

2. Maslennikov P.V. Response of sea pea (*Lathyrus maritimus* bigel.) antioxidant system to effect of cadmium ions. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2013; (11-1): 67–70. (in Russian)
3. Fazlieva E.R., Kiseleva I.S. Biochemical response of *Tussilago Farfara* L. from natural habitats with different level of anthropogenic pollution to copper excess in environment. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki*. 2011; (3): 246–56. (in Russian)
4. Li T.K., Lu L.L., Zhu E., Gupta D.K., Islam E., Jang H.E. Antioxidant system in roots of *Sedum Alfreidii* from two contrast ecotypes by elevated concentrations of zinc. *Fiziologiya rasteniy*. 2008; 55(6): 886–94. (in Russian)
5. Kornilov A.L. *Biochemical indexes and heavy metals concentration in the plants of Tyumen pond coastline by anthropogenic contamination*: Diss. Tyumen'; 2014. (in Russian)
6. Mukatanov A.Kh. *Problems of Evolution and Regionalization of Soil Cover Republic Bashkortostan [Voprosy evolyutsii i rayonirovaniya pochvennogo pokrova Respubliki Bashkortostan]*. Ufa: Gilem; 1999. (in Russian)
7. *Method of Assessment Heavy Metals Concentration in Ashes of Plants [Metodika opredeleniya soderzhaniya tyazhelykh metallov v zole rasteniy]*. Moscow: Vysshaya shkola; 1990. (in Russian)
8. Shul'gin I.A., Nichiporovich A.A. Chlorophyll. In: Shul'gin I.A., Nichiporovich A.A. *Calculation of Pigments Concentration with the Help of Nomogram [Raschet soderzhaniya pigmentov s pomoshch'yu nomogram]*. Minsk: Nauka i tekhnika; 1974: 127–36. (in Russian)
9. Shvedova A.A., Polyanskiy N.B. Method of assessment concentration of eventual lipid peroxidation products in tissues – fluorescent Schiff bases. In: Burlakova E.B., ed. *Research of Synthetic and Natural Antioxidants in vitro and in vivo [Issledovanie sinteticheskikh i prirodnnykh antioksidantov in vitro i in vivo]*. Moscow: Nauka; 1992: 72–3. (in Russian)
10. Fedorova A.I. *Ecology and Environmental Protection Tutorial [Praktikum po ekologii i okhrane okruzhayushchey sredy]*. Moscow: VLADOS; 2001. (in Russian)
11. Tretyakov N.N., Koshkin E.I., Novikov N.N. *Physiology and Biochemistry of Agricultural Plants [Fiziologiya i biokhimiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy]*. Moscow: Kolos; 2000. (in Russian)
12. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peruanskiy Yu.V., Lukovnikova G.A., Ikonnikova M.I. *Methods of Plants Biochemical Research [Metody biokhicheskogo issledovaniya rasteniy]*. Leningrad: Agropromizdat; 1987. (in Russian)
13. Korolyuk M.A., Ivanova L.I., Mayorova N.O., Tokarev V.E. Method of catalase activity assessment. *Laboratornoe delo*. 1988; (1): 16–9. (in Russian)
14. Lakin G.F. *Biometrics [Biometriya]*. Moscow: Prosveshchenie; 1980. (in Russian)
15. Kabata-Pendias A., Pendias H. *Trace Elements in Soils and Plants*. Boca Raton: CRC Press, inc; 1984.
16. Petukhova G.A. *Mechanisms of Organisms Tolerance to Environmental Oil Pollution [Mekhanizmy ustoychivosti organizmov k neflyanomu zagryazneniyu sredy]*. Tyumen': TyumGU; 2008. (in Russian)
17. Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwell V.W. *Harper's Biochemistry, 21st edition*. Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange, a Publishing Division of Prentice Hall; 1988.
18. Polevoy V.V. *Physiology of Plants [Fiziologiya rasteniy]*. Moscow: Vysshaya shkola; 1989. (in Russian)

Поступила 14.01.16
Принята к печати 13.05.16

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.77:628.47

Ерёмин В.Н., Решетников М.В., Шешнев А.С.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» Минобрнауки РФ, 410012, Саратов

