

*Ю.И. Скорик, Л.С. Венцюлис, А.А. Лебедева*

## ОЦЕНКА РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ОТХОДОВ

*Y. Skorik, L. Ventsyulis, A. Lebedeva*

## RISK ASSESMENT OF ENVIRONMENTAL WASTE POLLUTION

*Рассмотрены особенности практического определения риска от отходов производства и потребления, образующихся и размещаемых на территории Ленинградской области. Уровень риска от отходов для какой-либо территории Северо-Запада России оказывается пропорционален количеству отходов, с учётом отнесения их к соответствующим классам опасности, и зависит от геолого-географических условий региона. Предложен вариант оценки риска загрязнения от отходов территории Ленинградской области. Определены зоны в Ленинградской области с наиболее высоким уровнем риска, возникающего от отходов производства и потребления.*

*Ключевые слова: экологический риск, экологическая безопасность, отходы производства и потребления.*

*Peculiarities of assessing risk from wastes generated and landfilled on the territory of the Leningradskaya oblast. The environmental risk level from wastes in territory of the North-West of Russia depends on the amount of wastes, their classes of danger, geological and geographical conditions of the region. Environmental risk assessment from wastes in the territory of the Leningradskaya oblast has been suggested. Areas in the Leningradskaya oblast of the highest environmental risk level have been determined.*

*Key words: environmental risk, environmental safety, wastes.*

### **Введение**

В данной работе кратко рассмотрены особенности практического определения риска от отходов производства и потребления, образующихся и размещаемых на территории Северо-Запада Российской Федерации, в частности, в Ленинградской области. Данная область стала предметом исследования по ряду причин, первой из которых явилось то обстоятельство, что Ленинградская область представляет собой один из динамично развивающихся регионов России. Ещё одна её особенность состоит в том, что этот регион принимает и размещает на своей территории не только свои областные отходы, но также и основную часть коммунальных и производственных отходов пятимиллионного Санкт-Петербурга. Эта особенность делает её в какой-то мере подобной Московской области, нагрузка на которую от размещаемых там отходов, образующихся и в Московской области, и в городе Москве, превосходит разумные размеры.

Однако в этой публикации мы не будем рассматривать воздействие отходов Санкт-Петербурга на экологическую безопасность Ленинградской области, тем более, что эта проблема уже не раз обсуждалась (см. например, [2]). Здесь мы намерены обсудить лишь один аспект проблемы, а именно: от каких обстоятельств зависит уро-

вень риска, исходящий от отходов, и как при оценке такого риска возможно учитывать конкретные особенности, характерные для той или иной территории.

### **Определение риска загрязнения окружающей среды от отходов**

Уровень экологического риска для какой-либо территории (т.е. уровень возможного снижения экологической безопасности на этой территории), возникающий от одного или нескольких опасных антропогенных объектов, принято определять по приведённому ниже уравнению (1) как сумму произведений трёх компонент, взятых по каждому из учитываемых опасных объектов [1,3,8,9]:

$$R = \sum_n (R_1 \cdot R_2 \cdot R_3), \quad (1)$$

где  $R$  – уровень экологического риска, т.е. вероятность нанесения опасным объектом (или объектами) определённого ущерба населению и окружающей среде на данной территории;  $R_1$  – вероятность возникновения события или явления, обуславливающего формирование и воздействие вредных факторов (например, образование загрязнённых стоков от размещённых отходов и проникновение их в подземные водные горизонты);  $R_2$  – вероятность образования определённых условий или нагрузок (например, полей повышенных концентраций вредных веществ в различных средах, в том числе в атмосферном воздухе, в природных водах, в почвах), негативно воздействующих на население, на объекты биосферы, а также на неживую природу;  $R_3$  – вероятность того, что указанные повышенные уровни нагрузок приведут к определённому ущербу для здоровья населения и для состояния объектов окружающей среды;  $n$  – количество учитываемых объектов (в случае отходов – это полигоны, свалки и другие объекты переработки или размещения отходов).

