

Тимофеев А.В., Калинин М.Ю.

СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД г. ГРОДНО И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Введение. В республике продолжает оставаться актуальной проблема сохранения качества подземных вод. По своим масштабам загрязнение отмечается на двух уровнях: региональном и локальном.

К региональному загрязнению приводит применение удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве, что вызывает рост в грунтовых водах содержания хлоридов, в 4-6 раз превышающий их фоновые концентрации, сульфатов – в 2-4 раза, нитратов – в 6-10 раз. Часть регионального загрязнения связана с выпавшими на территории Беларуси радионуклидами при аварии на Чернобыльской АЭС. Активность радионуклидов в подземных водах не превышает принятого в республике контрольного уровня в 18 Бк/дм³.

В районах животноводческих комплексов, полях орошения их стоками, местах складирования минеральных удобрений и ядохимикатов загрязнение подземных вод имеет локальный характер. Здесь отмечается превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по хлоридам и сульфатам в 2-3 раза, нитратам в 4-5 раз, аммиаку до 200 раз, нитритам в 2-3 раза. Санитарно-гигиеническое состояние подземных вод на действующих водозаборах в целом отвечает установленным в республике нормам, за исключением повышенного содержания отдельных элементов. Ухудшение качества воды на некоторых скважинах связано с наличием в пределах зоны влияния водозаборов хозяйственных объектов, не предусмотренных проектами, а также неудовлетворительным состоянием зон санитарной охраны.

В районах водозаборов подземных вод характерно достаточно высокое содержание марганца, которое составляет 0,1–0,3 мг/дм³ (ПДК=0,1 мг/дм³), увеличиваясь в воде отдельных скважин до 0,5 мг/дм³. Повышенное содержание железа (по сравнению с ПДК равным 0,3 мг/дм³) в подземных водах (0,4–3,0 мг/дм³) наблюдается практически повсеместно, его максимальные значения достигают 5–8 мг/дм³, что связано, как правило, с естественными гидрогеологическими условиями.

Водоснабжение городского населения осуществляется в основном из подземных водных источников. Для централизованного водоснабжения 85 городов и промышленных центров Беларуси используются 147 групповых водозаборов. Из поверхностных водозаборов обеспечиваются питьевой водой полностью только жители г. Полоцка, частично – городов Гродно, Минск и Гомель.

На качество питьевой воды, подаваемой населению, значительное влияние оказывают санитарно-гигиенические условия участков водозаборных сооружений, специфика очистных сооружений, а также санитарно-техническое состояние водозаборов.

Качество подземных вод эксплуатируемых месторождений в основном соответствует требованиям ГОСТа 2874-82 “Вода питьевая” и требованиям СанПиН 10-24 РБ 99. Колебания концентраций основных загрязняющих веществ в отдельные годы связаны чаще всего с режимобразующими факторами.

Однако по ряду показателей (жесткость, цветность, мутность, содержание марганца, железа, аммония) подземные воды на ряде водозаборов не отвечают данным требованиям.

Качество питьевой воды является серьезной проблемой в

сельских районах, где население пользуется неглубокими колодцами. В масштабах всей страны 30–40 % колодцев не отвечают существующим республиканским санитарным нормам. В течение года санитарно-эпидемиологической службой обследуется более 50 тыс. источников децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Загрязнение воды в колодцах обусловлено нарушениями условий водопользования: отсутствием необходимого благоустройства прилегающих территорий, несовершенной конструкцией колодцев, близким расположением к ним выгребных ям и помещений для содержания скота, складированием навоза.

Подземная гидросфера как экологическая система является частью природной среды исследуемого района. Ее экологическое состояние определяется как природными факторами, так и в значительной степени факторами антропогенного воздействия.

Ниже приведены результаты по оценке состояния подземных вод г. Гродно и прилегающей территории, которая выполнялась при разработке территориальной комплексной схемы охраны окружающей среды (ТерКСОС). Методика разработки блока по подземным водам и результаты исследований по другим городам достаточно хорошо изложены в работах [1-6].

