

УДК 629.782.519.711

ПРИНЦИПЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ АВАРИИ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ В НОВОВЯТСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА КИРОВА)

© 2014 Т.А. Мусихина, Ю.А. Гарюгин

Вятский государственный университет, г. Киров

Поступила в редакцию 06.10.2014

Предложены принципы геоэкологических исследований аварийно загрязненной территории, поскольку в имеющейся нормативно-методической базе отсутствуют рекомендации по характеристике экологической ситуации. Комплексные геоэкологические исследования в рамках оценки риска здоровью населения при воздействии техногенных аварий с залповым выделением химических веществ, загрязняющих окружающую среду, целесообразно производить в два этапа (первый – оперативный этап, второй – этап ликвидации последствий).

Ключевые слова: *геоэкология, химическое вещество, окружающая среда, здоровье населения*

Техногенные аварии (ТА) наносят не только материальный ущерб и влекут за собой травмы и гибель людей, но часто оказывают значительное влияние на экологическую обстановку, от чего, в свою очередь, во многом зависит здоровье населения. В таких случаях в районах ТА оценка риска здоровью населения (ОРЗН) от загрязняющих окружающую среду химических веществ представляется весьма актуальной. В составе работ по ОРЗН от химических факторов окружающей среды предусмотрено выполнение экологических исследований в поселениях, что отражено в действующих методических документах [1-3]. В методиках изложена позиция о том, что «достижение прогресса в области анализа и предупреждения вредного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения в значительной степени зависит от улучшения исходной информации, отражающей процесс взаимодействия в системе «окружающая среда - здоровье человека» [2, 4]. Однако рекомендации по анализу экологического состояния среды обитания человека в указанных документах носят лишь рамочный характер и не затрагивают вопросы анализа уровня химического загрязнения окружающей среды в аварийном режиме. Поэтому актуальна проработка методических подходов к изучению состояния окружающей среды с целью ОРЗН, в том числе в районах ТА, связанных с внезапным несанкционированным выделением химических веществ. В основу таких подходов должны быть положены комплексные геоэкологические исследования природной среды в районах воздействия химических факторов, только тогда их результаты смогут обеспечить наиболее полную картину сложившейся экологической ситуации,

позволят выявить пространственные, временные, количественные и качественные параметры химического загрязнения природных компонентов, оказывающих негативное воздействие на здоровье населения.

Комплексные геоэкологические исследования в рамках ОРЗН при воздействии ТА с залповым выделением химических веществ, загрязняющих окружающую среду, целесообразно производить в 2 этапа (первый – оперативный этап, второй – этап ликвидации последствий) по следующим принципам.

Для **первого** (оперативного) **этапа**:

1) должен быть установлен вид химического воздействия (выбросы, сбросы, разлив загрязняющих веществ и т.д.) на конкретные природные компоненты (атмосферный воздух, водные объекты, почвы, недра, биоту);

2) для аварийных выбросов (сбросов, разлива и т.д.) химических веществ должны быть оценены количественные и качественные (по химическим показателям) характеристики;

3) должны быть определены:

- природно-климатические особенности района и погодные условия на момент аварии и последующее время;

- размеры загрязненных территорий, а также прогноз возможных путей миграции химических веществ от источников залпового загрязнения окружающей среды по природным компонентам;

4) в загрязненных районах должны быть выявлены приоритетные природные компоненты, влияющие на здоровье населения, произведен анализ качества природных компонентов исследуемого района по химическим показателям с позиций соответствия санитарно-гигиеническим нормативам (СГН) и фоновым параметрам и выделены зоны с превышением СГН;

Мусихина Татьяна Анатольевна, кандидат географических наук, доцент кафедры технологии защиты биосферы. E-mail: mtamta1@mail.ru

Гарюгин Юрий Алексеевич, аспирант

5) должны быть определены подверженные негативному воздействию части населения, находящиеся в момент аварии и проживающие на загрязненной территории и вблизи нее, а также потенциально подверженные негативному воздействию части населения по направлениям миграции химического загрязнения.