С учётом характера технологических процессов, осуществляемых с отходами производства и потребления на какой-либо территории, компоненты, необходимые для определения уровня риска  $R$  от осуществления этих процессов, могут быть выбраны следующим образом.

Вероятность загрязнения объектов природной среды отходами производства и потребления  $R_1$  прямо пропорциональна массе отходов, относимых к классу опасности “ $i$ ”, уже захороненных на данной территории за предыдущие 20 лет ( $M_i^{\text{накоп.}}$ ), а также захораниваемых на ней в настоящее время за определённый промежуток времени, например, за 1 год ( $M_i^{\text{обр.}}$ ). Таким образом, значение величины  $R_1$  можно представить уравнением (2):

$$R_1 \sim \left( \sum_n M_i^{\text{обр.}} + \sum_n M_i^{\text{накоп.}} \right) \quad (2),$$

где  $M_i^{\text{обр.}}$  – общая масса отходов  $i$ -того класса опасности, не подвергшихся специальному обезвреживанию и размещённых на полигонах и свалках, расположенных на данной территории, за выбранную единицу времени, например за 1 год;  $M_i^{\text{накоп.}}$  – общая масса отходов  $i$ -того класса опасности, не подвергшаяся обезвреживанию и уже размещённая за предыдущие 30 лет на полигонах и свалках,

расположенных на данной территории;  $i$  – класс опасности отхода по нормативам Российской Федерации;  $n$  – количество учитываемых объектов размещения отходов на данной территории.

Тридцатилетний срок был принят в качестве максимального, исходя из предположения (подтверждённого экспериментально, впрочем, только по отношению к твёрдым коммунальным отходам [5,10,11]) о том, что по прошествии 30 лет в климатических условиях Северо-Запада России захороненные твёрдые коммунальные отходы (ТКО) подвергнутся полному биохимическому разложению и практически перестанут выделять свалочный газ, содержащий метан и усиливающий за счёт этого парниковый эффект. По истечении этого срока прекратится также выделение жидкого фильтрата, содержащего в растворенном и взвешенном состоянии многие токсичные вещества. Таким образом, мы принимаем, что в данном случае захороненные отходы спустя 30 лет после захоронения уже не будут представлять опасности ни для объектов окружающей среды, ни для населения.

Впрочем, очевидно, что для отходов, содержащих так называемые «стойкие органические загрязнители», а также металлическую ртуть или соединения кадмия, такое допущение не приемлемо, так как указанные вещества будут сохранять в природных условиях свои токсичные свойства в течении многих десятилетий, а возможно – и столетий.

Чтобы учесть количества отходов различных классов опасности, размещаемых на полигонах и свалках, при расчёте необходимо использовать коэффициенты, учитывающие класс опасности отходов каждого вида. В ходе настоящей работы нами были использованы коэффициенты  $k_i^o$ , учитывающие класс опасности отхода, значения которых приведены в «Методике определения предотвращённого экологического ущерба» (Приложение 3), утверждённой Государственным Комитетом РФ по охране окружающей среды в 1999 г. [6]. Величины этих коэффициентов воспроизведены в таблице.

Таблица

Коэффициенты  $k_i^o$ , учитывающие класс опасности отхода [10]

Класс опасности отхода	Значение коэффициента $k_i^o$
Класс опасности IV	1
Класс опасности III	2
Класс опасности II	3
Класс опасности I	7
Нетоксичные отходы	0,2

При указанных выше условиях величина  $R_1$  и, следовательно, величина  $R$  будут прямо пропорциональны величинам  $k_i^o M_i$  накоп. и  $k_i^o M_i$  обр., т.е. массе отходов класса опасности  $i$ , уже захороненных на данной территории за последние 30 лет, а также массе таких же отходов, захораниваемых на данной территории в настоящее время за определённый промежуток времени, например за 1 год.

Следовательно, уровень риска от отходов для какой-либо территории Северо-Запада России оказывается пропорционален количеству отходов, размещаемых на

этой территории в настоящее время и уже захороненных там ранее в течение последних 30 лет, с учётом отнесения их к соответствующим классам опасности.