Гидрогеологические условия территории исследований характеризуются рядом водоносных горизонтов и комплексов, разделенных пространственно невыраженными, относительно слабо проницаемыми водоупорами. Сравнительно небольшая мощность осадочного чехла, наличие глубоковрединных (до 200 м и более) эрозийных долин, отсутствие выдержанных водоупоров создают на большей части территории благоприятные условия питания и циркуляции подземных вод и обеспечивают приобщенность всех водоносных горизонтов и комплексов, включая верхнюю трещиноватую зону пород фундамента, к зоне активного водообмена, содержащей пресные, преимущественно гидрокарбонатные кальциево-магнєвые воды с минерализацией 0,2–0,5 г/дм³. Исключение составляют локальные участки очаговой разгрузки минерализованных вод из Балтийской синеклизы севернее и северо-восточнее исследуемого района (дд. Привалки, Поречье), где в породах нижней части альб-сеномана и кристаллического фундамента обнаружены высокоминерализованные подземные воды хлоридно-натриевого типа.

Водораздельные пространства в пределах территории являются местными областями питания, о чем свидетельствует соотношение пьезометрических уровней водоносных горизонтов и комплексов по скважинам режимной сети в ненарушенных эксплуатацией условиях: снижение пьезометрических уровней происходит по мере увеличения глубины залегания водоносных горизонтов. Дренирующими системами являются долины рр. Неман, Лососна, Гожка и других притоков.

В естественных (не нарушенных техногенной деятельностью условиях) качество подземных вод определяется условиями их формирования, взаимодействия с водовмещающими породами и взаимосвязью с водами поверхностных водотоков и водоемов. При формировании химического состава подземных вод отдельных водоносных горизонтов определяющими

Тимофеев Антон Викторович, научный сотрудник РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов».

Калинин Михаил Юрьевич, д.т.н., директор РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов».

Беларусь, 220086, г. Минск, ул. Славинского, 1, кор. 2.

природными факторами являются физико-химическое взаимодействие воды с вмещающими породами различного литологического состава и структуры, расположение областей питания и разгрузки, состав воды, поступающей в водоносный горизонт из различных источников питания. В свою очередь, источниками питания подземных вод зоны активного водообмена в исследуемом районе являются атмосферные осадки, просачивающиеся через зону аэрации, перетекание воды из выше и ниже залегающих водоносных горизонтов через слабопроницаемые слои и литологические окна, поверхностные воды.

Антропогенное влияние на подземные воды нарастало постепенно по мере развития и интенсификации промышленности и сельского хозяйства, роста городских и расширения урбанизированных территорий. Своего апогея этот процесс достиг в последние годы. Сегодня техногенное воздействие во многих случаях является определяющим при формировании качества подземных вод. Степень этого воздействия во многом зависит от естественной защищенности водоносных горизонтов и комплексов.

В настоящее время хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Гродно осуществляется за счет использования подземных вод тремя групповыми водозаборами – «Гожка», «Пышки», «Чеховщина» (из более 90 артезианских скважин) (рис. 1). Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются водоносные горизонты сеноманских, оксфордских отложений и частично березинско-днепровских, глубина залегания подземных вод составляет от 198 до 302 м.

В ненарушенных условиях в исследуемом районе в зоне активного водообмена сформировались подземные воды, использование которых без предварительного улучшения возможно для многих целей, включая питьевое водоснабжение. Исключение составляет содержание железа, превышающее допустимые нормы для хозяйственно-питьевых целей в несколько, а во многих случаях – в десятки раз. При этом повышенное содержание железа наблюдается практически во всех водоносных горизонтах зоны активного водообмена как по их простиранию, так и по глубине.

Минерализованные воды зоны затрудненного водообмена, залегающие на значительных глубинах и не имеющие прямой связи с атмосферой, надежно защищены от антропогенного воздействия многометровой толщей пород зоны активного водообмена. Однако все возрастающие объемы их использования для бальнеологических целей создают предпосылки для возможного проникновения в них загрязнений с поверхности: через эксплуатационные скважины при ненадежной или некачественной их конструкции, а также при выводе из эксплуатации без ликвидационного тампонажа.

Экологическое состояние водных ресурсов оценивается изменениями их гидрохимических, санитарно-гигиенических и радиационных свойств по сравнению с естественными или фоновыми. Величины допустимых изменений определяются целевым использованием воды. В каждом конкретном случае могут разрабатываться свои нормы и пределы. При этом имеется в виду, что пресные подземные воды используются для хозяйственно-питьевых целей, орошения, водопоя скота и, в меньшей степени, для технических нужд; минерализованные подземные воды применяются для бальнеологических целей. В данной статье рассматривается состояние пресных подземных вод в исследуемом районе с точки зрения их пригодности для хозяйственно-питьевых нужд.