Для **второго этапа** – ликвидации последствий аварии и рекультивации загрязненных территорий, должны быть:

- уточнены размеры фактически загрязненных во время аварии территорий; уровень загрязнения по отношению к СГН природных компонентов в процессе и после рекультивации;
- выявлено проживающее в выявленных загрязненных районах население, в том числе в зонах проведения рекультивационных работ.

Для этого необходимо решить несколько задач:

1) выявить и охарактеризовать аварийный источник химического загрязнения окружающей среды, его количественные и качественные параметры, формы воздействия на природные компоненты;

2) определить погодные условия и метеорологические параметры для необходимых экологических расчетов (прогнозные расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, расчет смещения и разбавления стоков в водных объектах и т.д.);

3) с учетом погодных условий, типу подстилающей поверхности и характеру источников загрязнения окружающей среды выявить непосредственно подвергшиеся аварийному химическому воздействию природные компоненты на загрязненных территориях для оперативных действий по эвакуации населения;

4) определить потенциально возможные пути миграции приоритетных химических веществ и пространственные границы продвижения химических загрязнений в компонентах окружающей среды;

5) для выявленных территорий составить программы наблюдений по изучению химического состава приоритетных по воздействию на здоровье населения компонентов окружающей среды;

6) сопоставить значения окружающей загрязнение приоритетных природных компонентов по химическим показателям с СГН и (или) фоновыми значениями;

7) соотнести полученные пространственные данные с местами проживания населения с учетом расположения жилых зон, источников питьевых водозаборов и зон их санитарной охраны, зон рекреации и т.д.;

8) по каждому влияющему на здоровье человека природному компоненту выявить неблагоприятные территории посредством пространственного совмещения мест проживания и отдыха населения до аварии и выявленных зон с превышениями СГН качества по химическим показателям;

9) после проведения работ по ликвидации последствий аварии и рекультивации при

необходимости откорректировать программу экологических наблюдений.

По предложенным принципам проведены геоэкологические исследования в границах Нововятского района г. Кирова, где 5 февраля 2014 г. произошел аварийный сход с железнодорожных путей 32 цистерн с последующим проливом и возгоранием газового конденсата. Наряду с официальными экологическими исследованиями нами была составлена собственная программа наблюдений за состоянием (по химическим показателям) и соответствием СГН [4-6] следующих природных компонентов: снежного покрова, почв и воды водных объектов. При этом химический состав атмосферного воздуха в рамках нашей работы не анализировался, поскольку пожар был потушен до начала исследовательской работы, а население из района аварии было эвакуировано. В связи с этим нами были использованы официальные данные соответствия химсостава атмосферного воздуха СГН в жилых районах вблизи аварии. Косвенная оценка загрязнения атмосферного воздуха осуществлялась путем отбора проб верхнего слоя снежного покрова, поскольку, как известно, накопление загрязнений в снежном покрове является объективным показателем качества атмосферного воздуха в зимний период времени и обусловлено миграционно-воздушным переносом загрязняющих атмосферный воздух веществ. Кроме того, в работе учтено, что попавшие на поверхность снежного покрова загрязнения во время снеготаяния неизбежно будут мигрировать в почву и через дренажную систему в ближайший водоток – р.Вятка, поэтому для исследования выбраны водные объекты – р. Вятка и ручей, образующийся существующей в районе аварии дренажной системы. Не анализировалось состояние недр, поскольку во время аварии (февраль) уровень промерзания грунтов доходил до 70-100 см, поэтому загрязнение ниже верхнего почвенного слоя не произошло. Биота в районе аварии была представлена зелеными насаждениями, которые в своем большинстве сгорели во время пожара, при этом используемая человеком в пищу растительность, другие недревесные пищевые ресурсы и дичь на исследуемой территории отсутствуют. В целом, в работе анализировалось и сопоставлялось с СГН содержание следующих химических показателей: БПК полное, взвешенные вещества, окисляемость бихроматная, бенз(а)пи-рен, нефтепродукты, подвижные формы свинца. Выбор специфических компонентов для детального изучения был обусловлен следующим: нефтепродукты – поскольку газовый конденсат это жидкие смеси высококипящих углеводородов; бенз(а)пирен – образуется при сгорании жидкого топлива; свинец – его добавление возможно при перевозке газового конденсата в железнодорожных цистернах.