Мониторинг окружающей среды в районах расположения полигонов захоронения отходов включает осуществление контроля за санитарным состоянием почв. Основным источником поступления загрязняющих веществ в почвы являются в том числе твердые частицы из аэрозольных выбросов от функционирования полигонов, переносимые на близлежащие территории. В пределах зон влияния трех крупнейших в Саратовской области полигонов захоронения отходов (Александровский, Гусельский в г. Саратове и Балаковский в г. Балаково) отобрано 152 пробы почв. По результатам определения в почвах концентраций валовых и подвижных форм тяжелых металлов первого (Zn, Cd, Ni) и второго классов опасности (Cu, Cr, Pb) проведен анализ коэффициентов опасности K_0 и суммарных коэффициентов загрязнения Z_c . Выполнена оценка санитарно-гигиенического состояния почв и степени опасности загрязнения. Наиболее контрастные площадные особенности распределения коэффициента опасности K_0 в почвах характерны для подвижных форм тяжелых металлов. Для всех трех изученных объектов устойчиво выделяется опасное и площадное загрязнение почв ассоциацией Ni и Cu. Опасность загрязнения почв валовыми формами тяжелых металлов минимальна. Коэффициент суммарного загрязнения Z_c превышает допустимый уровень по подвижным формам тяжелых металлов только для почв, окружающих Балаковский полигон. В зонах воздействия полигонов захоронения отходов расположены обрабатываемые земли с неблагоприятным санитарно-гигиеническим состоянием почв. В районе Гусельского объекта подвижными формами Ni и Cu опасно загрязнены почвы обрабатываемых сельскохозяйственных угодий. В окрестностях Балаковского полигона захоронения отходов значительные площади частных садоводческих хозяйств опасно загрязнены подвижными формами Ni, Cu и Zn.

Ключевые слова: почвы; полигон захоронения отходов; тяжелые металлы; Саратовское Поволжье.

Для цитирования: Ерёмин В.Н., Решетников М.В., Шешнев А.С. Влияние полигонов захоронения отходов в Саратовской области на санитарное состояние почв. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(2): 117–121. DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-2-117-121>

Eremin V.N., Reshetnikov M.V., Sheshnev A.S.

IMPACT OF WASTE LANDFILLS IN THE SARATOV REGION ON THE SANITARY CONDITION OF THE SOIL

Saratov State University, Saratov, 410012, Russian Federation

Monitoring of environment in regions of the location of waste landfills includes the implementation of the control over a sanitary condition of soils. The main origins of the spread of pollutants into soils are the solid particles from aerosol emissions from the functioning of landfills transmitted to surrounding territories. Within zones of the impact of three largest waste landfills in the Saratov region (Aleksandrovsky, Guselsky in the city of Saratov and Balakovsky in the city of Balakovo) there were taken 152 soil samples. According to results of the estimation in soil concentration of gross and motile forms of heavy metals of the first (Zn, Cd, Ni) and the second danger classes (Cu, Cr, Pb) there was performed the analysis of coefficients of danger- K_0 and total coefficients of pollution - Z_c . There was executed the assessment of both a sanitary and hygienic condition of soils and degree of danger of pollution. The most contrast areal features of the distribution of the danger coefficient - K_0 in soils are characteristic for motile forms of heavy metals. For all three

studied objects persistently there is stood out the dangerous and areal pollution of soils by association of Ni and Cu. The danger of pollution of soils by gross forms of heavy metals is minimum. The coefficient of total pollution of Zc exceeds admissible level on motile forms of heavy metals only for the soils surrounding the Balakovo landfill. In zones of the impact of waste landfills there are located the processed lands with an adverse sanitary and hygienic condition of soils. In the region of the Guselsky object soils of the processed agricultural grounds are dangerously polluted by motile forms of Ni and Cu. In vicinities of the Balakovo waste landfill considerable areas of private gardening enterprises are dangerously polluted by the motile forms of Ni, Cu and Zn.

Key words: soils; landfill; heavy metals; Saratov Volga Region.

For citation: Eremin V.N., Reshetnikov M.V., Sheshnev A.S. Impact of waste landfills in the Saratov region on the sanitary condition of the soil. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(2): 117-121. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-2-117-121>

For correspondence: Mikhail V. Reshetnikov, MD, PhD, head of the Laboratory of Geoecology of the Saratov State University Saratov State University, Saratov, 410012, Russian Federation. E-mail: rmv85@list.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The work was supported by the Russian Ministry of Education and Science of Russian Federation in the framework of the state task in the field of scientific activity (project No 1757), and the grant of the President of the Russian Federation for support of young Russian scientists (Project No MK-5424.2015.5).

Received: 03 November 2015

Accepted: 13 May 2016

Введение

Основной источник загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) в районах расположения полигонов захоронения отходов – аэрозольные выбросы загрязняющих веществ, содержащие твердые частицы [1]. В результате сгорания одной тонны твердых бытовых отходов удельный выброс твердых частиц составляет около 1,25 кг¹.

