

УДК 504.064.3

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

© 2021 А.А. Амосова, Е.А. Амосов, А.Н. Сухонослова, А.Ю. Чуркина

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 02.06.2021

Статья посвящена актуальной проблеме прикладной экологии – достоверному определению класса опасности нефтесодержащих отходов, образование которых значительно и вносит большой вклад в общий уровень негативного воздействия на окружающую среду предприятий нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли. Сопоставление результатов определения химического состава нефтесодержащих отходов с результатами установления их классов опасности расчетным и экспериментальным методом позволило выявить ряд принципиальных проблем. Для их решения требуется изменение научно-методических подходов к способам определения экологической опасности (класса опасности) и биологической активности нефтесодержащих отходов. В частности, при количественном химическом анализе отходов не целесообразно определять содержание тяжелых металлов. При биологических экспериментах необходим комплексный подход с использованием более широкого диапазона тест-объектов.

*Ключевые слова:* Отход нефтесодержащий, класс опасности, опасность экологическая, активность биологическая, методика определения, метод расчетный, биотестирование, тест-объект

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-5-19-24

### ВВЕДЕНИЕ

В состав нефтесодержащих отходов зачастую входят компоненты с ярко выраженной биологической активностью (сложная смесь углеводородов, соединений серы, хлоридов и т.п.), которые обуславливают высокую экологическую опасность данного вида отходов [5]. Например, парафины содержатся в нефти практически любого месторождения и влияют на устойчивость нефтесодержащих отходов в природных системах [14].

Негативное воздействие на экосистему проявляется в угнетении микробиологической активности почв [21], нарушении фотосинтеза и процессов внутриклеточного обмена веществ [1], возникновении генетических перестроек [10] и накоплении токсичных компонентов нефти и продуктов ее разложения (жирных кислот,

*Амосова Антонина Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Химическая технология и промышленная экология».*

*E-mail: amosovaantonina@yandex.ru*

*Амосов Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы».*

*E-mail: amosov-ea@yandex.ru*

*Сухонослова Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Химическая технология и промышленная экология». E-mail: syhovey@mail.ru*

*Чуркина Анна Юрьевна, кандидат химических наук, доцент кафедры «Химическая технология и промышленная экология». E-mail: n2009ch@yandex.ru*

терпеноидов [26], тяжелых металлов [9]) в самых разных живых организмах.

Особую опасность представляет тот факт, что, аккумулируясь в почве и растениях, токсичные компоненты нефтесодержащих отходов проникают в пищевую цепь, конечным звеном которой зачастую является человек.

В настоящее время существует ряд подходов к оценке биологической активности и экологической опасности нефтесодержащих отходов, при этом из-за высокой стоимости и технологической сложности использование ряда из них ограничено.

### АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

Приоритетным методом оценки экологической опасности на сегодняшний день является аналитический (расчетный) метод, который базируется на определении коэффициентов степени опасности компонентов отходов и требует установления количественного содержания химических или морфологических составляющих отхода, согласно [12]. Однако, у данной методики можно выделить и слабые стороны: отсутствие учета индивидуальной чувствительности человека к одному и тому же количеству токсического вещества; большое количество времени для поиска достоверных сведений по компонентам отходов, необходимых для определения

коэффициентов степени опасности; не все отходы включены в банк данных об отходах, в связи с чем соотнести химический и (или) компонентный состав можно не по всем отходам; класс опасности отхода зависит не от реально опасного компонента, а от компонентов, содержащихся в высоких концентрациях; невозможность учета в практической деятельности синергического и антагонистического эффектов поллютантов; неразрешимость проблемы оценки влияния на токсичность или иные лимитирующие свойства поллютантов разнообразных природных факторов; невозможность получения информации о вторичных эффектах действия поллютантов, вызванных их накоплением и трансформацией в различных звеньях экосистем; колебания концентраций значимых компонентов в отходах переменного состава (нефтешламах, замазученных грунтах).

Повысить точность и эффективность расчетного метода во многом помогает способ прогнозирования качественного состава нефтесодержащих отходов, который позволяет определить концентрации и перечень приоритетных компонентов; характеристики которых будут определять их степень опасности для окружающей природной среды [18].

Нефть – это раствор органических соединений сложного состава, в котором обнаружено более 450 различных веществ, в основном парафиновые (алканы), нафтеновые (циклоалканы), ароматические углеводороды, олефины [19]. Кроме того, в нефти в значительных количествах (0,001-14 %) могут присутствовать соединения серы [6], вода - от 1,0 до 99 %, и минеральные соли (в основном хлориды и сульфаты натрия, кальция, магния и др.) [23]. Таким образом, в нефтесодержащих отходах будут присутствовать соли главных катионов и анионов, содержащиеся в пластовой воде, в основном хлориды и сульфаты натрия.