Снежный покров. В соответствии с метеорологическими условиями была составлена пространственная составляющая программы наблюдений – с подветренной стороны от аварии был выделен так называемый «коридор» по направлению ветра в момент аварии и последующий приоритетный

промежуток времени. Пробы снежного покрова были отобраны через 5 часов после полной локализации пожара, что в то же время это соответствовало 24 часам после начала возгорания вылившегося из железнодорожных цистерн газового конденсата. Это позволяет сделать вывод о возможном

депонировании на поверхности снежного покрова образовавшихся при горении загрязняющих веществ в створе выбранного для исследований коридора. Результаты анализов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Концентрация загрязняющих веществ в снежном покрове исследуемой территории через 24 часа после аварии

Место отбора проб	Нефтепродукты мг/л	БПК полн мгО/л	Взвешенные вещества мг/л	Окисляемость бихроматная мгО/л	Бенз(а)пирен, мг/л
вблизи от места аварии	7,05	7,2	59,6	89,6	0,000182
100 м от места аварии	0,26	2,3	37,6	32,1	0,000026
500 м от места аварии	0,11	2,4	28,5	30,3	не опред.*
1000 м от места аварии	0,07	1,8	14,6	20,6	не опред.*
6000 м от места аварии	0,14	1,5	15,8	29,9	не опред.*
Киров, Комсомольская пл.	0,11	1,9	18,5	24,9	не опред.*
Киров, ул. Чапаева	0,09	2,1	17,4	13,9	не опред.*
фоновый створ г. Кирова	0,07	1,6	8,1	3,91	0,000002
ПДК к.б.	0,3	6	-	30	0,00001

Примечание: * - содержание бенз(а)пирена не определялось

Отбор проб проводился в месте аварии и на расстоянии 100 м, 300 м, 500 м, 1000 м и 6000 м от него. Одновременно были отобраны пробы снега в фоновой точке г. Киров (Заречный парк) и в ближайших по направлению ветра жилых районах – улица Чапаева и Комсомольская площадь. Наиболее значительное превышение ПДК бенз(а)-пирена зафиксировано в месте аварии (18,2 ПДК_{к.б.}) и на расстоянии 100 м от нее (2,6 ПДК_{к.б.}), в остальных точках содержание бенз(а)пирена не определялось, однако можно предположить, что оно многократно снижалось по аналогии с динамикой убывания концентрации от места аварии до 100 м от него, где снижение произошло более, чем в 7 раз. По нефтепродуктам наибольшее значительное превышения ПДК было обнаружено в месте аварии (23,5 ПДК_{к.б.}). На расстоянии 100 м от него превышения СГН уже не наблюдалось (0,9 ПДК_{к.б.}).

Водные объекты. Место аварии расположено в водоохранной зоне р. Вятка и одновременно в зоне санитарной охраны кировского водозабора, обеспечивающего питьевой водой около 400 тысяч жителей г. Кирова. Поскольку насыпи железнодорожного полотна и автомобильной дороги перекрыли прямое попадание разлитого газового конденсата и продуктов тушения пожара, из смеси этих жидкостей образовался ручей, который сформировался в дренажной системе и образовал локальный излив на ледовую поверхность р. Вятка. Самовозгорание этой жидкости способствовало образованию полыньи и прямому ее попаданию в воду на расстоянии нескольких километров выше по течению от водозабора.

