ₃	NH ₄	Дата	NO ₃	NH ₄
12.1978	0.09	0.27	05.1995	19.5	0.18	04.1997	39.4	0.26
07.1979	0.06	0.6	03.1996	38.6	0.3	09.1997	27.7	0.34
11.1979	0.52	0.23	04.1996	4.43	0.25	02.1999	4.97	0.7
07.1987	5.35	0.2	05.1996	17.4	0.24	06.1999	21.1	0.19
07.1994	34.1	0.1	02.1997	12.3	0.19	03.2000	6.38	0.23

В таблице 1 выборочно представлены результаты анализа грунтовых вод (ГВ) бытового колодца, расположенного в 130 м от бровки 2-й надпойменной террасы на пути следования загрязненных ГВ к водохранилищу.

Как видно из таблицы, содержание техногенного индикатора — нитрат-иона за 20 лет увеличилось практически на два-три порядка, тогда как содержание более токсичного аммоний-иона почти не изменилось.

Фоновое содержание нитрат-иона в ГВ составляет 0.1—0.3 мгN/л, ПДК не более 10 мгN/л, таким образом, наблюдается превышение ПДК по нитратам в 2—4 раза, а естественного фона — более чем в 10².

Основные источники поступления соединений азота на изучаемой территории — это внесение удобрений и выхлопные газы автотранспорта. Внесение высоких доз удобрений обусловлено низким естественным плодородием почв, промывным режимом почвообразования и избытком птичьего помета.

Среднегодовое количество осадков составляет 650—700 мм. Рассчитанное по методике (Методические рекомендации..., 1986) поступление в окружающую среду азота от 415 тыс. голов птицы, содержащейся на птицефабрике, составит 38.2 т в год. Инфильтрационное питание аллювиальных песков составляет 200—230 мм/год (Ахметьева и др., 1991).

Произведенные нами расчеты показали, что если в конце 1980-х, согласно (Ахметьева и др., 1992), вынос с 1 га пахотных угодий ПТФ в ГВ нитратного азота составлял 34 кг, а аммонийного — 2.3 кг, то в конце 1990-х вынос с 1 га угодий нитратного азота в год увеличился на 20—25 кг, а аммонийного уменьшился до 1.7 кг.

К соединениям азота, поступающим в окружающую среду в ареале влияния ПТФ, добавляются выхлопные газы автотранспорта, содержащие оксиды азота в количестве 0.06 % в 1 кг.

Количество единиц автотранспорта на магистрали составляет около 50 тысяч (Доклады по состоянию..., 1999). Учитывая, что в сутки легковой автомобиль выбрасывает в атмосферу порядка 6 г оксидов азота, за год в атмосферу поступит 109,5 т оксидов N, или 51,5 т азота.

Цифра занижена, так как количество выхлопных газов груженых грузовых машин больше, а они составляют не менее трети в общем потоке автотранспорта. Кроме того, в гололед дорога посыпается специальным реагентом на основе нитратов Ca, Mn и мочевины, во время оттепелей эти макрокомпоненты задерживаются в почве, а затем вымываются путем инфильтрации на уровень ГВ.

Поскольку использование удобрений на землях птицефабрик осталось на высоком уровне при изменении структуры внесения — доза для органических удобрений увеличилась в 1.5—2 раза, а для минеральных — в 5—10 раз уменьшилась, возможно, увеличение содержания в Грунтовых водах нитратов связано с выхлопными газами от непрерывного потока автотранспорта. Почвы на изученной территории дерново-подзолистые, высокой степени удобренности — содержание N-NO₃ составляет 5—8 и N-NH₄-11 мг на 1 кг породы (Ахметьева и др., 1991).

В таблице 2 выборочно представлены результаты гидрохимических анализов проб воды из разных Водоносных горизонтов в зоне влияния птицефабрики (ПТФ) в разные годы.

Исследования качества воды родников показали, что с родниковым стоком происходит также привнос соединений N в водохранилище. Дебиты родников составляют 0.06—0.3 л/с, однако гидрохимический состав за счет смешивания разгружающихся вод с внутрпочвенным стоком испытывает значительные колебания, особенно в половодье.

Содержание N-NO₃ колеблется от 3.2 до 56.5 мг/л, содержание иона аммония характеризуется большей стабильностью и находится в диапазоне 0.3—0.7 мг/л. В воде колодца, расположенного в 150 м от родника (т.1) и вскрывающего следующие также к водохранилищу ГВ, было обнаружено 6,5 мг/л N-NO₃, а в родниковой воде — 56.5. Значит, повышение содержания N-NO₃ в 7—8 раз происходит именно за счет смешивания с вышележащим загрязненным потоком.

