
СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧС

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ПРОМЫВОЧНО-ПРОПАРОЧНЫХ СТАНЦИЙ – ФАКТОР КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

**С.А. Донцов. Московский государственный университет путей сообщения.
С.Г. Ивахнюк. Экспертно-криминалистический центр ГУВД
по Санкт-Петербургу и Ленинградской области.
А.Ю. Лебедев. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Посвящена разработке адекватного методологического подхода по комплексной оценке токсичности почв территории промывочно-пропарочных станций и их влияния на условия труда основных групп работников.

Ключевые слова: промывочно-пропарочные станции, токсичность почв, безопасность труда, биотестирование

ASSESSMENT OF TOXICITY OF SOILS FLUSHING STATIONS – THE FACTOR OF COMPLEX SAFETY OF WORK

S.A. Doncov. Moscow State university of railway engineering
S.G. Ivakhnyuk. Forensic police at the center of Saint-Petersburg and the Leningrad region.
A.Y. Lebedev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Work is devoted to development of an adequate methodological approach by a complex assessment of toxicity of soils of the territory flushing stations and their influence on working conditions of the main groups of workers.

Key words: washing and steaming stations, soil toxicity, safety, biological testing

Технологические операции по очистке, промывке и пропарке железнодорожных цистерн в РФ проводятся на 17 промывочно-пропарочных станциях (ППС), 8 из которых находятся в аренде у ОАО «Первая грузовая компания», еще 3 арендует ЗАО «Научно-производственное горное бюро «Рико», оставшиеся 6 станций по-прежнему находятся на балансе ОАО «РЖД». Впервые ППС в России была построена в 1985 г.

По оценкам экспертов, износ оборудования станций составляет порядка 60 %, а их очистных сооружений – 80 %. Условия труда работников на этих предприятиях сопровождаются воздействием опасных и вредных факторов и сезонных климатических колебаний, особенно выраженных в средних и северных широтах. Аккумуляция нефтепродуктов и иных опасных и вредных веществ в почве, особенно на станциях

открытого типа при выполнении технологических операций по промывке и пропарке цистерн способствует ухудшению условий труда работников, возникновению хронических профессиональных заболеваний, особенно в теплое время года.

Особенности объемно-планировочного оформления рабочих мест и наличие на территории предприятия систем забора воздуха для обеспечения функционирования систем дегазации и вентиляции предопределяют поступление вредных веществ в воздух рабочей зоны. Таким образом, контроль за токсичностью почв – обязательный компонент обеспечения безопасности труда работников.

Учитывая моральный и физический износ ППС можно утверждать, что на практике не в полной мере обеспечиваются требования к территории, производственным помещениям и рабочим местам п. 7.1.2, 7.1.10, 7.1.27 СП 2.5.1250-03 [1]. Кроме того, эти предприятия являются крупным потребителем водных ресурсов и источником загрязнения окружающей среды [2].

Целью данного исследования явилась разработка адекватного методологического подхода по комплексной оценке токсичности почв территории ППС и их влияние на условия труда основных групп работников.

Для исследования был выбран наиболее характерный тип данных предприятий – открытые двухсторонние эстакады ППС-17 станция «Суховская» Восточно-Сибирской железной дороги. ППС-17 производит горячую обработку цистерн из-под светлых и темных нефтепродуктов, с трех сторон окружена городской застройкой, минимальное расстояние до застройки составляет 2000 м.

Существующая система контроля загрязнения производственной среды основана на количественном сравнении компонентов состава проб с существующими нормативами предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ (ЗВ) [2].

Опасность техногенного воздействия на элементы производственной среды оценивается на основании суммарного коэффициента техногенного загрязнения, определяемого по валовому количеству содержания ЗВ.

Для такой среды как почва данный методологический принцип не всегда достоверен. В настоящее время число поллютантов стремительно растет. В результате химико-физических и биологических преобразований в производственной среде происходит синтез новых веществ, как правило, их токсичность не равнозначна опасности исходных веществ (соединений). Кроме того, вредное воздействие при стечении ряда факторов (биологических, химических, физических и др.) может приводить к антагонизму или синергизму. Изолированного воздействия на работника в производственной среде практически не существует.

