

НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЗАСТРОЙКИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

THE NEED TO ACCOUNT GEOLOGICAL FACTORS WHEN PLANNING THE DEVELOPMENT OF URBANIZED TERRITORIES

М. Ю. Калинин
M. Kalinin

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
kamu@tut.by
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Городская среда должна быть комфортной и безопасной для людей. Следовательно, важное значение имеют учет естественных природных факторов, а также мероприятия по снижению отрицательных природных и техногенных факторов. В докладе рассмотрен один из природных факторов – геопатогенные зоны, отрицательно влияющие на биологические объекты, в том числе и на здоровье человека.

The urban environment should be comfortable and safe for people. That is why it is important to take into account natural factors, as well as measures to reduce negative natural and man-made factors. The report considered one of the natural factors – geopathic zones that adversely affect biological objects, including human health.

Ключевые слова: природные факторы, урбанизированные территории, радон, здоровье население.

Keywords: natural factors, urbanized areas, radon, public health.

Среда обитания человека формируется благодаря действию многих факторов, среди которых выделяются следующие: абиотические, биотические и антропогенные. Абиотические факторы характеризуют так называемую «неживую природу» – климатические и геологические условия, биотические – живую природу и антропогенные факторы – создаваемые непосредственно человеком. Для создания благоприятных условий для жизни и трудовой деятельности городская среда должна тщательно изучена и оценена с помощью количественных и качественных показателей. При необходимости она подлежит корректировке при создании территориальной комплексной схемы охраны окружающей среды (ТерКСОС), которая является одной из основ генерального плана населенного пункта [1].

Ниже рассмотрен один природный (геологический) фактор – геопатогенные зоны (ГПЗ), связанные с тектоническими разломами. ГПЗ оказывают разрушающее воздействие на здоровье человека, электронные устройства, растения и животные. Последствия нахождения в такой зоне – заболевание раком, повышенная психическая напряженность людей, травматизм, аварийность на автомобильных и железнодорожных дорогах, сбои в работе электронных устройств. Одним из индикаторов геопатогенных зон является радиоактивный газ радон – естественный продукт распада уранового ряда [2; 3]. Радон был открыт в 1900 г. немецким ученым Ф. Дорном и английским физиком Э. Резерфордом. Этот газ дает три четверти годовой индивидуальной дозы облучения человека. При воздействии на кожу радон практически безвреден и это используется при радоновых ваннах. Но если распад атома радона происходит в легких, то воздействие тяжелой альфа-частицы в десятки раз превосходит поражающий эффект от бета-частицы и гамма-кванта. Поэтому даже при небольших его концентрациях в воздухе (до 25 Бк/м³) он может способствовать образованию рака верхних дыхательных путей (причем радон занимает второе место после курения в качестве причины рака легких). Радон – бесцветный газ, без вкуса и запаха, в 7,5 раз тяжелее воздуха. В природе он встречается в двух формах: радон-222 и радон-220. При его распаде образуются изотопы полония-244 и свинца-210, излучающие бета-частицы.

Систематическое изучение этого газа началось с 80-х гг. XX в. в США, Швеции, Великобритании, Германии, Бельгии, Италии и других странах, где исследования проводились в зданиях и подземных водах. Радоновые исследования также начали проводиться в СССР, продолжаться в СНГ, в том числе в Беларуси и Украине [3–5]. Согласно исследованиям, вклад радона в облучение населения составляет 40 %. Поступление радона в жилые и производственные помещения, связанное с горными породами в основании зданий, составляет около 70 % всего радона, находящегося в воздухе помещений.

Радиоактивность территории зависит от радиоактивности залегающих здесь горных пород, поэтому содержание радона в почвенном воздухе (ПВ) может колебаться от единиц до сотен Бк/м³. В процессе эманирования (т. е. выделения радиоактивных изотопов радона из твердых веществ) из пород, радон переходит в воздух и легко растворяется в природных водах. Далее миграция радона происходит либо в газообразном, либо в растворенном состоянии. Количество мигрирующего радона зависит от его концентрации в породах и величины эманирования. Повышенным эманированием характеризуются рыхлые и сильно трещиноватые породы. Эманирование из рыхлых пород может достигать 50 %. Постоянное выделение почвенного радона в атмосферный воздух происходит благодаря значительной разности концентраций радона в ПВ (до 6–7 Бк/дм³) и в атмосферном воздухе (около 4,4·10⁻³ Бк/дм³).