За год в среднем с водой одного родника (дебит 0.1 л/с, среднегодовая концентрация N-NO₃ 24 мг/л) в Ивановское водохранилище поступит 7.5 кг N. Однако в пойменных частях речной долины иногда наблюдается сплошное высачивание. Из таблицы 2 видно, что напорные горизонты содержат повышенные по сравнению с безнапорными концентрации аммония и гидрокарбонатов, низкие — концентрации нитратов, в пробах воды касимовского ВГ из скважины в д. Игуменка обнаружено повышенное содержание сероводорода.

Эти факты свидетельствуют о происходящих изменениях окислительно-восстановительной обстановки в системе вода — порода в ВГ и в конечном итоге — о перманентном риске загрязнения.

Параметры качества воды различных ВГ в зоне влияния ПТФ (с. Городня)

Дата отбора	Тип водопункта	Н, м	N-NO ₃ мг/л	N-NH ₄ мг/л	pH	Минерализация, мг/л	SO ₄ мг/л	HCO ₃ мг/л
03.2000	родник, т.1		56.5	0.28	7.37	810	163.0	275
12.1997	родник, т.2		19.7	0.5	6.96	846	54.0	385
12.1997	колодец	10 м	13.7	0.15	6.93	470	38.0	215
02.1999	скважина	15 м	1.08	0.29	7.64	357	46.0	165
07.1999	скважина	55 м	0.81	0.56	7.16	409	4.0	305
12.1998	скважина	115 м	0.18	0.95	6.55	480	91.0	275

Примечание: т.1 — родник расположен в 3 м от уреза водохранилища; т.2 — родник расположен в борту 2-й надпойменной террасы на высоте 5—7 м от уровня воды водохранилища. Минерализация рассчитана по данным полного анализа.

В результате натурных исследований механизма миграции азотных соединений на УГВ через породы зоны аэрации различной литологии нами установлено, что для песчаных пород исследуемой территории время прохождения на уровень ГВ инертного загрязнителя колеблется от 5—10 дней в половодье до 180 дней в межень при мощности зоны аэрации до 6 м.

Горизонтальное продвижение загрязнителя в потоке воды в ВГ, сложенном песчаными отложениями, происходит со средней скоростью 0.1 м/сутки, сложенном гравийно-галечными отложениями — до 30 м/сутки (Akhmetieva, 1998).

Значит, загрязнитель, передвигаясь с водным потоком в песчаном ВГ, пройдет 150 м за 4 года, а в гравийно-галечных отложениях — минимум за 5 дней, и тогда при высокой интенсивности поступающих соединений N они просто не успеют утилизироваться.

ВЫВОДЫ

1. Произведенная оценка риска для исследованной геосистемы локального уровня свидетельствует о неблагоприятном прогнозе ее экологического состояния. Суммарный риск воздействия на окружающую среду двух локальных источ-

ников загрязнения, действующих круглогодично, сопоставим с риском рассеянного источника.

2. При имеющемся реальном загрязнении грунтовых вод суммарный риск состоит в загрязнении ^{весьма большого} верхнего горизонта верхнего карбона (питьевого назначения) соединениями N и увеличении привноса их с подземным стоком в Ивановское водохранилище.
3. Интенсивно используемые территории птицефабрик, расположенные в водоохранной зоне водоемов, необходимо включать в число объектов государственного геоэкологического мониторинга, особое внимание при определении первоочередности наблюдений обратить на состояние почв, грунтовых вод и напорных вод, а также зон санитарной охраны в местах водозаборов. Именно почвы, снизившие свою способность к самоочищению, являются слабым звеном рассматриваемой геосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметьева Н.П., Лола М.В., Горецкая А.Г. Загрязнение грунтовых вод удобрениями. М.: Наука, 1991. 100 с.
2. Ахметьева Н.П., Лола М.В., Григорьев В.Т. Влияние сельскохозяйственных мероприятий на качество природных вод водоохранной зоны Ивановского водохранилища // Водные ресурсы. 1992. № 1. С. 114—126.
3. Ворошилов Ю.И. К оценке взаимосвязи поверхностных и подземных вод // Тр. IV Всес. гидрологического съезда. Л.: Гидромет., 1976. Т.8. С. 286.
4. Методические рекомендации по выбору водоохранных мероприятий в зоне сельхозосвоения, Челябинск. 1986. 29 с.
5. Доклады по состоянию окружающей среды. Тверь. 1999. 223 с.
6. Akhmetieva N.P., Striter E.E. Protection of ground water against nitrogen compounds // Cotbus, ICHE-98, P.112,SD.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, экспедиционный грант № 99-05-79028.