Еще одной отличительной особенностью санитарно-гигиенической оценки почвы является отставание нормирования почв от атмо- и гидросферы, что в свою очередь объясняется неоднородностью почвы как объекта. Как известно, почва – объект состоящий из четырех фаз – твердой, жидкой, газообразной и биотической. Именно это свойство почвы, отличает ее от многих других природных сред и затрудняет разработку адекватных нормативов и соответственно комплексную оценку на персонал ППС.

В соответствии с ГОСТ 17.4.2.01-81 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния в почвах санитарно-защитных зон промышленных предприятий» для санитарно-гигиенической оценки применим показатель наличия нефти и нефтепродуктов.

Отметим, что ПДК нефтепродуктов в почвах в большинстве стран не установлена, так как она зависит от сочетания многих факторов: типа, состава и свойства почв и грунтов, климатических условий, состава нефтепродуктов, типа растительности, типа землепользования. Эти нормы должны вырабатываться для конкретного района и для конкретного типа почв, на основе анализа множества данных о воздействии нефтепродуктов на различные компоненты экосистем и на здоровье человека. Максимально допустимый уровень содержания в почвах нефти и нефтепродуктов в РФ также не установлен и не

закреплен в нормативных документах. Из-за сложного состава нефтепродуктов как биоразлагающихся загрязнителей и чрезвычайно большого разнообразия биоклиматических, ландшафтно-геохимических и других, не менее важных для расщепления, новообразования, миграции и накопления нефтепродуктов природных условий, как было сказано выше, в принципе, для России невозможно принять единый уровень предельной концентрации.

В некоторых нормативных документах «Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель» [3] за предельно допустимую, принимается концентрация нефтепродуктов в почвах на уровне 1000 мг/кг.

В документе «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» [4] приводится ранжирование земель загрязнения нефтепродуктами по 5 уровням (от допустимого – 1 уровень до очень высоко – 5 уровень).

Перечисленные выше причины, а также массовый характер анализов, вызывает проблемы экономического характера. Химический анализ проб грунта (почвы) ППС (процесс установления качественного и количественного состава компонентов) в большинстве случаев дорогостоящая процедура – по этой причине считается оправданным и достоверным использовать для комплексной оценки токсичности почвы метод биотестирования.

Методы биотестирования основаны на ответной реакции живых организмов на негативное воздействие загрязняющих веществ, способны давать достоверную информацию о качестве компонентов производственной среды, в том числе и почв.

Главными достоинствами методов биотестирования являются:

- быстрота проведения;
- доступность и экономичность;
- объективность полученных данных.

По своей сути биотестирование – это определение токсичности пробы для данной культуры организмов в лабораторном эксперименте. В основе биотестирования положено биологическое моделирование. При биотестировании происходит перенос с простой системы (смоделированной экосистемы в лабораторном опыте – тестируемая проба, тест объект, физические условия эксперимента) на более сложный (производственная среда в реальных условиях).

Важнейшим в биотестировании является адекватный выбор тест-объекта и параметров изменения ее жизнедеятельности.

Для комплексной оценки загрязненности почв нефтепродуктами и другими веществами, поступающими от промывочно-пропарочных операций станции необходимо провести фитотестирование нативных образцов почвы и биотестирование водных вытяжек (экстрагированных образцов) на гидробионтах.

Проведенные ранее исследования позволили установить, что токсичность нативных образцов, определяемая фитотестированием высших растений, выше, чем токсичность экстрагированных, определяемая на гидробионтах. В первую очередь это объясняется физико-химическими особенностями нефтепродуктов, а именно их малой растворимостью в воде [5].

Анализ научно-технической литературы позволяет сформулировать требования к процедуре и объектам биотестирования, наиболее значимые из них следующие:

- подопытные объекты в рамках эксперимента должны быть визуально достоверны. Например, для семян высших растений необходима калибровка по массе и размеру, для простейших и рыб – равнозначный возраст и размеры;
- для достоверности результатов необходимо использовать несколько тест-объектов из разных систематических групп;
- одинаковые внешние факторы в эксперименте (температура, влажность, давление и т.п.);
- достаточное количество серий параллельных измерений для дальнейшей статистической обработки выборки данных.