Хорошая растворимость радона в воде приводит к его миграции вместе с природными (поверхностными и подземными) водами. Повышенная миграция радона наблюдается в зонах, связанных с трещинной тектоникой. До последнего времени глубинным тектоническим разломам Земли повышенное внимание уделяли лишь геологи. Радон, скапливающийся в ПВ над ураносодержащими горными породами в зонах тектонических разломов, может создавать газовые ореолы ураганных значений. Таким образом, концентрации и направление миграции радона зависят от геологического строения территории.

Первые сведения о наличии радона на геологических объектах Беларуси получены белорусским учеными в Дятловском и Мостовском р-нах Гродненской обл. Здесь были обнаружены подземные воды с высоким содержанием радона – 665–870 Бк/дм³. В 1984 г. в этой же области были зафиксированы повышенные значения радона в почвенном воздухе, в 5–6 раз превышающие фоновые. Аномальные распределения радона в почвенном воздухе были обнаружены также и в пределах Воложинского грабена в 1994 г. институтом физики земли РАН [4; 5]. В 1994–1996 гг. высокие содержания радона в ПВ выявлены ПО «Белгеология» на Скидельском, Рогачевском, Горещко-Шкловском участках – от 20 000 до 40 000 Бк/м³. Все указанные проявления радона были связаны с зонами тектонических разломов.

Изучение содержания радона в атмосферном воздухе и воздухе помещений в республике проводилось автором с 1992 г. совместно с другими учеными из ООО «Экозон» (Г. Г. Козловой, С. И. Родькиным) и ПО «Белгеология» (А. П. Стародубцевой) Исследования были проведены в Минске, Минской обл., а также в населенных пунктах Гомельской и Могилевской обл. Ниже приведены результаты исследований под руководством автора на территории средних по величине городов Беларуси – Речице, Мозыре и Барановичах.

Город Речица был выбран для изучения газа радона не случайно. Причиной таких исследований послужили данные по анализу заболеваемости и смертности населения, проведенные в рамках ТерКСООС. Анализ данных детской заболеваемости по 23 педиатрическим заболеваниям показал, что заболеваемость детей в возрасте до 14 лет на педиатрических участках 11, 12, 20 и 21 в 1992 г. составила в среднем 500,8 из 1000 человек, при этом на педиатрическом участке 7 заболеваемость была выше на 20 %. Анализ смертности от бронхолегочных заболеваний в период 1989–1993 гг. показал, что территории вышеперечисленных педиатрических участках занимают «лидирующее» положение и они не связаны с зонами максимального «техногенного загрязнения» в городе от промышленных предприятий и автотранспорта. Смертность на этих участках в этот период превышала этот показатель на 72 % по сравнению с другими участками. Наиболее высокий показатель смертности имеет участок 19 в микрорайоне 4. Следует отметить еще одну особенность, связанную с сезоном года. Максимальные значения смертности приходились на зимний и весенний период. Чем объяснить подобные аномальные площадные и временные изменения предстояло выяснить. В качестве гипотезы была выдвинута версия, что повышенная заболеваемость и смертность связаны с геопатогенными зонами. Для их изучения в качестве индикатора был выбран радиоактивный газ радон.

Для измерения концентраций газа радона использовалось устройство, разработанное в лаборатории физикохимии полимерных материалов и природных органических соединений научно-исследовательского института прикладных физических проблем им. А.Н. Савченко (НИИ ПФП) Белорусского государственного университета (БГУ). Устройство для измерения радона (УИР) позволяло измерять концентрацию радона-222 в воздухе в пределах 0,5–10⁴ Бк/м³. Устройство было аттестовано в Центре метрологии ионизирующих излучений НПО «ВНИИФТРИ» Госстандарта России по заказу Минской эколого-технологической ассоциации и Минского городского центра гигиены и эпидемиологии.