Качество водных ресурсов, включая подземные воды, используемых централизованными хозяйственно-питьевыми системами водоснабжения, а также подаваемых одновременно для питьевых, хозяйственных, технических и коммунально-бытовых целей, определяется показателями химического и бактериального состава, а также органолептических свойств. Нормы допустимых воздействий оцениваются предельно-

допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ, значения которых установлены санитарными органами и регламентируются СанПиН 10-124 РБ 99. Качественный состав подземных вод в исследуемом районе оценивается по сравнению с фоновыми содержаниями химических веществ. В качестве фоновых показателей использованы работы Института геохимии и геофизики Национальной академии наук Беларуси [7].

Качественное состояние подземной гидросферы в районе существенно различается для грунтовых и межпластовых вод. Это обусловлено различной степенью их защищенности от поверхностного загрязнения. Грунтовые воды на всей территории района практически незащищены от проникновения в них загрязняющих веществ. Особенно это проявляется в пределах речных пойм, первых и, частично, вторых надпойменных террас. Также незащищенным является и первый от поверхности напорный четвертичный (березинско-днепровский) горизонт. Более защищенные участки в пределах распространения днепровской морены носят относительный, условный характер. Эксплуатационные водоносные горизонты коренных пород защищены локальными водоупорами и на всей территории перекрыты четвертичными образованиями. Поэтому загрязнители с поверхности, прежде чем проникнуть, например, в палеогеновый горизонт, должны попасть в практически незащищенные грунтовые воды, затем – в березинско-днепровский горизонт. Очевидно, что с учетом процесса разбавления концентраций проникающих веществ существенное повышение их содержания в межпластовых водах может проявиться только при значительном количестве их поступления. И в большинстве случаев загрязнение эксплуатационных горизонтов имеет локальный характер.

Химический состав пресных подземных вод определяется наличием макрокомпонентов, содержащихся в количестве единиц, десятков и сотен мг/дм³ и микрокомпонентов, встречающихся в очень малых количествах и редко достигающих содержания 1-5 мг/дм³. К макрокомпонентам относятся хлориды, сульфаты, бикарбонаты, натрий, магний, кальций и калий. Их относительное содержание определяет принадлежность воды к тому или иному гидрохимическому типу. К микрокомпонентам относятся: бром, йод, фтор, литий, стронций, медь, радий, уран, а также другие элементы и их соединения. Промежуточное положение между макро- и микрокомпонентами занимают нитраты, нитриты, железо, сульфиды, органические вещества, количество которых в подземных водах может быть существенным.

Грунтовые воды на большей части изучаемого района (за исключением крупных участков лесной растительности, на которую оказывается минимальное хозяйственное воздействие) в той или иной степени загрязнены.

Наблюдения за качеством подземных вод на групповых водозаборах г. Гродно осуществляются водопользователем (ГУКПП «Гродноводоканал»), Гродненским городским центром гигиены и эпидемиологии (ГГЦГиЭ) и Центральной гидрогеологической партией «Белорусская гидрогеологическая экспедиция». В сельской местности контроль за качеством воды в одиночных водозаборных скважинах осуществляет Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья (ГОЦГиЭОЗ). Контроль качества воды в шахтных колодцах возложен на районную санитарно-эпидемиологическую станцию.

По данным химических анализов подземные воды эксплуатируемых водоносных горизонтов на групповых водозаборах г. Гродно, преимущественно магниевые-кальциевые и кальциево-магниевые, гидрокарбонатные натриево-магниевые, гидрокарбонатные магниевые-кальциево-натриевые и хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциево-магниевые. Воды пресные с сухим остатком, колеблющимся от 164 до 406 мг/дм³. По основным показателям качество воды соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99. Исключение составляет