Анализ существующих методик по биотестированию позволил выявить ряд недостатков:

– в методике РД 52.18.344-93 авторами предложено определять уровень интегральной токсичности почв на основе прироста отрезков coleoptилей злаковых культур длиной 4 мм, помещенных в почву на 24 часа. Точность измерений в данной методике составляет 0,1 мм. Измерения проводятся при помощи окулярного микрометра или лупы, что противоречит одному из главных принципов биотестирования – простоте и доступности;

– в методике ИСО 11269-1 для быстрой экологической оценки почвы рекомендуется проращивать семена растений в горшках размером 80x1100 мм, то есть для одного варианта опыта в трехкратной повторности потребуется проба почвы массой 1,5–2 кг. В ряде практических задач отбор такого количества проб не возможен.

В соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 были отобраны пять точечных проб грунта, послонно с глубины 0–5 и 5–20 см – на расстоянии 10, 50 и 100 м от эстакады.

Для оценки токсичности нативных образцов грунта использовали 3 вида продуцентов.

Стерильные 2-х секционные чашки Петри (30 штук), заполняли:

– чашки № 1.1–1.10 секция 1 – на 90 % объема анализируемой увлажненной почвой, с высевом 25 семян ржи посевной (*S. cereale*) и секция 2 – на 90 % увлажненным прокаленным и подготовленным песком – контроль, с высевом 25 семян *S. cereale*;

– чашки № 2.1–2.10 секция 1 – на 90 % объема анализируемой увлажненной почвой, с высевом 25 семян пшеницы мягкой (*T. vulgare*) и секция 2 – на 90 % увлажненным прокаленным и подготовленным песком – контроль, с высевом 25 семян *T. vulgare*;

– чашки № 3.1–3.10 секция 1 – на 90 % объема анализируемой увлажненной почвой, с высевом 25 семян кресс салата (*L. sativum*) и секция 2 – на 90 % увлажненным прокаленным и подготовленным песком – контроль, с высевом 25 семян *L. sativum*.

Подготовленные таким образом чашки Петри помещали в климатостат при следующих условиях:

– постоянная температура 23° С;

– отсутствие освещения;

– постоянная влажность воздуха 85 %;

– экспозиция 240 часов.

Всхожесть семян B (%), определяли в соответствии с формулой [6]:

$$B = \frac{K}{\Pi} 100, \quad (1)$$

где K – количество взшедших побегов, штук; Π – количество посеянных семян, штук.

Для получения средних значений определяли погрешность \bar{S} , в соответствии с формулой:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum \alpha^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

где α – отклонение каждого значения от среднего; n – количество повторений в данном варианте.

Результаты биотестирования нативных образцов почвы ППС-17 представлены в табл. 1.

Полученные результаты биотестирования нативных образцов на трех видах продуцентов показывают различную чувствительность тест - объектов к загрязненному грунту ППС-17 станция «Суховская».

Установлено, что наиболее чувствительным видом оказался *L. sativum*, грунт ППС-17 станция «Суховская» оказывает достоверно токсичное воздействие на данный тест - объект по всем показателям (снижение на 57,21–54,38 %).

