

Методические аспекты использования фоновых показателей при оценке экологического состояния территорий

© 2015. М. Г. Кургузкин¹, к.т.н., и. о. министра, П. М. Кургузкин², инженер,

¹Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики,

²Автономное учреждение «Управление Минприроды УР»,

e-mail: mgk@minpriroda-udm.ru

Рассмотрены методы оценки экологического состояния территории в зоне потенциального влияния опасных промышленных объектов. Предложено, наряду с использованием предельно допустимых концентраций, для оценки загрязнения использовать также сравнение текущих показателей с показателями фонового состояния территории. На примере объекта по уничтожению химического оружия показано непостоянство фоновых характеристик по площади территории и времени. Сформулированы методы анализа результатов экологического мониторинга с целью получения фоновых характеристик территории.

Methods of evaluation of the ecological State within the zone of influence of dangerous industrial objects. Invited, along with the use of maximum permissible concentrations for assessing pollution used to compare current performance with the background of the territory. For example, the chemical weapons destruction facility demonstrates the impermanence of background characteristics on the area and time. Provides methods for analysis of the results of environmental monitoring in order to obtain background characteristics of the territory.

Ключевые слова: мониторинг фонового состояния, предельно допустимые концентрации, поверхности фоновых концентраций, оценка уровня загрязнения территории

Keywords: monitoring background condition, maximum permissible concentrations, surface background concentrations, assessment of the level of contamination

Наличие полной и достоверной информации о состоянии территории в зоне потенциального влияния промышленных объектов (ПО) является одним из важнейших условий обеспечения экологической безопасности окружающей среды и населения. Для опасных ПО и производств, к которым относятся утилизация образцов вооружений и военной техники, уничтожение боеприпасов, боевых отравляющих веществ, значимость информации об экологическом состоянии окружающей территории многократно возрастает. Связано это, прежде всего, с вовлечением в технологический процесс утилизации особо токсичных веществ, попадание которых в окружающую среду может привести к тяжёлым экологическим и иным последствиям.

Собственно оценка экологического состояния территории, как правило, является результатом сравнения фактических значений некоторой совокупности её индивидуальных параметров и характеристик с их нормативными величинами. Например, рассматривая в качестве характеристик территории концентрации загрязняющих веществ в различных средах с целью оценки экологического состояния,

общепринятым является использование предельно допустимых концентраций (ПДК) этих веществ или схожих с ними по смыслу нормативных характеристик.

Подобная оценка является, безусловно, необходимой, она даёт представление об уровне экологической безопасности окружающей среды, прежде всего для проживающего населения, поскольку используемые на практике значения ПДК веществ загрязнителей в большинстве своём имеют санитарно-гигиеническое происхождение. Вместе с тем указанный подход «по определению» не учитывает исторически сложившиеся уровни загрязнения территории, не позволяет отслеживать тренды и прогнозировать развитие ситуации, исключает из сферы анализа более чувствительные, чем организм человека, индикаторы состояния окружающей природной среды [1].

С учётом изложенного выше оценку уровня загрязнения на основе использования ПДК следует признать, безусловно, необходимой, но при этом рассматривать её как элемент комплексной оценки экологического состояния территории.

Другим элементом, обеспечивающим полноту и достоверность оценки, может быть сравнение текущих экологических параметров и характеристик территории с их исходными (фоновыми) значениями. Использование такого подхода позволяет дополнительно решить следующие важные задачи:

- идентификация источника негативного воздействия;
- выявление трендов и прогноз развития экологической ситуации;
- оценка степени техногенной трансформации территории, как в процессе, так и в конце периода функционирования ПО;
- установление допустимых уровней выбросов и сбросов предприятия на основе достоверной информации о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и водных объектах соответственно.

Следует отметить, что процедура оценки с использованием фоновых характеристик ничем не отличается от подхода с использованием ПДК, однако само понятие «фона», с целью его корректного применения, требует определённого методического обоснования.

Прежде всего следует конкретизировать масштабный и временной факторы. Что касается первого – здесь и далее исследуется локальный уровень, в рамках которого рассматривается конкретный ПО и территория, ограниченная зоной его потенциального влияния.

Временной фактор зависит от целей оценки экологического состояния территории. Например, для опасных промышленных объектов, связанных с утилизацией систем вооружения, военной техники, боеприпасов, химического оружия, актуальной является информация о текущем состоянии окружающей среды в зоне потенциального влияния работающего объекта, а также о её состоянии в конце периода его эксплуатации. Важность последнего связана с определением возможного экологического ущерба и необходимости реабилитационных мероприятий, а также с оценкой инвестиционной привлекательности объекта при планировании дальнейшего конверсионного использования его инфраструктуры и перепрофилирования.