Одна из ключевых проблем подобной утилизации – отсутствие сортировки и обилие включений, содержащих элементы различных классов опасности [2].

В течение 2012–2014 г. авторами проведено геохимическое опробование и лабораторное определение концентраций валовых и подвижных форм тяжелых металлов первого (Zn, Cd, Ni) и второго (Cu, Cr, Pb) классов опасности в почвах в зонах влияния трех крупнейших в Саратовской области [3] полигонов захоронения отходов, расположенных в непосредственной близости от крупных городов – Александровского, Гусельского (Саратов) и Балаковского (Балаково).

Площадь Александровского полигона составляет около 22 га. Отходы разных классов опасности складированы в глубоком отработанном песчаном карьере, и с 2005 по 2015 г. их накоплено около 552 000 т. Складирование отходов производится в чеках. Мощность насыпных грунтов достигает 5 м. В настоящее время на полигон вывозятся отходы третьего, четвертого и пятого классов опасности в объеме 150 тыс. т/год.

По данным Управления Росприроднадзора по Саратовской области, к третьему классу опасности для захоронения на данном полигоне относятся отходы обрабатывающей промышленности, в том числе окалина прокатного производства, плавки солей термического производства, отходы при очистке оборудования ТЭЦ и котельных, отходы при обработке осадков сточных вод и другие отходы в объеме 500 т/год. К четвертому классу относятся производственные отходы, в том числе от производства абразивных изделий, пыль от шлифования металлов, отходы полимерных материалов и загрязненных пластмасс, отходы из жилищ и мусор от бытовых помещений организаций и другие в объеме 118 600 т/год. К пятому классу относятся крупногабаритные отходы из жилищ и другие отходы в объеме 30 000 т/год. Фактические выбросы в атмосферный воздух от площадки захоронения отходов за 2014 г. составили 1448 т, в том числе метана – 1386 т, толуола – 19 т, аммиака – 14 т.

Зона влияния Александровского полигона приурочена к водораздельной и склоновой поверхностям и расположена вдали

¹ Временные рекомендации по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу в результате сгорания на полигонах твердых бытовых отходов и размера предельно допустимого иска за загрязнение атмосферного воздуха. Утв. Министерством экологии и природных ресурсов РФ 2.11.1992 г.

Для корреспонденции: Решетников Михаил Владимирович, канд. геог. наук, зав. лаб. геоэкологии ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», 410012, Саратов. E-mail: rmv85@list.ru

от селитебных зон и окружена пустырями, в 400 м севернее границ полигона протекает р. Черниха – приток Волги. Характерны черноземы южные слабо- и среднегумусовые, по гранулометрическому составу преобладают средне- и тяжелосуглинистые почвы на склоновых поверхностях и супесчаные и легкосуглинистые – на водораздельных. Характер среды изменяется от сильнощелочной на водораздельном пространстве до слабощелочной на склоновой поверхности [4].

Эксплуатация Балаковского полигона по высотной схеме на выровненной поверхности второй террасы Волги ведется с 1976 г., и заполнение отходами разных классов опасности составляет 5 211 312 т. Площадь полигона составляет 45 га. Мощность насыпных грунтов достигает 5–12 м.

Согласно данным Управления Росприроднадзора по Саратовской области, к отходам четвертого класса опасности для захоронения на полигоне относятся несортированный мусор от бытовых помещений, строительный мусор, несортированные отходы жилищ, смет с улиц в объеме 40 000 т/год. К пятому классу опасности относятся крупногабаритные отходы из жилищ, мусор от уборки территорий и помещений торговли, отходы социальных учреждений в объеме 50 000 т/год. Фактические выбросы в атмосферный воздух от площадки захоронения отходов за 2014 г. составили 1455 т, в том числе метана – 1392 т, толуола – 19 т, аммиака – 14 т, ксилола – 11 т.

Зона влияния Балаковского полигона охватывает выровненную территорию волжской террасы и удалена от городской черты, около его северо-восточных и юго-западных границ расположены давно ликвидированные предприятия промышленной зоны, а так же частные садоводческие участки площадью 36 и 20 га на северо-востоке и юго-западе соответственно. Развиты черноземы южные среднегумусовые, имеющие широкий гранулометрический состав, их среда изменяется от слабо- до сильнощелочной [5].