Таблица 1. Результаты биотестирования нативных образцов почвы ППС-17

Варианты в эксперименте		Тест-объект	Количество взошедших побегов, шт.	Всхожесть, %	Средняя высота побега, мм	Средняя масса побега, мг
№ чашки Петри						
Контроль	1	Пшеница мягкая <i>T. vulgare</i>	25±1,2	100±4,8	155,52±16,82	80±4,08
	2		24±0,2	96±0,8	117,5±21,21	75,83±8,25
	3		20±4,2	96±0,8	124,08±14,63	83,58±0,5
	4		23±0,8	92±3,2	173,87±35,16	100±15,92
	5		23±0,8	92±3,2	127,26±11,45	80,43±3,65
	6		24±0,2	96±0,8	121,96±16,75	90,42±6,34
	7		25±1,2	100±4,8	126,32±12,39	71,2±12,88
	8		24±0,2	96±0,8	126,08±12,63	84,17±0,09
	9		21±3,2	84±11,2	153,0±14,29	89,60±5,52
	10		25±0,8	100±4,8	161,56±22,85	85,6±1,52
	<i>Среднее</i>		<i>23,8±1,41</i>	<i>95,2±13,76</i>	<i>138,71±18,78</i>	<i>84,08±6,19</i>
Грунт с ППС-19	1	Рожь посевная <i>S. cereale</i>	17±0,9	68±2,4	70,65±0,42	57,65±3,15
	2		22±4,4	76±5,6	53,47±17,58	35,26±19,24
	3		18±0,1	72±1,6	80,16±9,11	58,33±3,83
	4		19±1,1	76±3,6	80,10±4,22	55,26±0,76
	5		20±2,1	80±9,6	48,15±22,9	51,0±3,5
	6		14±3,9	56±14,4	85,93±14,88	81,43±26,93
	7		16±1,9	64±6,4	82,81±11,76	55,0±0,5
	8		18±0,1	72±1,6	51,05±20,0	36,11±18,39
	9		15±2,9	60±10,4	75,20±4,15	50,67±3,83
	10		20±2,1	80±9,6	83,0±11,95	64,50±9,98
	<i>Среднее</i>		<i>17,9±4,09</i>	<i>70,4±6,37</i>	<i>71,05±12,33</i>	<i>54,5±9,5</i>
Контроль	1	Рожь посевная <i>S. cereale</i>	22±1,1	88±4,4	103,27±1,59	100,04±19,61
	2		21±0,1	84±0,4	107,57±5,9	76,67±3,76
	3		19±1,9	76±7,6	103,63±1,96	100,05±19,62
	4		25±4,1	100±16,4	73,20±28,47	61,2±0,77
	5		24±3,1	96±11,4	101,45±0,22	71,25±9,18
	6		22±1,1	88±4,4	100,32±1,3	100,09±19,66
	7		23±2,1	92±8,4	83,30±18,37	70,87±9,56
	8		21±0,1	80±0,4	83,15±18,52	76,0±4,43
	9		16±4,9	64±19,6	78,37±23,3	65,0±15,43
	10		16±4,9	64±19,6	79,19±22,48	63,12±17,31
	<i>Среднее</i>		<i>20,9±2,47</i>	<i>83,6±9,76</i>	<i>101,67±12,87</i>	<i>80,43±12,57</i>

Грунт с ППС-19	1		18±1,1	72±6,04	53,33±10,76	37,22±0,25
	2		16±0,9	64±3,6	50,41±7,89	46,47±9,5
	3		19±2,1	76±8,4	56,16±13,59	55,26±1,71
	4		14±2,9	56±11,6	40,57±2,0	27,14±9,83
	5		17±0,1	68±0,4	30,31±12,26	37,89±0,92
	6		18±1,1	72±4,4	50,80±8,23	50,05±3,08
	7		13±3,9	52±15,6	30,86±11,71	30,72±6,25
	8		20±3,1	80±12,4	41,35±1,22	35,35±1,62
	9		18±1,1	72±4,4	34,44±8,13	32,78±4,19
	10		16±0,9	64±3,6	37,50±5,07	56,87±9,9
	<i>Среднее</i>		<i>16,9±1,81</i>	<i>67,6±13,15</i>	<i>42,57±8,52</i>	<i>36,97±4,98</i>
Контроль	1	Салат кресс L. sativum	22±0,2	88±1,6	31,66±5,07	40,91±2,55
	2		23±0,8	92±2,4	28,0±1,41	39,12±0,76
	3		25±3,2	100±10,4	25,0 ±1,59	41,0±2,64
	4		22±0,2	88±1,6	33,2±6,61	37,57±0,79
	5		21±0,8	84±2,6	26,52±0,09	38,09±0,27
	6		20±2,2	80±9,6	26,0±0,59	37,91±0,45
	7		23±0,8	92±2,4	24,5±2,09	39,0±0,64
	8		25±3,2	100±10,4	29,0±2,41	39,78±1,42
	9		20±2,2	80±9,6	19,0±7,59	35,11±3,25
	10		21±1,2	84±5,6	23,0±3,56	35,13±3,23
	<i>Среднее</i>		<i>22,2±1,56</i>	<i>89,6±4,82</i>	<i>26,59±3,27</i>	<i>38,36±1,69</i>
Грунт с ППС-19	1		12±2,5	48±6	20,45±1,48	19,64±2,14
	2		10±0,5	40±2	19,5±0,53	16,89±0,61
	3		9±0,5	36±2	21,54±2,57	19,2±1,7
	4		12±2,5	48±6	20,23±1,26	19,91±2,41
	5		11±1,5	44±2	19,98±1,01	18,54±1,04
	6		10±0,5	40±2	21,12±2,15	20,54 ±3,04
	7		7±2,5	28±6	17,95±1,02	14,3±3,2
	8		8±1,5	32±2	19,3±0,33	15,1±2,4
	9		6±3,5	24±10	14,65±4,32	12,9±4,6
	10		10±0,5	40±6	14,99±3,98	18,0±0,5
	<i>Среднее</i>		<i>9,5±1,69</i>	<i>38,0±6,75</i>	<i>18,97±1,96</i>	<i>17,5±2,28</i>