Исследования содержания газа радона в воздухе на улице, в помещениях и подвалах различных районов Речицы проведены в декабре 1993 гг. В городе обнаружены 37 геопатогенных зон с размерами от 0,25 до 4,6 км², из которых выбраны 14 в качестве контрольных. В них утром и вечером ежедневно на протяжении месяца С. И. Родькиным проводились замеры концентраций радона. Точки располагались на территории вышеперечисленных педиатрических участков как на улице, так и в помещениях. Исследования показали, что концентрации радона не являются постоянными, а подвержены резким колебаниям. На территории 4 микрорайона ГПЗ «активна» два раза в неделю (вторник и пятницу). Такая же цикличность наблюдается в центре города около дворца нефтяников и в районе больницы. На открытом воздухе были зафиксированы концентрации от 5 до 75 Бк/м³, а в помещении от 15 до 250 Бк/м³. В дни с высоким содержанием радона (вторник, среда, пятница) над городом висит серый туман. В субботу и в воскресенье ГПЗ, как правило, были «не активны».

На основании замеров можно сделать вывод, что активность ГПЗ происходит с периодичностью. Во время активности ГПЗ концентрация радона на открытом воздухе возрастает в 3–10 раз, а в помещении в десятки и даже сотни раз. Длительное воздействие ГПЗ в помещениях способствуют накоплению радионуклида свинца-210. Результаты исследований ученых были переданы администрации г. Речица для корректировки генерального плана города и проведения инженерных мероприятий по снижению концентраций газа радона в помещениях.

На территории г. Мозыря кристаллический фундамент залегает на глубине 4605 м. В геоструктурном плане территория города расположена в пределах Припятского прогиба, в районе Петриковско-Хойникской зоны осевых погруженных выступов. Данная территория относится к потенциально опасной по радонопроявлению, что связано с региональными разломами.

Методика исследований включала: изучение концентраций газа радона в почвенном воздухе (ПВ) в области региональных тектонических разломов; изучение концентраций газа радона в атмосферном воздухе отдельных улиц и помещений в Мозыре и Мозырском р-не.

Радонометрические исследования в ПВ были выполнены ПО «Белгеология» аппаратурой РГА-500 по предварительно намеченным профилям. Профили располагались так, чтобы пересечь тектонические разломы. Точки измерения располагались на расстоянии 100–200 м друг от друга, а при обнаружении повышения концентраций радона – это расстояние сокращалось до 25 м. Радонометрия проводилась на 5 профилях общей протяженностью 7,1 км, пересекающих региональные тектонические разломы. Фоновые содержания радона в ПВ по профилям менялись от 3000 до 4000 Бк/м³. Содержание радона в ПВ со значениями менее 2000 Бк/м³ было отмечено в пониженных увлажненных участках рельефа и на торфянистых почвах. Полученные данные по содержанию газа радона в ПВ соответствуют периоду с максимальной влажностью почво-грунтов, при котором фиксируются, как правило, заниженные значения излучения радона. То есть в сухой период значения концентраций газа радона на этих участках будут выше. На западной окраине города прослежен разлом северо-западного направления, пересекающий изучаемую территорию с юго-востока на северо-запад в районе котельной микрорайона Мозырского нефтеперерабатывающего завода, бульвара Юности, улиц Припыцкого, Нефтестроителей, Шоссейной и по восточной окраине населенного пункта Дрозды. Содержание радона в ПВ над этим разломом изменяется от 20 000 до 46 000 Бк/м³ в наиболее активной его части, составляющей по ширине 250 м, до 9000–18 000 Бк/м³ в зоне шириной 50–400 м. Таким образом, общая ширина зоны с повышенными концентрациями газа радона достигает 650 м. Был изучен также разлом, пересекающий территорию Мозыря с юго-запада на северо-восток в направлении станции Наровщизны, через микрорайон Молодежный, вдоль бульвара Юности и улицы Пролетарской, через улицы Нежнова, Куйбышева, Пролетарская к пойме реки Припять. Активность этого регионального тектонического разлома по радонсодержанию в почвенном воздухе достигает 27 450 Бк/м³. Зона его проявления по ширине составляет 50–100 м.