Таким образом, для оценки уровня экологического риска от полигонов, свалок и иных объектов, куда поступают или где размещены коммунальные или производственные отходы, целесообразно пользоваться выражением (3):

$$R \sim \sum_n (k_i^o M_i^{\text{накоп.}} + k_i^o M_i^{\text{обр.}}) \quad (3)$$

При определении величин  $R_2$  и  $R_3$  помимо классов опасности, к которым отнесены захораниваемые отходы, и их количества следует учитывать также геологические и гидрогеологические характеристики тех земель, которые либо официально отведены для устройства полигонов и свалок, где размещаются отходы, либо заняты для этих целей без достаточных юридических оснований, иногда – с применением самозахвата, что, к сожалению, происходит в современной России нередко.

### **Учет геолого-географических особенностей территории Ленинградской области**

Если речь идёт о территории Ленинградской области, то необходимо учитывать, что горные породы, подстилающие территорию Ижорского плато, которое находится в юго-западной части Ленинградской области, имеют карстовое (пористое) сложение и поэтому легко проницаемы не только для выпадающих атмосферных осадков и талых вод, но и для загрязнённых стоков, образующихся в массивах захороненных отходов, размещённых здесь на многочисленных свалках и стекающих оттуда «на рельеф». Очень большую опасность для подземных водных горизонтов представляют также стоки, изливающиеся из навозохранилищ, которые в изобилии расположены на землях Ижорского плато. Известно, что в Волосовском и Гатчинском районах области сосредоточено до 40 % поголовья крупного рогатого скота Ленинградской области [4,7]. Эту особенность данной части территории Юго-Западной зоны Ленинградской области следует учесть при определении риска от отходов, что можно сделать с помощью величины  $R_2$ .

Так как величина  $R_2$  характеризует вероятность образования определённых условий, вызывающих негативные воздействия на население и на окружающую среду, в том числе и на объекты биосферы, с величиной  $R_2$  связано ещё одно важное обстоятельство, о котором необходимо помнить. Речь идёт о том, что подавляющее большинство свалок, действующих в Ленинградской области, не прошло лицензирования, а поэтому соответствие их обустройства нормативным требованиям не подтверждено необходимыми документами и поэтому сомнительно. Лицензии на свою деятельность имеют лишь 13 объектов из более чем 340 свалок Ленинградской области.

В частности, вызывает сомнение соответствие морфологического состава принимаемых на свалки отходов требованиям действующих нормативных документов, реальное осуществление на таких свалках сбора и обезвреживания токсичных фильтратных выделений из массы захороненных отходов, соответствие противопожарной безопасности на объектах размещения отходов существующим требованиям и реальное отсутствие возгораний в местах размещения отходов. Нельзя забывать о том, что в случае возгорания захороненных на свалке отходов их горение протекает при не-

достатке кислорода, и поэтому в объекты окружающей среды, прежде всего в атмосферный воздух, попадает многократно больше ядовитых веществ, чем их выделяется из массы захороненных отходов, разлагающихся в ходе естественных биохимических процессов. Среди выделений из горящих свалок могут содержаться супертоксичные соединения диоксинового ряда, боевые отравляющие вещества, например фосген, и многие другие яды. Все эти и подобные им обстоятельства должны быть учтены при оценке риска от размещённых отходов с помощью сомножителя  $R_2$ .

Таким образом, для сколько-нибудь точного определения уровня экологического риска от отходов, размещённых и размещаемых на какой-либо территории, необходимо знание многих количественных показателей, характеризующих работу конкретных объектов системы обращения с отходами — полигонов, свалок, хранилищ и пр.

Однако, к сожалению, в полном объёме подобными сведениями не располагает в Российской Федерации ни одно учреждение, относящееся к муниципальной, к областной или тем более к федеральной власти. Поэтому для определения уровня экологического риска от уже захороненных и захораниваемых в настоящее время отходов производства и потребления приходится использовать упрощённый вариант оценки, краткое описание которого применительно к объектам Ленинградской области приведено ниже.