Для решения указанных задач в качестве «точки отсчёта» логично использовать совокупность экологических параметров и характеристик территории, определенных до начала функционирования ПО, как нового для неё источника негативного воздействия. Следует отметить, что некоторый, хотя и ограниченный, объём подобной информации является

результатом проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) на этапе проектирования объекта.

Количественные параметры и характеристики фонового состояния территории, в отличие от ПДК, являются результатом обследования территории. Поэтому для получения достоверных оценок фоновых характеристик, например, значений фоновых концентраций загрязняющих веществ в различных природных средах, выборки результатов обследования территории должны иметь объём, достаточный для корректного использования методов статистического анализа.

Выполнение этого условия, в свою очередь, приводит к увеличению периода обследования территории, которое превращается в своеобразный экологический мониторинг фонового состояния или фоновый мониторинг. Его результатом являются массивы числовых значений концентраций загрязняющих веществ в конкретной природной среде. При этом каждое значение концентрации связано как минимум с двумя координатами точки пробоотбора на местности и моментом времени пробоотбора. Таким образом, в общем случае результаты фоновой мониторинга могут быть представлены точечными числовыми массивами с пространственно-временной привязкой.

С точки зрения методов анализа указанных выше массивов необходимо отметить следующее обстоятельство. Распределение концентраций ЗВ по обследуемой территории зависит от множества факторов, в том числе и случайных. Под их влиянием формируется индивидуальная картина загрязнения, фиксируемая в определённые моменты времени. Эта картина может быть представлена в виде трёхмерной поверхности с координатами $C_i(x, y)$, где C_i – концентрация i -го загрязняющего вещества, а x и y – координаты точки поверхности (например, координаты точки пробоотбора). Концентрация ЗВ в каждой точке определяется наличием и интенсивностью источников загрязнения, их расположением и особенностями распространения загрязнителя. В процессе фоновой мониторинга координаты точек пробоотбора остаются неизменными, однако значения концентраций в каждой конкретной точке, определенные в различные периоды времени, являются результатом воздействия факторов различной природы. Использование в данном случае таких характеристик, как, например, средняя по территории фоновая концентрация вещества, за исключением случаев распределения загряз-

нений, близкого к равномерному, не является корректным.

Таким образом, задача определения характеристик фонового загрязнения может быть сформулирована как установление зависимостей $C_i(x, y)$ с учётом изменчивости во времени значений $C_i(x_j, y_j)$, где x_j и y_j – координаты точки в пределах исследуемой территории. При этом, поскольку под фоновым состоянием территории понимается её состояние до начала эксплуатации ПО, величина C_i по определению учитывает интегральное воздействие существующих естественных и техногенных источников.

С учётом изложенного выше в качестве примера рассматриваются некоторые результаты мониторинга фонового состояния окружающей среды в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта по уничтожению химического оружия (ОУХО) в п. Кизнер Удмуртской Республики. Расположение точек отбора проб почвы как природной среды, наиболее полно аккумулирующей загрязняющие вещества и продукты их трансформации, показано на рисунке 1.

На рисунках 2 и 3 в качестве примера приведены поверхности концентраций мышьяка и фосфора в почвенном покрове для фиксированного момента времени, построенные

для всех участков пробоотбора, показанных на рисунке 1.

Как следует из рисунков, распределение почвенных концентраций мышьяка и фосфора по территории ЗЗМ носит явно нерегулярный характер с наличием нескольких областей пиковых значений. Отмеченные особенности распределения концентраций могут являться предметом самостоятельного исследования с учётом того, что на рассматриваемом отрезке времени ОУХО еще не функционирует, а у объекта хранения химического оружия отсутствуют источники загрязнения почв указанными веществами. В рассматриваемом случае поверхности концентраций приведены с целью иллюстрации сложности их аналитической или сплайн аппроксимации с целью дальнейшей практической оценки состояния территории. В этом случае наиболее удобным представляется хранение информации о фоновом загрязнении в виде цифровых массивов, привязанных к территории (цифровой карте местности), и их визуализация в пространстве «координаты – концентрация» с помощью специализированных программных продуктов, например [2]. Такой подход широко используется в практике и носит название геоинформационных систем [3, 4].