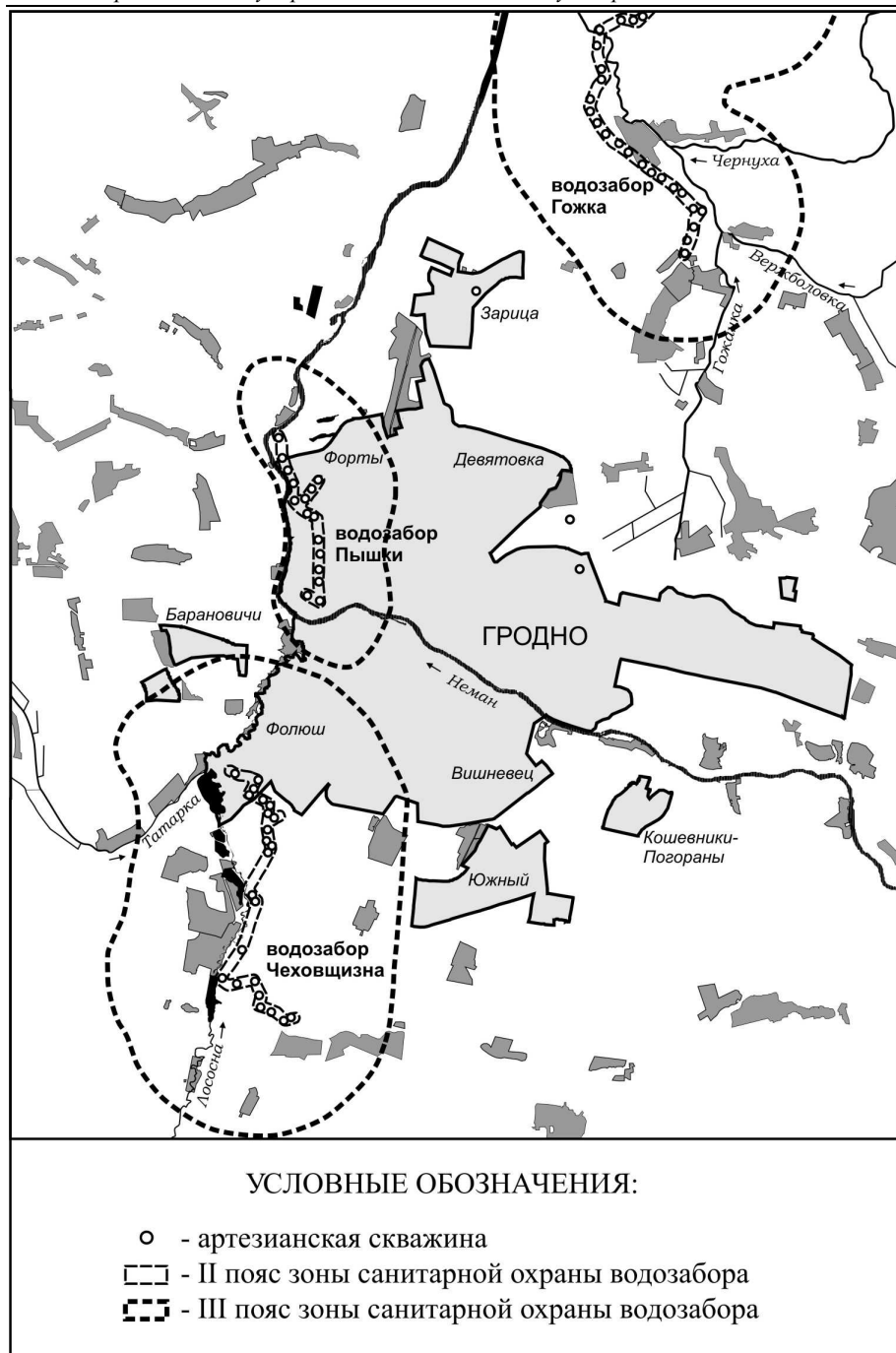


Рис.1. Схема расположения водозаборов г. Гродно

повышенное содержание железа в большинстве проб (до $3,24 \text{ мг/дм}^3$ при нормативе $0,3 \text{ мг/дм}^3$) на водозаборе «Гожка». Фактическое содержание фтора ($0,20-0,42 \text{ мг/дм}^3$) ниже требуемых норм ($0,7-1,5 \text{ г/дм}^3$). Такое содержание железа и фтора обусловлено исключительно природными факторами. Реже отмечается повышенное содержание марганца (до $1,2 \text{ мг/дм}^3$ – водозабор «Пышки»). Отмечается повышенная мутность (до $11,1 \text{ мг/дм}^3$) на водозаборе «Чеховщизна».

В ходе исследований установлено, что каких-либо существенных изменений за многолетний период, как сухого остатка, так и основных компонентов, не наблюдается. Некоторые изменения величин не носят закономерного характера и обусловлены, очевидно, сезонными колебаниями. Практически за многолетний период содержание макро- и микрокомпонентов близко к естественному фону.