Гусельский полигон заложен в глубоком отработанном глиняном карьере. С 1996 г. отходы разных классов опасности складированы по высотной схеме и их масса достигла 1 188 400 т. Площадь карьера, используемого для функционирования полигона, составляет 19 га. Мощность насыпных грунтов составляет от 10 до 20 м.

По данным Управления Росприроднадзора по Саратовской области, к отходам третьего класса опасности для захоронения на полигоне относятся твердые минеральные отходы производства в объеме 925 т/год. К четвертому классу опасности относятся отходы потребления от производств, из жилищ и мусор от бытовых помещений организаций в объеме 211 000 т/год. К пятому классу относятся крупногабаритные отходы из жилищ в объеме 13 750 т/год. Фактические выбросы в атмосферный воздух от площадки захоронения отходов за 2013 г. составили 11 827 т, в том числе метана – 11 347 т, толуола – 155 т, аммиака – 114 т, оксида углерода – 54 т, формальдегида – 20 т, диоксида серы – 15 т.

Зона влияния Гусельского полигона включает водораздельную и склоновые поверхности и удалена от поселений, с северной стороны практически к его границам примыкают обрабатываемые сельскохозяйственные угодья площадью около 70 га.

Распространены черноземы среднегумусовые, гранулометрический состав представлен суглинками легкими, развитыми на водораздельной поверхности и супесями, развитыми на склонах, среда изменяется от кислой до слабощелочной [6].

Цель работы – оценка санитарного состояния и эколого-гигиенической опасности загрязнения почв тяжелыми металлами (Zn, Ni, Cu, Cr, Cd, Pb) в зонах воздействия полигонов захоронения отходов.

Материал и методы

В пределах зон влияния полигонов захоронения ТБО в общей сложности отобраны и подвергнуты определениям на атомно-адсорбционном спектрометре «КВАНТ-2АТ» 152 почвенные пробы на определение концентрации валовых и подвижных форм ТМ. Опробование осуществлялось по площадному принципу в пределах пятисотметровой санитарно-защитной зоны объектов из верхнего горизонта почв в соответствии с нормативными требованиями².

Выполнено сравнение между фактическими концентрациями валовых и подвижных форм ТМ с их предельно (ПДК) или ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) в почвах, установленными в нормативных документах^{3, 4, 5}.

Расчет коэффициента опасности проведен по формуле:

$$K_0 = C_i / \text{ПДК},$$

где K_0 – коэффициент опасности, C_i – концентрация в пробе (мг/кг), ПДК (или ОДК) – предельно или ориентировочно допустимая концентрация (мг/кг). Для оценки степени загрязнения почвенного покрова группой ТМ (Zn, Ni, Cu, Cr, Cd, Pb) выполнен расчет суммарного коэффициента загрязнения Z_c по формуле:

$$Z_c = \sum K_0 \cdot n - (n - 1),$$

где Z_c – суммарный коэффициент загрязнения в пробе, K_0 – коэффициенты концентраций определяемых в пробе ТМ.

В соответствии со значениями Z_c приняты следующие категории загрязнения почв⁶: <16 – допустимая, 16–32 – умеренно опасная, 32–128 – опасная, >128 – чрезвычайно опасная.

Результаты

Коэффициент опасности K_0

Подвижные формы. Никель. В зоне воздействия Балаковского и Гусельского полигонов, на площади около 400 и 500 га соответственно, выявлено поле сплошного развития почв с опасными значениями K_0 от 1 до 6. На территории Александровского объекта фиксируются участки почв с величинами K_0 от 1 до 2, распространенные от границ полигона на северо-восток и юго-запад, площадью по 10 га; на остальной площади значения K_0 не опасны.

Медь. В районе Балаковского полигона почвы практически повсеместно на площади 400 га имеют опасные превышения значений K_0 от единицы до нескольких десятков раз, при этом самые высокие его показатели группируются на юго-западе территории. Похожее распределение параметра характерно на площади 500 га для почв Гусельского объекта с вариациями K_0 от 1 до 4. Почвенный покров Александровского объекта на большей части территории загрязнен не опасно, и только на северо-западе на заметном удалении от границ полигона располагается небольшой участок площадью около 7 га с величинами K_0 от 1 до 3.

Цинк. Высокие значения K_0 фиксируются в почвах Гусельского и Балаковского объектов. В районе Гусельского полигона аномальная зона выявлена на небольшом локальном участке в западной части территории (K_0 макс = 1,78). На Балаковском

объекте площадная картина распределения значений K_0 достаточно сложна: неопасные его значения свойственны большим, около 200 га, площадям почв, подступающим к границам полигона с северо-запада и юго-востока; у юго-западных и северо-восточных границ полигона наблюдаются почвы с опасными значениями коэффициента до десятков единиц. В почвах Александровского объекта опасных загрязнений не выявлено.