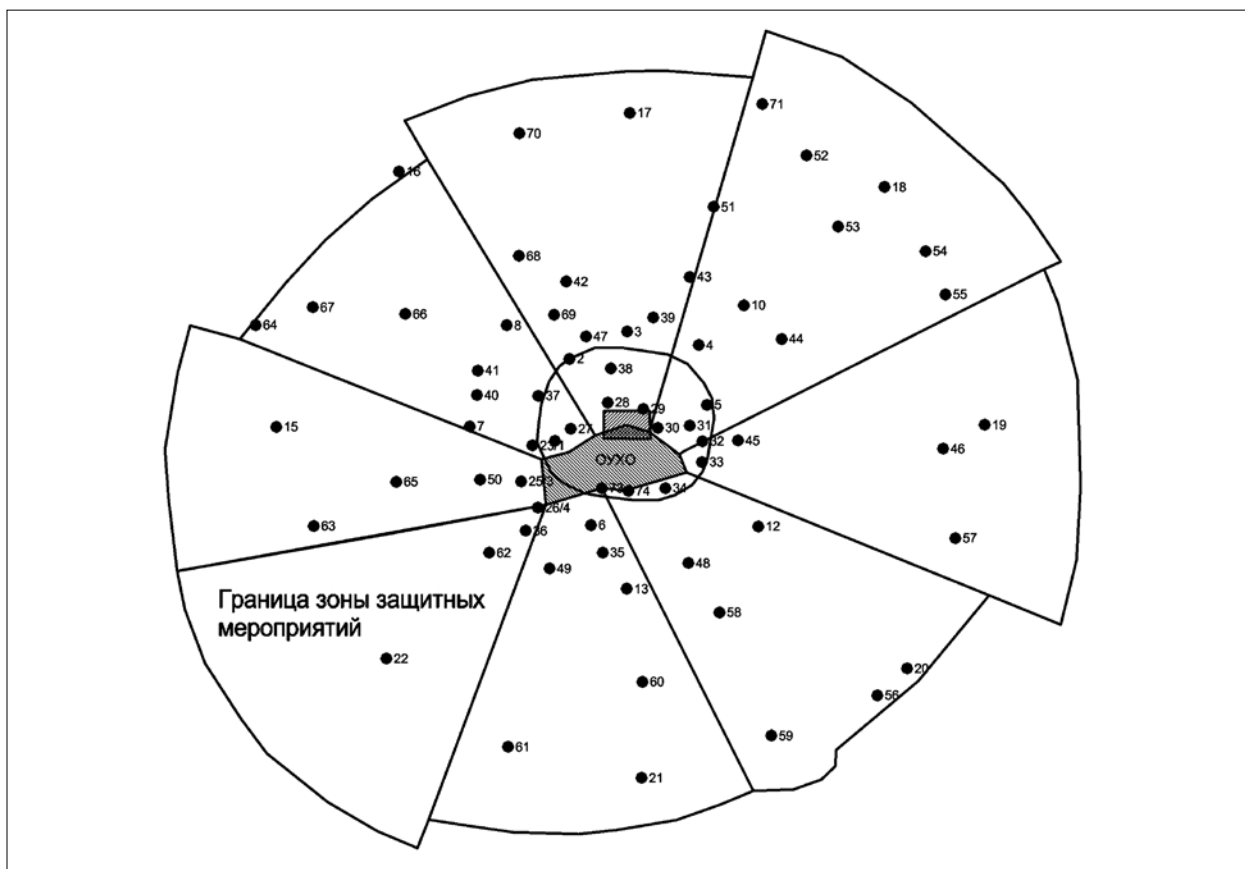


Рис. 1. Расположение участков отбора проб почвы в пределах зоны защитных мероприятий