Таблица 2. Результаты биотестирования экстрагированных образцов почвы с ППС-17 на гидробионтах и микроводорослях

№ пп	Методика выполнения измерений	Место отбора проб	Тестируемая проба	Тест объект	Дата постановки анализа. Продолжительность наблюдения (ч, сут)
151	ФР. 1.39.2007. 03221	ППС-17 ст. «Суховская»	Водная вытяжка почвы	Ceriodaphnia affinis	06.10.2010 Продолжительность наблюдения 48 часов
Оценка биотестируемой пробы					
1	Натуральная проба	100 %	Оказывает острое токсическое действие		
2	16 разбавлений	40 %	Оказывает вредное воздействие		
3	50 разбавлений	20 %	Оказывает вредное воздействие		
4	100 разбавлений	0 %	Безвредная концентрация		
Безвредную концентрацию БК ₁₀₋₄₈ и безвредную кратность разбавлений БКР ₁₀₋₄₈ определяли графическим методом БК ₁₀₋₄₈ = 1,3; БКР ₁₀₋₄₈ = 76					
618	ФР. 1.39.2007. 03222	ППС-17 ст. «Суховская»	Водная вытяжка почвы	Daphnia magna	06.10.2010 Продолжительность наблюдения 96 часов
Оценка биотестируемой пробы					
1	Натуральная проба	100 %	Оказывает острое токсическое действие		
2	16 разбавлений	90 %	Оказывает острое токсическое воздействие		
3	50 разбавлений	40 %	Оказывает вредное воздействие		
4	100 разбавлений	0 %	Безвредная концентрация		
Безвредную концентрацию БК ₁₀₋₉₆ и безвредную кратность разбавлений БКР ₁₀₋₉₆ определяли графическим методом БК ₁₀₋₉₆ = 1,15; БКР ₁₀₋₉₆ = 87					
152	ФР. 1.39.2007. 03223	ППС-17 ст. «Суховская»	Водная вытяжка почвы	Scenedesmus quadricauda	01.11.2010 Продолжительность наблюдения 72 часа
Оценка биотестируемой пробы					
1	Натуральная проба	89,2 %	Оказывает острую токсичность (ингибирующая концентрация)		
2	16 разбавлений	62,3 %	Оказывает острую токсичность (ингибирующая концентрация)		
3	50 разбавлений	49,2 %	Оказывает вредное воздействие		
4	100 разбавлений	33,9 %	Оказывает вредное воздействие		
Безвредную кратность разбавлений БКР ₂₀₋₇₂ определяли графическим методом БКР ₂₀₋₇₂ = 120					
451	ИСО 7346-1	ППС-17 ст. «Суховская»	Водная вытяжка почвы	Roecilia reticulata Peters	06.10.2010 Продолжительность наблюдения 96 часов
Оценка биотестируемой пробы					
1	Натуральная проба	100 %	Оказывает острое токсичное действие		
2	16 разбавлений	90 %	Оказывает острое токсичное действие		
3	50 разбавлений	40 %	Оказывает вредное воздействие		
4	100 разбавлений	0 %	Не оказывает вредное воздействие		
Безвредную концентрацию БК ₁₀₋₉₆ и безвредную кратность разбавлений БКР ₁₀₋₉₆ определяли графическим методом БК ₁₀₋₉₆ = 1,15; БКР ₁₀₋₉₆ = 87					
1	ПНД Ф Т 16.3.12-07 ФР. 1.39.2007. 04104	ППС-17 ст. «Суховская»	Водная вытяжка почвы	Paramecium caudatum	06.10.2010 Продолжительность наблюдения 24 часа
Оценка биотестируемой пробы					
1	Натуральная проба	0 %	Не оказывает острое токсическое и вредное действие		
2	16 разбавлений	0 %	Не оказывает острое токсическое и вредное действие		
3	50 разбавлений	0 %	Не оказывает острое токсическое и вредное действие		
4	100 разбавлений	0 %	Не оказывает вредное воздействие		