Кадмий. Повышенные значения K_0 выявлены очень локально в зонах воздействия Александровского и Балаковского полигонов. Для первого в поле развития почв с $K_0 < 1$ фиксируется небольшая зона площадью около 5–6 га с опасными значениями K_0 от 1 до 13, расположенная у северо-западных границ полигона. Почвенный покров Балаковского объекта практически повсеместно характеризуется не опасными значениями K_0 , за исключением единичных проб в юго-западной части с K_0 от 1 до 2. Опасного загрязнения на территории Гусельского полигона не выявлено.

Хром. Почвенный покров Балаковского и Гусельского полигонов практически на всей территории не обнаруживает опасного загрязнения, за исключением единичных проб, рассеянных по площади. Для Александровского объекта опасного загрязнения не выявлено.

Свинец. Практически вся территория Балаковского объекта занята почвами с неопасным загрязнением, за исключением локального участка (K_0 макс = 17,78) вблизи северо-восточной границы полигона. В почвах Александровского и Гусельского полигонов опасных загрязнений не выявлено.

Валовые формы. На Александровском и Гусельском объектах ни в одной почвенной пробе не зафиксировано опасных величин. В почвах в зоне воздействия Балаковского полигона концентрации Zn превышают ПДК в семи пробах (K_0 макс = 3,59), Cu – в двух (K_0 макс = 2,44), Pb – в одной (K_0 макс = 1,59), при отсутствии опасного загрязнения Ni, Cr и Cd. Высокие значения K_0 для Zn, Cu и Pb выявлены на микроучастках у северо-восточных и юго-западных границ полигона захоронения отходов.

Суммарный коэффициент загрязнения Z_c

Подвижные формы. Значения Z_c для подвижных форм ТМ в почвах зон воздействия Александровского и Гусельского полигонов не превышают 16 единиц (Z_c макс = 14,43 и 10,64), что соответствует категории допустимого загрязнения почв. В пределах Балаковского полигона величины Z_c для подвижных форм ТМ превысили значения в 16 единиц (Z_c макс = 60) в семи почвенных образцах, которые пространственно образуют два участка у северо-восточной и юго-западной границ полигона общей площадью около 16 га (рисунок).

Валовые формы. Значения Z_c почв для группы валовых форм ТМ ни на одном из объектов не превышает 16 единиц: максимальные значения для зоны воздействия Александровского полигона – 0,68, Балаковского – 4,98, Гусельского – 1,33.

Обсуждение

Коэффициент опасности. Подвижные формы. В почвах зоны воздействия Александровского полигона из 38 проб концентрации Ni превышают нормативные в 17 пробах (K_0 макс = 2,31), Cu – в пяти (K_0 макс = 2,47), Cd – в трех (K_0 макс = 13,45). Для Zn, Cr и Pb коэффициенты опасности не превышают единицы ни в одной из проб.

На территории Балаковского полигона из 63 проб концентрации Zn превышают нормативные значения в 38 пробах (K_0 макс = 28,93), Ni и Cu – во всех (K_0 макс = 5,2 и 42,61 соответственно), Pb – в четырех, Cd – в трех, Cr – в двух.

В районе Гусельского полигона отобрана 41 проба почв. Концентрации Ni и Cu превышают ПДК во всех пробах (K_0 макс = 6,1 и 3,54 соответственно), Cr – в двух, Zn – в одной. Концентрации Cd и Pb не превышают нормативных значений ни в одной пробе.

Наиболее контрастные площадные особенности распределения K_0 в почвах исследуемых территорий характерны для подвижных форм ТМ. Устойчиво выделяется опасное загрязнение почв для всех трех объектов ассоциацией Ni и Cu, которое для Балаковского и Гусельского объектов носит тотально площадной характер, охватывая сотни гектар территории, а для Александровского – дифференцированно зональный. На территории