стью воды в колодцах.

Содержание нитратов в грунтовых водах шахтных колодцев колеблется от $6,6$ до 318 мг/дм^3 (ПДК СанПиН 10-124 РБ 99 – 45 мг/дм^3), хлоридов – $22,5-197,4 \text{ мг/дм}^3$ (ПДК – 350 мг/дм^3) и сульфатов – $28,86-144 \text{ мг/дм}^3$ (ПДК – 500 мг/дм^3). Нередко отмечается повышенное микробиологическое загрязнение, что требует проведения дезинфекции. Санитарные службы рекомендуют использовать практически все колодцы в пределах городской застройки только для полива и категорически запрещают использовать такую воду в питьевых целях.

Выводы

Оценивая качество грунтовых вод данного района в аспекте возможного загрязнения поверхностных вод, следует в первую очередь обратить внимание на очень высокое содер-

Подземные воды водоносного безрезинско-днепровского водно-ледникового комплекса, которые эксплуатировались двумя скважинами на водозаборе «Пышки» (ныне одна находится в резерве и не работает), гидрокарбонатные магниево-натриевые и гидрокарбонатные натриевые, с сухим остатком $302-350 \text{ мг/дм}^3$.

Подземные воды перекрывающих отложений, являющиеся питающими для вод эксплуатируемого водоносного горизонта, преимущественно гидрокарбонатные магниево-кальциевые, реже – гидрокарбонатные кальциево-магниево-хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-магниево-хлоридные натриево-кальциевые с сухим остатком $92-298 \text{ мг/дм}^3$. Поскольку эти воды являются источником формирования эксплуатационных запасов подземных вод эксплуатируемого водоносного оксфордского и альбсеноманского терригенно-карбонатного горизонта, они в перспективе могут быть источником загрязнения вод последнего.

Можно констатировать, что в настоящее время следов антропогенного загрязнения в напорных водах основных эксплуатационных горизонтов в районе г. Гродно не наблюдается.

Иная ситуация наблюдается в горизонте грунтовых вод. Результаты опробования грунтовых вод, вскрываемых колодцами, свидетельствуют о том, что для них практически повсеместно характерны высокие уровни антропогенного загрязнения. По сравнению с естественным геохимическим фоном грунтовых вод [7] (т.е. фоном, характеризующим грунтовые воды на территориях, испытывающих минимальные антропогенные нагрузки – особо охраняемые природные территории, крупные лесные массивы) воды колодцев отличаются высоким содержанием практически всех компонентов химического состава. Лишь содержание железа ниже среднефонового, что связано с хорошей аэрируемо-

жание в опробованных грунтовых водах таких продуктов разложения органических и минеральных удобрений, как азот, фосфор и калий. Содержание нитратов составляет в пределах города 98-196 мг/дм³ и только в пос. Лососна (пригород г. Гродно) оно значительно ниже – 6,6 мг/дм³. Аналогичная ситуация с калием: в городе от 6,8 до 98,0 мг/дм³, а в пос. Лососна – 2,1 мг/дм³ (при среднефоновом содержании 1,2 мг/дм³). Содержание фосфатов в воде – значительно, их концентрации достигают 1,0-17,4 мг/дм³, минимальные значения составляют 0,12-0,24 мг/дм³.

Поступление в поверхностные водоёмы грунтовых вод, богатых такими продуктами разложения органических и минеральных удобрений, как натрий, фосфор и калий приводит к их активному эвтрофированию. Наиболее интенсивные антропогенные нагрузки испытывают небольшие водотоки. В питании таких крупных рек как Неман более значительную роль играет разгрузка надморенных вод, имеющих, как было отмечено выше, хорошее качество.

В ходе работы по ТерКСОС был разработан перечень водоохраных мероприятий, которые были переданы в органы исполнительной власти г. Гродно.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Калинин М.Ю. Территориальные комплексные схемы охраны природы и экологическая безопасность населения // Проблемы развития Республики Беларусь в контексте экологической безопасности – Мн.: НЦСИ Восток-Запад, 1994. – С. 86-87.
2. Калинин М.Ю., Писарик М.А., Полторжицкая О.В. Эколого-гидрогеологические карты Речицкого и Гомельского районов // Геоэкологическое картографирование Белару-

си: состояние и перспективы: Тез. докл. науч.-практич. конф. / БелНИГРИ. - Минск, 1994. – С. 43.