### **Упрощённый вариант оценки риска загрязнения от отходов, размещённых на территории Ленинградской области**

Если исходить из того, что состав отходов, поступающих на полигоны и свалки, меняется со временем мало (особенно в аспекте класса опасности компонентов, входящих в состав захораниваемых твёрдых коммунальных отходов), то с некоторой допустимой погрешностью *можно оценивать уровень риска от отходов, захороненных и захораниваемых на свалках данной территории, основываясь непосредственно на количестве уже захороненных там отходов, а также на количестве отходов, захораниваемых в настоящее время* в расчёте за год, т.е. полагать, что уровень риска  $R$  можно оценить с помощью уравнения (4):

$$R = \sum_n (R_1 R_2 R_3) = \sum_n (k_i^o M_i^{\text{обп.}} + k_i^o M_i^{\text{накоп.}}) R_2 R_3. \quad (4)$$

При этом следует иметь в виду, что значение величин  $R_2$  и  $R_3$ , используемых в данной формуле, нормативно не установлено ни одним действующим документом, и поэтому значения этих величин пока приходится выбирать произвольно.

Так, при выполнении настоящей работы для территории Ижорского плато значение вероятности образования повышенных концентраций загрязняющих веществ в подземных водах  $R_2$  было выбрано наибольшим из возможных:  $R_2 = 4$ . При этом имелась в виду высокая уязвимость от загрязнения бытовыми и сельскохозяйственными отходами сосредоточенных под этим плато подземных водных горизонтов  $R_2$ , воду которых местное население практически использует в качестве питьевой.

Для остальных территорий юго-западной части Ленинградской области (территории Кингисеппского, Сланцевского, Лужского, Ломоносовского, исключая Ижорское плато), с учётом активного сельскохозяйственного и рекреационного ис-

пользования этой зоны, было использовано также повышенное значение величины  $R_2$ , которое вдвое превышает минимальное значение, а именно:  $R_2 = 2$ .

Для густо заселённых территорий Карельского перешейка, которые широко используются также и в рекреационных целях, было также принято повышенное значение этого сомножителя:  $R_2 = 2$ .

Для территории юго-восточной зоны Ленинградской области (Тосненский, Кировский, Волховский и Киришский районы), где земли менее ценны и в хозяйственном, и в рекреационном отношении, чем земли Карельского перешейка и земли Юго-Запада, величина показателя  $R_2$  была принята несколько меньшей ( $R_2 = 1,5$ ).

Наконец, для Северо-Востока Ленинградской области, где многие земли заболочены и малопродуктивны, а количество размещаемых отходов, бытовых и производственных, невелико, величина вероятности образования высоких концентраций вредных веществ в различных объектах природной среды была выбрана минимальной —  $R_2 = 1$ .

Таким образом, при использовании приближённого метода определения риска для здоровья населения и состояния окружающей среды от количества и класса опасности размещаемых отходов суммарная кривая, представляющая динамику накопления коммунальных и промышленных отходов на той или иной территории, будет в то же время приближённо отражать динамику изменения риска для населения и биосферы, а также и иных природных объектов, проистекающего от размещаемых отходов. Очевидно то, что с ростом количества захораниваемых отходов и с повышением класса их опасности этот риск будет возрастать, если не будут оперативно приняты радикальные меры, которые приведут к снижению количества отходов, поступающих на полигоны и свалки, особенно количества тех отходов, которые отличаются высоким классом опасности (1-3 классы опасности).

Что касается величины  $R_3$ , которая характеризует вероятность того, что на рассматриваемой территории нежелательные уровни нагрузок на объекты природной среды и на население от размещённых там отходов приведут к определённому ущербу для них, то такой негативный сценарий наиболее вероятен для тех зон (например, для муниципальных районов или их групп), где уже накоплены значительные количества высоко опасных отходов. Это прежде всего относится к отходам 1-го и 2-го классов опасности. То же относится к территориям, где количества захороненных или хранящихся высоко опасных отходов продолжают систематически и существенно увеличиваться.