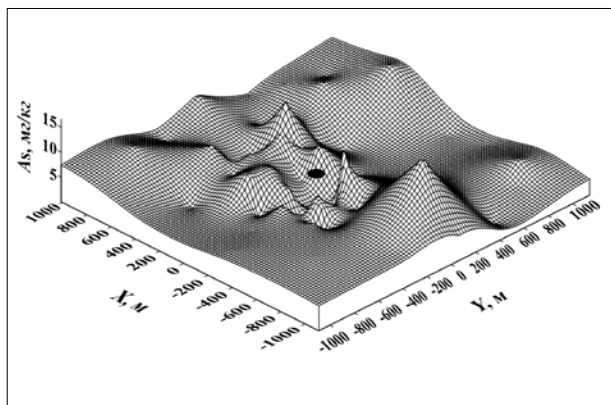


Рис. 2. Концентрация мышьяка в почве исследуемой территории: ● – объект УХО

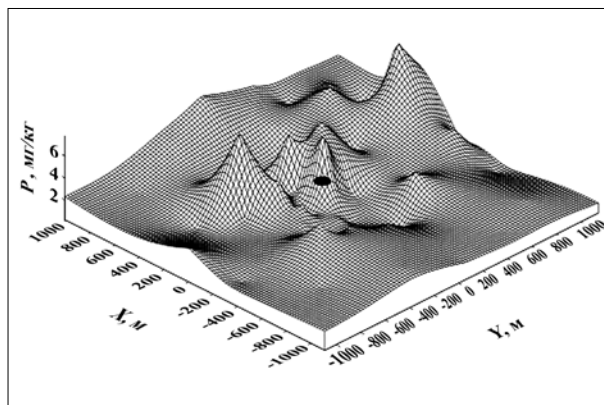


Рис. 3. Концентрация фосфора в почве исследуемой территории: ● – объект УХО

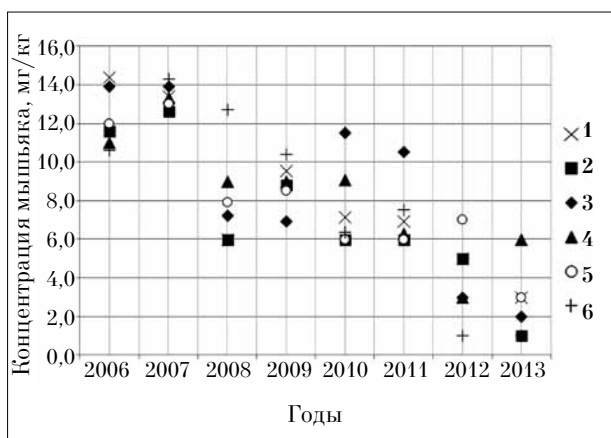


Рис. 4. Значение концентраций мышьяка в почве по шести точкам пробоотбора в различные периоды времени: номера участков соответствуют рис. 1.

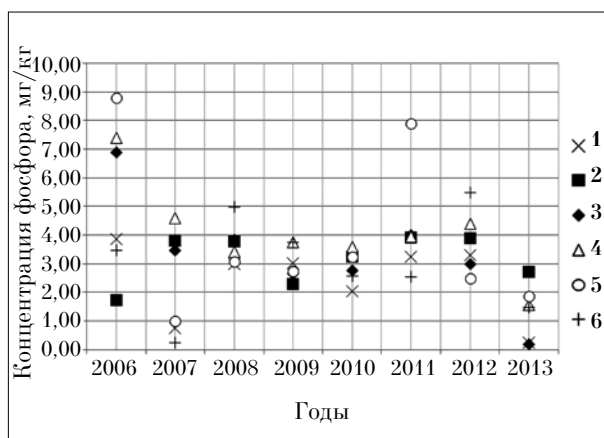


Рис. 5. Значение концентраций фосфора в почве по шести точкам пробоотбора в различные периоды времени: номера участков соответствуют рис. 1.

Важным моментом, имеющим существенное методическое значение, является актуализация поверхности $C_i(x, y)$ для её использования в качестве «точки отсчёта» при оценке возможных изменений качества окружающей среды под воздействием рассматриваемого ПО.

Как указывалось выше, достаточно длительный период мониторинга фонового состояния окружающей среды с целью получения статистически значимого материала неминуемо приводит к тому, что на результаты обследования могут влиять как случайные факторы, так и, например, естественные процессы, происходящие в окружающей природной среде. В общем случае не исключено антропогенное и техногенное влияние других источников.

С учётом этих факторов представление об экологическом состоянии территории на отрезке времени от начала измерений до пуска объекта как о некоторой «константе» в общем случае представляется не корректным.

В качестве примера, подтверждающего этот вывод, на рисунках 4 и 5 приведены концентрации мышьяка и фосфора, определённые в различные моменты времени (годы) фонового мониторинга почвенного покрова в ЗЗМ ОУХО в п. Кизнер Удмуртской Республики. Для примера использованы точки, минимально отстоящие от промышленной зоны объекта (рис. 1).