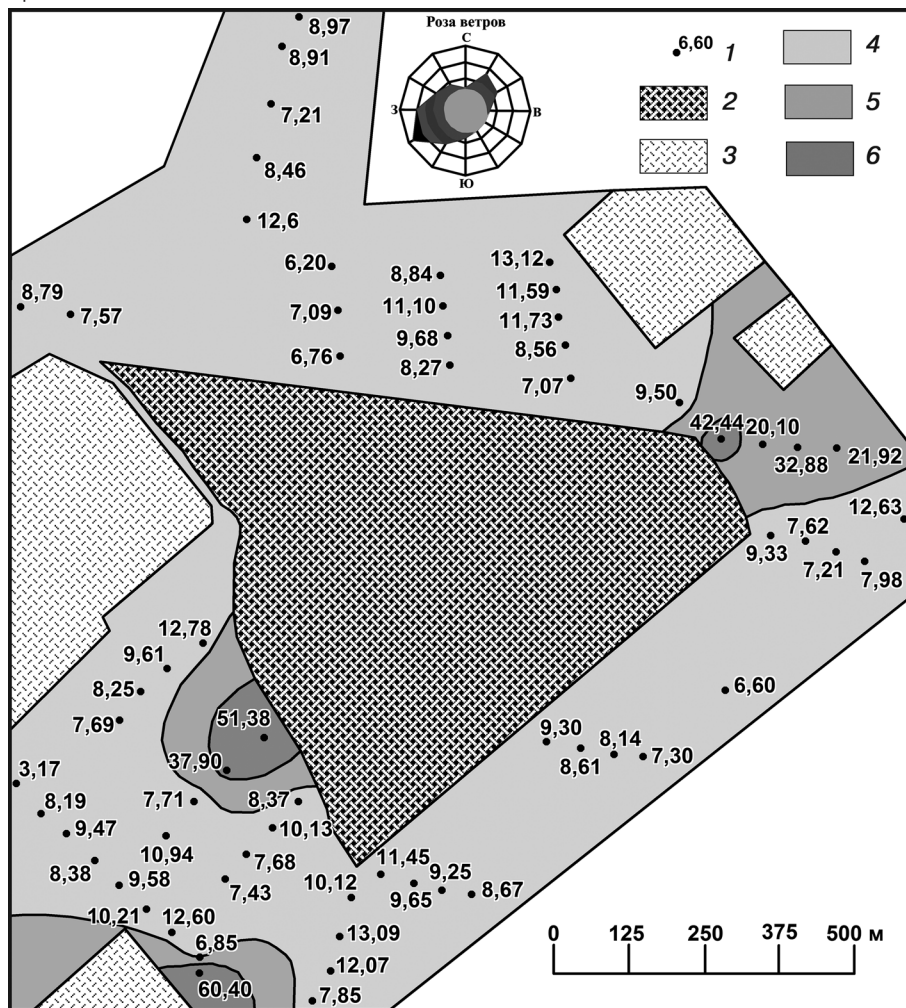
² ГОСТ 17.4.4.02–84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.; 1984.

³ МУ 2.1.7.730–99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания. М.; 1999.

⁴ ГН 2.1.7.2041–06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М.; 2006.

⁵ ГН 2.1.7.2511–09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М.; 2009.

⁶ СанПиН 2.1.7.1287–03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М.; 2003.



Эколого-гигиеническая оценка состояния почв в районе Балаковского полигона захоронения отходов по суммарному показателю загрязнения подвижными формами тяжелых металлов (Zn, Cd, Ni, Cu, Cr, Pb).

1 – точки отбора проб со значениями Z_c ; 2 – полигон захоронения отходов; 3 – промышленные площадки ликвидированных предприятий; 4–7 – категории загрязнения почв по значениям Z_c ; 4 – допустимая (<16), 5 – умеренно опасная (16–32), 6 – опасная (32–128).

Балаковского объекта загрязнение почв подвижными формами Zn носит повсеместно площадной характер и дополнительно фиксируются крупные разрозненные зоны с опасным загрязнением Cd, Cr и Pb. Единичные разрозненные пробы почв Александровского объекта обнаруживают опасное загрязнение Cd. Таким образом, почвенный покров в зоне влияния Балаковского полигона – самый опасно полиэлементно загрязненный подвижными формами ТМ.

Валовые формы. Опасность загрязнения почв всех трех объектов валовыми формами ТМ минимальна и выявлена только для Cu, Zn и Pb на территории Балаковского объекта в виде мелких разрозненных участков, тяготеющих к северо-восточным и юго-западным границам полигона.

Суммарный коэффициент загрязнения. Подвижные формы. Почвы двух участков у северо-восточной и юго-западной границ Балаковского полигона общей площадью около 16 га относятся к категории умеренно опасно и опасно загрязненных. Пространственное расположение этих участков коррелирует с направлениями преобладающих северо-восточных и юго-западных ветров, что может свидетельствовать о поступлении в почвы ТМ путем аэрозольного переноса от тела полигона захоронения отходов. В связи с этим вызывает тревогу распространение опасного загрязнения почв в направлении садоводческих участков у северо-восточной границы полигона.