Измерения объемной активности радона в атмосферном воздухе помещений и на улицах города проводились автором и сотрудником ЗАО «Радонконтроль» с помощью профессионального радон-монитора AlphaGUARD, прошедшего калибровку в 15 странах мира и государственную сертификацию в Беларуси.

По согласованному (с местными специалистами из горисполкома, а также из горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды) списку объектов обследования приоритет отдавался детским дошкольным учреждениям, школам, средним учебным заведениям, жилым домам, а также отдельным административным зданиям. Целью обследования не ставилось изучение каждого дома в городе, а лишь изучение тенденций и закономерностей распределения концентраций газа радона вблизи региональных тектонических разломов и на удалении от них.

В связи с этим примерно половина контрольных точек располагалась в зоне «влияния» разломов, а также в местах их пересечения. Как и следовало ожидать, вблизи разломов даже в атмосферном воздухе на улице прибором на уровне 1 м над землей фиксировались повышенные по сравнению с фоновыми значениями концентрации радона (например, на ул. Припыцкого, 25 объемная активность радона составила 37 Бк/м³).

В подвальных помещениях, в зависимости от степени изоляции пола и качества проветривания, значения концентраций радона были в 2–10, а в отдельных случаях и в 100 раз выше, чем на улице.

С геологической точки зрения следует признать не совсем удачным расположение в плане городской застройки Мозыря микрорайона Молодежный, так как он расположен на пересечении активных глубинных тектонических разломов. Жители этого микрорайона уже испытывают отрицательное влияние этих разломов. Здесь отмечается высокая детская заболеваемость. В подвальных помещениях контрольными замерами отмечены повышенные по сравнению с фоном концентрации радона (в общежитии № 13 – 58 Бк/м³, а в общежитии МНПЗ – 106 Бк/м³). В этих общежитиях наблюдалась различная проветриваемость подвалов и степень изоляции полов на первых этажах.

Активные региональные тектонические разломы оказывают отрицательное воздействие на население, живущее и работающее в зданиях, расположенных в зоне их «влияния». Это иллюстрируется замерами, выполненными в подвальных помещениях гостиницы Припять, где в одной из комнат при хорошей изоляции пола (сплошной бетон и сверху керамическая плитка) концентрация радона составила 67 Бк/м³, а в другой комнате, где изоляция бетонного пола нарушена, концентрация радона была 192 Бк/м³. Хорошая изоляция пола в подвальных помещениях и на первых этажах в большинстве обследованных зданий не позволяет накапливаться радону в концентрациях выше установленных санитарных норм (100 Бк/м³).

Помимо региональных тектонических разломов, на территории Мозырского района существуют локальные (местные) тектонические разломы. Кроме того, как отмечалось выше, моренные отложения также могут генерировать повышенные концентрации газа радона. Это подтвердилось зафиксированными значительными концентрациями радона в атмосферном воздухе подвальных помещений и 1-х этажей зданий, находящихся довольно-таки далеко от активных региональных разломов. Примером может служить здание Мозырского горисполкома, где в одном подвальном помещении концентрации газа радона составили 250 Бк/м³, а в другом подвальном помещении – 652 Бк/м³.

Следующим примером служит здание школы в деревне Борборов, где отсутствует подвальное помещение. Деревянный пол не может надежно защитить от газа радона школьников и учителей на 1-м этаже. Здесь зафиксированы концентрации радона 160 Бк/м³. В деревне Криничное в подвале детского сада концентрация радона составила 110 Бк/м³, а подвале жилого дома № 5 по ул. Широкой – 106 Бк/м³. Неблагоприятная обстановка сложилась в деревне Бобренята, в полуподвальном помещении школы, где размещена столовая. Были отмечены концентрации радона до 128 Бк/м³. С результатами измерений были ознакомлены руководители этих учреждений, выполнены профилактические мероприятия, которые позволили резко сократить поступление радона в помещения.

Следует учитывать, что проконтролированы только региональные разломы, но, исходя из геоструктурной характеристики района, кроме региональных разломов, может иметь место и сеть локальных тектонических на-

рушений, также создающих радоновое поле. Для изучения локальных тектонических нарушений должны быть проведены дополнительные специальные исследования.