3. Калинин М.Ю. Территориальный подход при решении комплекса экологических проблем // Развитие географии Беларуси: итоги, проблемы, перспективы: Тез. докл. науч. конф., посвящ. 60-летию географ. факультета / БГУ. – Мн., 1994. – С. 125-126.
4. Писарик М.А., Калинин М.Ю., Полторжицкая О.В. Методика составления эколого-гидрогеологических карт при разработке ТерКСОП // Геоэкологическое картографирование Беларуси: состояние и перспективы: Тез. докл. науч.-практич. конф., 4-5 октября 1994 г. / БелНИГРИ. – Мн., 1994. - С. 50.
5. Калинин М.Ю. ТерКСОС - как документ для принятия решений по управлению экологическим состоянием территории // Разработка территориальных комплексных схем охраны окружающей среды - важнейший этап в решении экологических проблем: Тез. докл. науч.-практич. семинара / БелНИЦ "Экология" - Минск, 1994. - С. 81-84.
6. Калинин М.Ю., Писарик М.А. Экологическое состояние подземных вод отдельных городов и районов Беларуси // Минерально-сырьевая база Республики Беларусь: состояние и перспективы: Тез. докл. науч.-техн. конф., посвященной 70-летию БелНИГРИ, 15-17 окт.1997 г. / ИГ НАН Беларуси. - Минск, 1997. - С. 236-238.
7. Пашкевич В.И., Шелухин С.В. Оценка естественного геохимического фона подземных вод четвертичных отложений Беларуси. // Материалы науч.-технич. конф. «Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси (20-24 мая 1996 г., г. Минск). – Мн.: ЦНИИКИВР, 1996. Т. 2. – Вып. 2, доп. – С. 63-65.

Статья поступила в редакцию 08.01.2007

УДК 550.4:556.388.2

Шкарубо А.Д.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДСКОЙ УСАДЕБНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Введение

По сравнению с другими видами моделирования антропогенных, а также природных ландшафтов, биогеохимическое и гидрологическое моделирование городских территорий сопряжено с рядом специфических проблем, в первую очередь связанных с повышенной интенсивностью и разнообразием форм техногенных воздействий [1]. Если геохимические и гидрологические аспекты функционирования геосистем многоэтажных селитебных, промышленных и транспортных территорий (в т.ч. их сочетаний и производных) достаточно хорошо освещены в научной литературе [2, 3], то на городскую усадьбную застройку (индивидуальная одноэтажная, «частный сектор») обращалось гораздо меньшее внимание. В то же время к данному виду застройки, занимающему в областных центрах Беларуси до 30% территории, приурочен ряд опасных воздействий на окружающую среду, по масштабам, выходящим далеко за пределы самих усадьбных территорий [4, 5]. В первую очередь это загрязнение почвенного покрова, поверхностных и подземных вод, вызванное использованием печной золы в качестве удобрения (либо ее помещением на проезжую часть), интенсивным внесением других видов органических и минеральных удобрений, утечкой горюче-смазочных материалов, средств бытовой химии, а также других химических продуктов, связанных с

функционированием усадьбных хозяйств.

Фундаментальной проблемой, усиливающей последствия указанных видов воздействий по сравнению, например, с многоэтажными селитебными территориями, является незначительная охваченность массивов усадьбной застройки системами бытовой канализации. В результате, весь поток техногенного вещества, генерируемого в индивидуальных домохозяйствах, поступает непосредственно в окружающую среду. Особую остроту проблема химического загрязнения территорий усадьбной застройки принимает в связи с существующей практикой выращивания на приусадебных участках сельскохозяйственной продукции (зачастую также выпаса коз на прилегающих территориях), в том числе и на продажу. Поскольку массивы индивидуальной застройки во многих случаях также подвержены воздействиям «внешних» источников загрязнения воздушного бассейна (промышленность, транспорт), данная продукция может не удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям, что создает дополнительный риск здоровью населения, активно вовлеченного в местные биогеохимические циклы.

Приведенные тезисы позволяют сформулировать следующие актуальные проблемы исследования окружающей среды усадьбных территорий:

Шкарубо Антон Дмитриевич, научный сотрудник РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов».

Беларусь, 220086, г. Минск, ул. Славинского, 1, кор. 2.