Валовые формы. По валовым формам ТМ все исследованные почвы относятся к категории земель с допустимым загрязнением.

Выводы

1. Для почв в зоне влияния Балаковского полигона захоронения отходов характерно опасное загрязнение подвижными формами Ni, Cu и Zn, которые образуют крупные площадные аномалии. «Ядра» самых высоких концентраций элементов группируются у северо-восточных и юго-западных границ полигона и захватывают значительные территории почв частных садоводческих хозяйств. Отдельные участки почв опасно загрязнены валовыми формами Cu и Zn. Подобному практически повсеместному загрязнению способствовали: 1) выравненный характер территории, позволяющий преобладающим местным ветрам беспрепятственно переносить от полигона аэрозольные выбросы, содержащие ТМ; 2) суглинисто-глинистый состав почв, способствующий активной сорбции Ni, Cu и Zn. Почвы двух участков у северо-восточной и юго-западной границ Балаковского полигона общей площадью около 16 га относятся по значениям Z_c к категории умеренно опасно и опасно загрязненных. В связи с этим вызывает тревогу распространение опасного загрязнения почв в направлении садоводческих участков у северо-восточной границы полигона.

2. Почвы в районе Гусельского полигона повсеместно опасно загрязнены подвижными формами Ni и Cu, охватывая всю исследованную часть ежегодно обрабатываемых сельскохозяйственных земель. Повышенные значения K_0 не обнаруживают пространственной связи с направлениями преобладающих местных ветров и формируются на супесчаных и легкосуглинистых почвах. Последние, хотя и обладают сравнительно невысокой сорбционной способностью, активно накапливают Ni и Cu, возможно, из-за их очень высоких концентраций в аэрозольных выбросах в течение длительного периода функционирования полигона.

3. В зоне воздействия Александровского полигона отмечают участки опасного загрязнения почв подвижными формами Ni, приуроченные к склоновым зонам развития суглинистых почв, активно сорбирующих данный элемент. Загрязнение почв подвижными формами Cu и Cd носит локальный характер.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Другов Ю.С., Родин А.А. *Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство*. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2011.
2. Ильиных Г.В., Слюсарь Н.Н., Коротаев В.Н., Вайсман Я.И., Самутин Н.М. Исследования состава твердых бытовых отходов и оценка их санитарно-эпидемиологической опасности. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(1): 53–5.
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году. Саратов; 2014.
4. Павлов П.Д., Решетников М.В., Еремин В.Н. Состояние почвенного покрова в зоне влияния полигона твердых бытовых отходов (на примере Александровского полигона г. Саратова). *Аграрный научный журнал*. 2014; (11): 34–8.
5. Павлов П.Д., Букагин М.Д., Решетников М.В., Еремин В.Н. Состояние почвенного покрова в зоне влияния полигона твердых бытовых отходов (на примере Балаковского полигона Саратовской области). *Аграрный научный журнал*. 2015; (2): 21–5.

6. Павлов П.Д., Решетников М.В., Еремин В.Н. Оценка геоэкологического состояния почв в зоне влияния Гусельского полигона захоронения твердых бытовых отходов города Саратова. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле*. 2015; 15(1): 56–61.
3. Report on the state and protection of the environment of the Saratov region in 2013. Saratov; 2014. (in Russian)
4. Pavlov P.D., Reshetnikov M.V., Eremin V.N. Condition of topsoil in the zone of landfill influence (on the example of the Alexandrovskiy landfill in Saratov). *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2014; (11): 34–8. (in Russian)
5. Pavlov P.D., Bukatin M.D., Reshetnikov M.V., Eremin V.N. Condition of soil in the zone of influence of solid waste landfill (on the example of Balakovskiy landfill in the Saratov region). *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2015; (2): 21–5. (in Russian)
6. Pavlov P.D., Reshetnikov M.V., Eremin V.N. Geo-environmental assessment of soil condition in the zone of influence Guselskiy landfill solid waste of the city of Saratov. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Nauki o Zemle*. 2015; 15(1): 56–61. (in Russian)