Как следует из рисунков, концентрация мышьяка в почве имеет тенденцию к снижению, в то время как содержание фосфора демонстрирует отсутствие явного тренда во времени. Причины возникновения трендов фоновых концентраций также могут являться объектом отдельного исследования. Важно лишь отметить, что в общем случае следует предполагать индивидуальный характер изменения во времени концентрации каждого контролируемого вещества в отдельной исследуемой точке. Из этого следует, что для получения актуальных поверхностей фоновых

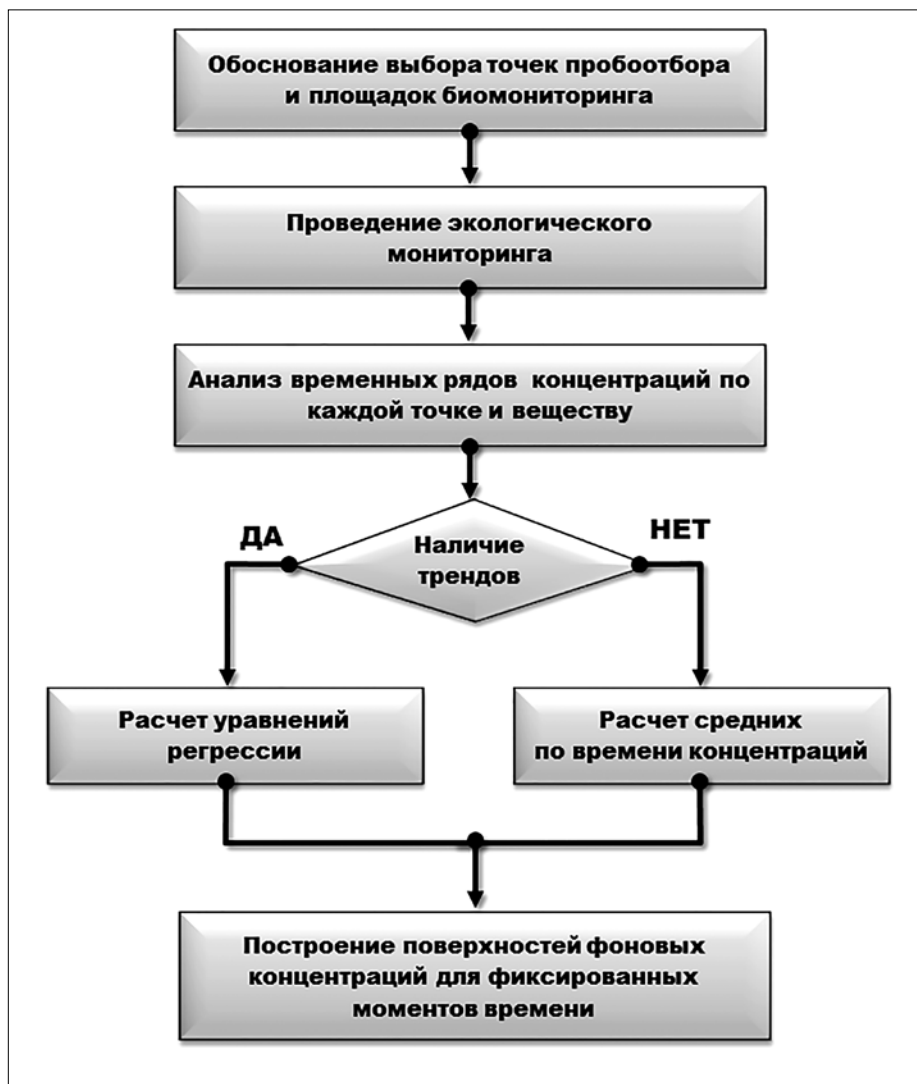


Рис. 6. Алгоритм определения фоновое загрязнение территории

концентраций на момент начала функционирования ПО необходим анализ временных рядов для каждого вещества и точки территории.

С учётом изложенного выше на рисунке 6 показан вариант последовательности действий по определению фоновых концентраций загрязняющих веществ в природных средах.

Следует отметить, что при достаточно большом количестве участков пробоотбора (рис. 1) и контролируемых веществ для обработки и анализа результатов фоновое мониторинга в соответствии с предложенным алгоритмом необходимо использование или разработка специального программного обеспечения.