Необходимо также отметить, что не все существующие глубинные тектонические разломы являются активными. Об этом свидетельствуют проведенные в том же году исследования в городах Барановичи и Жлобин, где тектонические разломы генерируют невысокие концентрации радона.

В геоструктурном плане г. Барановичи расположен на южном склоне Белорусской антеклизы [3; 4]. Фундамент вскрывается на глубине 180–208 м. Исследования, выполненные в 165 точках на 12 профилях общей протяженностью 9,95 км, показали, что тектонические разломы в южной части города не являются активными (содержание радона в почвенном воздухе составляет 120–810 Бк/дм³). В западной и северо-западной части города тектонические разломы более активны (1800–55 000 Бк/дм³).

В 1998 г. в Беларуси принят «Закон о радиационной безопасности населения», согласно которому исследованиям по радону придается государственное значение и при постройке зданий необходимо проводить «радоновую съемку». На государственном уровне радоновый мониторинг окружающей среды организован РКЦМ. Как отмечают белорусские геологи, потенциально радонобезопасные участки занимают только 8 % территории страны. Остальные территории характеризуются различной степенью радоноопасности, поэтому ими рекомендуется проводить на этих участках постоянный мониторинг. В связи с этим ими совершенно правильно предлагается разработать программу «Радон», ввести чтение соответствующих спецкурсов в вузах, повысить информированность населения и органов власти через средства массовой информации о наиболее радоноопасных территориях и мерах по минимизации неблагоприятного влияния радоновых аномалий на человека [4]. Следует также подчеркнуть, что до сих пор отсутствуют карты радоноопасности по административным районам, нет подобных карт и для населенных пунктов (за исключением гг. Мозырь, Речица, Жлобин, Барановичи, для которых эти карты были созданы автором в период разработки ТерКСОС). Проблема существует, до конца не решена и требуется вновь на нее обратить внимание и продолжить начатые исследования по всем городам и населенным пунктам.

В заключении хотелось предложить, чтобы на месте уже обнаруженных мест выходов газа радона градостроители не осуществляли жилую и промышленную застройку, а отводили эти участки под газоны или декоративные пруды. Пруды будут растворять газ радон в воде и препятствовать его распространению в воздушной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин, М. Ю. Временные методические рекомендации по разработке территориальных схем охраны окружающей среды / под ред. В. Р. Ваакса, Ч. А. Романовского, А. В. Кудельского, В. М. Бурака, М. Ю. Калинина // БелНИЦ «Экология». – Минск. – 1994. – 53 с.
2. Публикация 115 МКРЗ. Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. – М., 2013. – 92 с.
3. Калинин, М. Ю. Природные радионуклиды и здоровье населения / М. Ю. Калинин // Европа – наш общий дом: экологические аспекты. – Минск, 2000. – С. 261–269.
4. Матвеев, А. В. Радон в геологических комплексах Беларуси / А. В. Матвеев, А. К. Карабанов, М. И. Автушко. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 136 с.
5. Губин, В. Н. Активные зоны Беларуси: взгляд из космоса / В. Н. Губин // Родная природа. – 2015. – № 12. – С. 12–15.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

ELECTROCHEMICAL WASTEWATER TREATMENT OF THE TEXTILE INDUSTRY

Е. Ю. Куршина, С. А. Мирзалимова, А. А. Стрижевская
E. Kirshina, S. Mirzalimova, A. Strijevskaya

*Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий
при Госкомэкологии Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан
suvgeo.fh-lab@mail.ru*

*Research Institute of Environment and Environment Protection technologies under the State Committee
for Ecology of Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan.*

Приведены результаты очистки сточных вод текстильного предприятия в электролизере с нерастворимыми анодами и разделением электродных пространств инертной мембраной. Определено влияние времени, плотности тока, концентрации хлористого натрия, начальной концентрации красителей на процесс электрохимической деструкции. Разработанная технология позволяет обеспечить эффективность разрушения красителей и органических веществ, необходимую для получения качества воды соответствующего нормам сброса в городскую канализацию и уменьшить расходы на очистку воды за счет отсутствия реагентного хозяйства, отстойников и обезвоживающего оборудования.