На **первом** этапе программа наблюдений включала отбор проб загрязненного льда р. Вятка в месте выхода смеси газового конденсата и используемых для тушения жидкостей на ледяную поверхность реки, концентрация нефтепродуктов составила 2126 мг/дм³ (более 7000 ПДК). Одновременно в воде р. Вятка их концентрация составила 0,29 мг/дм³ (0,9 ПДК_{к.б.}), свинца – 0,003 мг/дм³

(ПДК_{к.б.}). При этом качество воды на кировском водозаборе постоянно анализировалось санитарными службами в рамках государственных наблюдений, превышений СГН не наблюдалось.

На **втором** этапе нами анализировалась вода во время таяния загрязненного снега в образовавшемся ручье на выходе в р. Вятка и воды в русле р. Вятка в приоритетных створах по продвижению пятна загрязнения. В табл. 2 представлены данные по изменению концентрации нефтепродуктов в р. Вятка 30 апреля 2014 г. (пик половодья) от места аварии до контрольного створа в районе нового моста. В табл. 3 представлены данные по содержанию нефтепродуктов в контрольном створе р. Вятка (район старого моста). Из данных табл. 2 и 3 можно заключить, что мероприятия по ликвидации последствий аварии и рекультивационные работы во многом обеспечивали отсутствие влияния по основному загрязнителю (нефтепродукты) на химический состав воды р. Вятка на городском водозаборе и в контрольном створе, содержание свинца с превышением СГН также не наблюдалось.

Почва. Анализ химического состава почв был произведен по двум показателям: нефтепродукты и подвижная форма свинца. Отбор почвенных проб был произведен на **первом** этапе 07.02.2014, на **втором** – 15.05.2014 после полного оттаивания почвы. Для сравнения и определения уровня загрязнения почв в месте аварии был выбран фоновый, не подверженный промышленному загрязнению Слободской район с подобным типом и механическим составом почвы. Судя по данным табл. 4 можно констатировать, что содержание нефтепродуктов и подвижных форм свинца в пробах почвы с места аварии как на первом этапе работ, так и на втором значительно превышают фоновые показатели. Поэтому после завершения всего комплекса рекультивационных работ требуется дополнительный анализ содержания этих химических веществ в почве на месте аварии, что отмечено в табл. 5.

Таблица 2. Изменение концентрации нефтепродуктов в воде ручья и р. Вятка в пик половодья 2014 года (30.04.2014)

Точка отбора	Концентрация, мг/дм ³ (ПДК _{к.б.} =0,3 мг/дм ³)
фоновый по отношению к аварии створ	0,3
ручей с места аварии (до нефтеловушки)	181,0
створ в районе набережной Нововятского района	1,9
створ в районе старого моста на р. Вятка	0,16

Таблица 3. Изменение концентрации нефтепродуктов в воде р. Вятка в контрольном створе (старый мост) в период рекультивации зоны аварии

Дата отбора пробы	Концентрация, мг/дм ³ (ПДК _{к.б.} =0,3 мг/дм ³)
30.04.2014	0,16
09.03.2014	0,042
12.03.2014	0,26
08.05.2014	0,18
06.08.2014	0,017

Таблица 4. Содержание нефтепродуктов и свинца в почве в месте аварии (мг/кг)

Наименование загрязняющего вещества	Место аварии		Фоновый показатель (май 2014 г.)
	февраль 2014 г.	май 2014 г.	
свинец (подвижная форма)	3,7	1,8	0,12
нефтепродукты	0,797	4,7	0,034

Таблица 5. Рекомендации для проведения работ по ОРЗН от аварийных химических воздействий по результатам геоэкологических исследований аварии 05.02.2014 в Нововятском районе г. Кирова

Приоритетные природные компоненты	Поселения, население которых нуждается в оценке риска здоровью от аварийного химического воздействия					
	Нововятский район г. Кирова		другие районы г. Кирова		Другие, расположенные ниже по течению р. Вятка от места аварии	
	1-й этап	2-й этап	1-й этап	2-й этап	1-й этап	2-й этап
атмосферный воздух	+	+	-	-	-	-
поверхностные водные объекты (р. Вятка)	-	+*	+	+*	-	+*
почвы	+	+*	-	-	-	-