С целью комплексной оценки в качестве фоновых характеристик, наряду с показателями загрязнения природных сред на рассматриваемой территории, необходимо использовать также показатели исходного состояния биоты. Мониторинг растительного и животного мира

в ЗЗМ ОУХО обстоятельно рассмотрен в работе [5]. С целью получения фоновых характеристик на специально выделенных площадках определяются показатели состояния типичных представителей растительного и животного мира, полезным может явиться использование интегральных показателей [1]. Проведение биологического мониторинга растительного и животного мира в период эксплуатации ПО, в свою очередь, позволяет получить текущие параметры, сравнение которых с начальными даёт оценку степени трансформации биоты в зоне влияния ПО.

Литература

1. Воробейчик Е. Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М. Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 279 с.

2. Силкин К. Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8: Учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Изд. Воронежского университета, 2008. 66 с.

3. ДеМаре Майкл Н. Географические информационные системы. Основы: Пер. с англ. М: «Дата+», 1999. 287 с.

4. Сердюцкая Л. Ф., Яцишин А. В. Техногенная экология: Математико-картографическое моделирование М: Книжный дом «Либроком». 2009. 232 с.

5. Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

УДК 579.222

Определение ди-(2-этилгексил)фталата в поливинилхлоридных пластиках масс-спектрометрическим и биосенсорным методами

© 2015. Т. Н. Кувичкина¹, к.б.н., н.с., Д. В. Будина², аспирант, А. С. Олькова², к.б.н., доцент, А. Н. Решетиллов¹, д.х.н., зав. лабораторией, Т. Я. Ашихмина^{2,3}, д.т.н., зав. кафедрой, зав. лабораторией,

¹ Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН,

² Вятский государственный гуманитарный университет,

³ Институт биологии Коми научного центра УрО РАН,
e-mail: kuv@ibpm.puschino.ru

Для изготовления поливинилхлоридных (ПВХ) пластиков в качестве пластификатора используют диэфиры орто-фталевой кислоты, например, ди-(2-этилгексил)фталат (ДЭГФ). Ранее нами было показано, что пластификатор может мигрировать из изделий в водные контактирующие среды и угнетать жизнеспособность и плодовитость *Daphnia magna*. В данной работе определяли содержание ДЭГФ масс-спектрометрическим методом и разрабатывали биосенсорный амперометрический метод в качестве недорогой альтернативы. Анализировали водные экстракты из трёх образцов пластиков - высокопластифицированного, среднепластифицированного и низкопластифицированного. Масс-спектрометрическим методом анализа в экстрактах выявлено наличие ди-(2-этилгексил)фталата. При реализации амперометрического подхода биорецептором служили иммобилизованные актинобактерии *Rhodococcus wratislaviensis* VKM Ac-2631 D. Была построена градуировочная зависимость ответов биосенсора от концентрации динатриевой соли орто-фталевой кислоты. В течение 3 суток ответ сенсора оставался стабильным. Разработанный метод позволил количественно определить долю пластификатора, мигрировавшего из образцов.

For the production of polyvinylchloride (PVC) plasticized using a plasticizer as diesters of ortho-phthalic acid such as di(2-ethylhexyl)phthalate. We have previously shown that the plasticizer can migrate from the product in an aqueous medium and contacting inhibit the viability and fertility of *Daphnia magna*. In this paper, the content of di(2-ethylhexyl)phthalate is determined by mass-spectrometry, and develop a biosensor an amperometric method as an inexpensive alternative. Aqueous extracts were analyzed three samples of flexible PVC. Mass-spectrometry analysis of the extracts revealed the presence of di-(2-ethylhexyl)phthalate. The amperometric approach bioreceptors were immobilized actinobacteria *Rhodococcus wratislaviensis* VKM Ac-2631 D. It was built the calibration dependence on the concentration of the responses of the biosensor disodium salt of ortho-phthalic acid. Within 3 days of the sensor response was stable. The developed method has allowed to quantify the proportion of plasticizer to migrate from samples.

Ключевые слова: поливинилхлоридные пластикаты, ди-(2-этилгексил)фталат, масс-спектрометрия, орто-фталевая кислота, *Rhodococcus wratislaviensis*, амперометрический биосенсор

Keywords: polyvinylchloride compound, di-(2-ethylhexyl)phthalate, mass-spectrometry, ortho-phthalic acid, *Rhodococcus wratislaviensis*, amperometric biosensor.

Пластикаты представляют собой мягкие продукты на основе поливинилхлорида (ПВХ), которые обладают высокой эластичностью в широком диапазоне температур. ПВХ пластикаты используются в качестве изоля-

ционных материалов, защитных оболочек кабелей, химически стойких прокладочных или герметизирующих материалов, отделочных материалов, а также для изготовления водопроводных труб, детских игрушек, тары для