Так, если сравнивать между собой по этому признаку различные зоны Ленинградской области, то окажется, что наименее острой представляется ситуация, сложившаяся в Юго-Восточной её зоне, где образуется лишь 4,4 % областного количества отходов 1-го класса опасности и 13,4 % отходов 2-го класса опасности.

Напротив, наиболее острым оказывается положение, создавшееся на территории Карельского перешейка, где образуется более 40 % от областного количества отходов 1-го класса опасности и 74 % - от областного количества отходов 2-го класса опасности. С учётом этих данных значения величины  $R_3$  для различных зон Ленинградской области были определены такими:

- для Юго-Восточной зоны -  $R_3 = 1,0$ ;
- для Северо-Восточной зоны -  $R_3 = 1,2$ ;

- для Юго-Западной зоны -  $R_3 = 3,5$ ;
- для Северо-Западной зоны -  $R_3 = 7,0$ .

Принимая во внимание то обстоятельство, что наиболее высокие значения как величины  $R_2$  так и величины  $R_3$ , были определены для территорий Юго-Западной зоны и Северо-Западной зоны, можно оценить уровень риска, возникающего от отходов производства и потребления, наиболее высоким в Ленинградской области именно для этих двух зон, т.е. для наиболее благоприятной в климатическом отношении и наиболее заселённой части территории Ленинградской области.

### Заключение

Итоги проведённого исследования могут быть сформулированы следующим образом: исследование показало, что в аспекте защиты здоровья населения и охраны состояния окружающей среды от негативного воздействия отходов производства и потребления основное внимание многочисленных природоохранных органов различного иерархического уровня, курирующих экологическую безопасность в Ленинградской области, должно быть сконцентрировано преимущественно на территории Ижорского плато (Юго-Западная зона области) и на территории Карельского перешейка (Северо-Западная зона области), так как уровень риска от негативного воздействия отходов на человека и биосферу здесь существенно выше, чем на других участках территории Ленинградской области.

### Литература

1. Венцолис Л.С., Донченко В.К., Скорик Ю.И. Экологический ущерб от топливно-энергетического комплекса России и возможности его снижения. – СПб., 2012. – 174 с.
2. Единая политика обращения с отходами в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. / Под ред. С.Г.Инге-Вецтомова, Ю.И.Скорика, Т.М.Флоринской. – СПб., НЦ РАН, 2000. – 154 с.
3. Измалков В.И., Измалков А.В. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. – М. – СПб., 1998. – 483 с.
4. Карлин Л.Н., Ефимова Ю.В., Никифоров А.В. Некоторые климатические характеристики Санкт-Петербурга в эпоху глобального потепления. // Уч. зап. РГГМУ, 2005, №1, с.22-30
5. Мариненко Е.Е., Беляева Ю.Л., Комина Г.П. Тенденции развития систем сбора и обработки дренажных вод и метаносодержащего газа на полигонах твердых бытовых отходов: отечественный и зарубежный опыт. – СПб.: Недра, 2001. – 160 с.
6. Методика определения предотвращённого экологического ущерба. Утверждена Госкомэкологии России 30.11.1999 г. – М., 1999.
7. О состоянии окружающей среды в Ленинградской области. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. – СПб., 2010. – 412 с.
8. Скорик Ю.И. Критерии экологической ситуации в промышленном городе. // Мат. Междунар. симпозиума «Экологическая экспертиза и критерии экологического нормирования». – СПб., 1996, с. 121-123.
9. Скорик Ю.И. Критерии экологического риска для промышленных предприятий // Мат. Междунар. симпозиума «Экологическая экспертиза и критерии экологического нормирования». – СПб., 1996, с. 123-125.
10. Фёдоров П.М., Негуляева Е.Ю., Покровская Е.Р. Исследование и моделирование биохимических процессов, происходящих в полигонах твёрдых бытовых отходов. // Сб. «Комплексная переработка ТБО – наиболее передовая технология». – СПб., 2001, с. 62-72
11. Фёдоров П.М. Мониторинг геоэкологической системы «Полигон твёрдых бытовых отходов» на примере Санкт-Петербурга. Дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук. – СПб., Политехн. ун-т., 2005.