Примечание: * - требуется продолжение исследований, поскольку рекультивационные работы не закончены

Таким образом, в результате геоэкологических исследований по предложенным принципам потенциально влияющих на состояние здоровья населения при аварии в Нововятском районе г. Кирова определены следующие природные компоненты: атмосферный воздух, вода р. Вятка, почвы. ОРЗН от воздействия химических веществ по данным первого оперативного этапа была целесообразна для жителей Нововятского района (атмосферный воздух, почвы) и других районов г. Кирова (вода р. Вятка, единственного источника водоснабжения г. Кирова). По результатам **второго** этапа исследований выявлено, что потенциальному риску подвергаются как жители Нововятского района (почвы), так и других районов г. Кирова и области (вода р. Вятка), поскольку рекультивационные работы не закончены.

Выводы:

1. Выполнение в два этапа по предложенным принципам геоэкологических исследований территории в рамках ОРЗН от химических веществ, загрязняющих окружающую среду во время аварий-

ных ситуаций, актуально, поскольку способствует более детальному выявлению количественных, качественных, временных и пространственных параметров химического загрязнения отдельных природных компонентов, оказывающих негативное воздействие на здоровье населения как во время аварии, так и в последующий период ликвидации ее последствий.

2. Предложенные принципы геоэкологических исследований были опробованы в Кировской области во время аварии на железнодорожных путях в Нововятском районе г. Кирова. В результате работы были уточнены пути миграции химических загрязнений в природной среде и выявлены приоритетные для анализа влияния на здоровье населения химические вещества, загрязняющие соответствующие природные компоненты, так или иначе взаимодействующие с населением. В работе сделаны выводы о том, что целесообразно продолжать исследования до полной ликвидации последствий аварии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Письмо Минздрава РФ от 20.11.1997 N 1100/37-97-04, Госкомэкологии РФ от 19.11.1997 N 19-0/11-560 (О Постановлении Минздрава РФ N 25, Госкомэкологии РФ N 03-19/24-3483 от 10.11.1997 «Об использовании методологии оценки риска загрязнения окружающей среды здоровью населения в Российской Федерации»). http://www.consultant.ru/?utm_source=sps. (Дата обращения: 25.09.2014).
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство Р 2.1.10.1920-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом России от 05.03.2004). http://www.consultant.ru/?utm_source=sps. (Дата обращения: 25.09.2013).
3. Приказ Минздрава России от 27.02.2001 № 11-3/61-09 (методические рекомендации по обработке и анализу данных, необходимых для принятия решений в области охраны окружающей среды и
4. здоровья населения). http://www.consultant.ru/?utm_source=sps. (Дата обращения: 25.09.2014).
4. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормы. <http://dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (дата обращения – 25.09.2014)
5. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131209 (дата обращения – 25.09.2014).
6. СанПиН 2.1.7.1287-03. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. <http://base.garant.ru/4179179>. (дата обращения – 25.09.2014).

**PRINCIPLES OF GEOECOLOGICAL RESEARCHES FOR THE RISK
ASSESSMENT TO THE POPULATION HEALTH FROM CHEMICALS
(ON THE EXAMPLE OF ACCIDENT ON THE RAILROAD IN
NOVOVYATSKIY DISTRICT IN KIROV CITY)**

© 2014 Т.А. Musikhina, Yu.A. Garyugin

Vyatka State University, Kirov

The principles of geoecological researches of abnormally polluted territory as in the available standard and methodical base there are no recommendations about the characteristic of ecological situation are offered. At impact of technogenic accidents with volley release of the chemicals polluting environment it is expedient to the population health to make the complex geoecological researches within a risk assessment in two stages (the first – an operational stage, the second – a stage of elimination the consequences).

Key words: *geoecology, chemical substance, environment, population health*