Влияние грунта на *T. vulgare* является также достоверно токсичным и снижает основные показатели жизнеспособности на 24,79–48,78 % по сравнению с контролем.

Наименее чувствительным видом оказался *S. cereale*, однако и у этого продуцента наблюдается снижение основных показателей жизнеспособности на 19,14–41,87 %.

Для биотестирования экстрагированных образцов отбор проб осуществлялся в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84, ПНДФ 12.1:2.2:2.3.2-03, ГОСТ 17.4.3.01-83. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Анализ табл. 2 выявил различную чувствительность гидробионтов и микроводорослей к наличию нефтепродуктов. Наиболее чувствительными видами явились: *Ceriodaphnia affinis*, *Daphnia magna*, *Poecilia reticulata* Peters, а наименее – *Paramecium caudatum*. По результатам исследований грунт с ППС-17 станции «Суховская» относится к 3 классу опасности.

Проведенные результаты подтверждают высокий уровень загрязнения почвы ППС нефтепродуктами, что, безусловно, способствует увеличению их концентрации в воздухе рабочей зоны и ухудшению условий труда персонала. Достоверность разработанного методологического подхода косвенно можно подтвердить и исследованиями ВНИИЖГ [7], которые показали, что работники ведущих профессий ППС, расположенных в южной части страны болели чаще и имели больше дней нетрудоспособности в 1,5-2 раза, чем работники станций, расположенных в средней полосе, что можно объяснить природно-климатическими особенностями и резким увеличением испаряемости нефтепродуктов с очищаемых поверхностей и загрязненного грунта и следовательно, поддержания высоких концентраций в воздухе рабочей зоны открытых эстакад.

Для нормализации условий труда работников необходимо более активное использование современных средств индивидуальной защиты, переход на ресурсосберегающие и инновационные технологии и предотвращение загрязнения почв ППС.

В последние годы на ППС России активно внедряются беспарочные рециркуляционные технологии «СТГ» [8].

Для очистки и рекультивации почв ППС также можно рекомендовать современные сорбенты и микробиологические препараты.

Предложенный методологический подход позволяет учитывать опасность почвы территорий ППС открытого типа для здоровья рабочих комплексных бригад, осуществлять комплексную оценку токсичности почв, планировать и разрабатывать эффективные мероприятия по совершенствованию технологических процессов, защите окружающей среды и создания безопасных условий труда работников.

Литература

1. СП 2.5.1250-03. от 1 июля 2003 г. Санитарные правила по организации грузовых перевозок на железнодорожном транспорте. Санитарно-эпидемиологические правила.
2. Донцов С.А. Управление комплексной безопасностью промывочно-пропарочных станций // Мир транспорта. 2011. № 1.
3. Управление охраны почв и земельных ресурсов Минприроды РФ. Управление мониторинга земель и охраны почв Роскомзема РФ. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Нормативный документ. 1995.
4. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10 нояб. 1993 г., Минприроды РФ 18 нояб. 1993 г.
5. Донцов С.А., Бурак В.Е. Определение токсичности горячих асфальтобетонных смесей методом биотестирования // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития. Т. 8. Технические науки. Сельское хозяйство. Одесса: Черноморье, 2005
6. Гмурман В.Е. Учебник по теории вероятностей и математической статистике. М.: Высшая школа, 2004. 284 с.
7. Гигиенический мониторинг при транспортировке массовых химических грузов железнодорожным транспортом /под ред. С.Д. Кривули. М.: ВНИИЖГ, 2001. 477 с.

8. СТГ – Инновации, инжиниринг, прорывные технологии. [Электронный ресурс].
URL: <http://ctg.su/> (дата обращения: 12.08.2012).