Поступила 03.11.15

Принята к печати 13.05.16

References

1. Drugov Yu.S., Rodin A.A. *Analysis of Contaminated Soil and Hazardous Waste. Practical Guide [Analiz zagryaznennoy pochvy i opasnykh otkhodov: prakticheskoe rukovodstvo.]*. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy; 2011. (in Russian)
2. Il'inykh G.V., Slyusar' N.N., Korotaev V.N., Vaysman Ya.I., Samutin N.M. Researches of the structure of solid household waste and assessment of their sanitary and epidemiologic danger. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 92(1): 53–5. (in Russian)

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 616.5-057(571.1.1/5):575.224.23:622.276

Ильинских Н.Н.^{1,2}, Ильинских Е.Н.^{2,3}, Ильинских И.Н.², Янковская А.Е.^{1,2}, Саушкин С.А.²

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НЕФТЕГАЗОНОСНОМ РАЙОНЕ НА ОСНОВЕ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОГО И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДОВ

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Минобрнауки РФ, Томск;²ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Томск;³ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Минобрнауки РФ, Томск

Исследования были проведены в населенных пунктах, расположенных вблизи нефтепромыслов Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО, РФ). Обследовано 802 человека в возрасте от 18 до 56 лет не занятых непосредственно в процессах добычи нефти. Контрольную группу составили 329 жителей севера Томской области, проживающих в районе с полным отсутствием промышленного производства загрязняющей окружающей среду. Используя методы анализа микроядер в Buccal epithelium, полиморфизма по генам глутатион-S-трансферазы (GSTM1 и GSTT1), а также содержания в питьевой воде нефтепродуктов проведена гигиеническая оценка экологии населенных пунктов, расположенных вблизи от нефтепромыслов. Установлено, что повышенный уровень цитогенетических нарушений чаще всего наблюдается у коренных жителей этого региона, а также недавно приехавших в эту местность. Особенно существенные отклонения от нормы по микроядерному тесту наблюдались у лиц с генотипом GSTM1(0)/GSTT1(0). В контрольной популяции такой закономерности не отмечено.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение воды; Нижневартовский район; Ханты-Мансийский автономный округ; пришлое и коренное население; микроядерный тест; гены глутатион-S-трансферазы; GSTM1; GSTT1.

Для цитирования: Ильинских Н.Н., Ильинских Е.Н., Ильинских И.Н., Янковская А.Е., Саушкин С.А. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды в нефтегазоносном районе на основе цитогенетического и молекулярно-генетического методов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(2): 121-124. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-2-121-124>

Ilyinskikh N.N.^{1,2}, Ilyinskikh E.N.^{2,3}, Ilyinskikh I.N.², Yankovskaya A.E.^{1,2}, Saushkin S.A.²

HYGIENIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN THE OIL-AND-GAS BEARING AREA ON THE BASE OF CYTOGENETICAL AND MOLECULAR-GENETIC METHODS

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, 634050, Russian Federation;²Siberian State Medical University, Tomsk, 634050, Russian Federation;³National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634050, Russian Federation

The study have been conducted in settlements located near oil fields of the Nizhnevartovsk area, the Khanty-Mansi autonomous district (Russian Federation). There were examined 802 persons aged of from 18 to 56 years not proximately employed in processes of the oil extraction. Control group was consisted of 329 residents of the north of Tomsk Region living in the area without any polluting environment industry. By using such methods of analysis as micronucleus test in human buccal cells, the xenobiotic biotransformation of both GSTM1 and GSTT1 gene polymorphism, as well as the assessment of oil contamination of local drinking water there was executed the hygienic assessment of ecology in the settlements located near oil fields. The elevated rate of cytogenetic disorders was established to be observed most of all in the residents of this region, as well as in persons recently moved to this area. Most significant deviations from the control according to the micronucleus test were detected in individuals with the GSTM1(0)/GSTT1(0) genotype. In the control group no such consistent pattern was seen

Key words: water oil pollution; Nizhnevartovsk area; Khanty-Mansi autonomous district; migrants and indigenous population; micronucleus test; glutathione-S-transferase genes; GSTM1; GSTT1.

For citation: Ilyinskikh N.N., Ilyinskikh E.N., Ilyinskikh I.N., Yankovskaya A.E., Saushkin S.A. Hygienic environmental assessment in the oil-and-gas bearing area on the base of cytogenetical and molecular-genetic methods. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(2): 121-124. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-2-121-124>

For correspondence: Stanislav A. Saushkin, MD, postgraduate student of the Department of biology and genetics of the Siberian State Medical University, Tomsk, 634050, Russian Federation. E-mail: sas1402@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The work was supported by Russian Humanitarian Science Foundation grant No 15-06-10190 and 13-06-00709.

Received: 17 November 2015

Accepted: 13 May 2016