Присутствие минеральных солей в виде кристаллов и раствора в воде приводит к интенсивной коррозии материалов оборудования и трубопроводов [25]. Газ в составе нефти также имеет высокую коррозионную активность [16, 25]. Таким образом, в результате контакта нефти и пластовой воды с оборудованием в составе нефтесодержащих отходов будут находиться окислы и гидроокислы железа.

При появлении аварийных ситуаций на предприятиях нефтедобычи и нефтепереработки, порывах нефтепроводов пластовые воды или продукты питания переработки нефти оказываются в естественных экосистемах, создавая нефтешламы и замазученные грунты в ходе неизбежного размешивания с исконными породами или почвами. Таким образом, в составе каждого нефтесодержащего отхода будут находиться

как нефть или продукты ее переработки, так и непосредственно грунт. Минеральный состав грунтов, как принцип, формируется в основном из кварца, алюмосиликатов и карбонатов в различных соотношениях. В соответствии с этим, в составе самого отхода будут находиться оксиды кремния, алюминия, а кроме того, карбонаты кальция и магния, как главные элементы почвы.

Конечно, химический состав нефтешламов и замазученных грунтов гораздо шире и разнообразнее приведенного выше перечня компонентов. Так, эти отходы содержат широкий спектр металлов и их соединений. Однако, уровень значимости концентраций микрокомпонентов для определения класса опасности и для окружающей природной среды очень низок. Например, концентрация кадмия в нефтешламах составляет около 0,3 мг/кг или 0,00003 % масс. [14]. Несмотря на то, что он имеет высокий коэффициент степени опасности для окружающей среды, как компонент отхода, равный 309,03 [12], что говорит об его очень высокой токсичности, при расчете класса опасности отхода вклад этого компонента в показатель степени опасности нефтесодержащих отходов очень низок из-за чрезвычайно малой концентрации (менее 0,01 %). Поэтому учет концентрации тяжелых металлов – кадмия, никеля, ванадия и др., практически не приводит к изменению величин степени опасности и, соответственно, класса опасности нефтесодержащих отходов.

Следовательно, проводить дорогостоящие и трудозатратные работы по определению концентраций микрокомпонентов для расчета класса опасности нефтесодержащих отходов практически нецелесообразно. В перечень основных, концентрационно значимых компонентов, подходящих для экспериментального количественного определения химического состава этих отходов и расчета класса опасности следует включить воду, углеводороды дизельной фракции, асфальтены, смолы, соли натрия, кальция, магния, сульфаты и хлорида, а также серу и оксид железа (III) [24].

#### **ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ**

Согласно [12], в ситуации, когда в силу различных причин показатели качественного и количественного состава отхода невозможно определить, то класс опасности отхода определяется методом биодеградации или биотестированием.

Отход признают биохимически разлагаемым, если по истечении 28 дней или раньше химическое потребление кислорода (ХПК) в натуральной пробе водной вытяжки отхода в сме-

си с активным илом снижается не менее, чем на 60 %, либо химическое потребление кислорода в фильтрованной пробе снижается не менее, чем на 70 %. [12]. Метод биодеградации, несомненно, способствует получению более комплексной картины поведения отхода в природных объектах окружающей среды, например, в случае накопления или размещения нефтешлама в шламовом амбаре. В состав нефтешлама зачастую входят самые разные органические и неорганические компоненты в различных соотношениях, поэтому исследование процесса биодеградации такого вида отходов позволило бы оценить реальную опасность накопления больших объемов нефтешламов в окружающей среде [28]. Однако, следует отметить, что в методике [12] не оговорен конкретный микробиологический состав применяемого активного ила, в то время как видовые составы различных илов сильно разнятся.

В настоящее время известно, что наиболее активные деструкторы нефти встречаются среди бактерий *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Rhodococcus*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Xanthomonas*, *Alcaligenes*, *Nocardia*, *Brevibacterium*, *Mycobacterium*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Enterobacteriaceae*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Sphaerotilus*. Они характеризуются способностью к усвоению широкого спектра углеводов, включая и ароматические, обладают высокой скоростью роста и, следовательно, представляют большой практический интерес [27]. Способность усваивать углеводы нефти также присуща и актиномицетам (внимание привлекает многочисленный род *Streptomyces*) и дрожжам (выделяют род *Candida* и *Torulopsis*) [29]. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно было уточнить систематику организмов, рекомендуемых для исследования процесса биодеградации отхода с целью установления его класса опасности.

Метод биотестирования также является наиболее широко востребованным, так как позволяет в короткие сроки оценить самые различные аспекты токсичности отходов для живых организмов и ранжировать степень их экологической опасности в дополнение к химико-аналитическому комплексу. В целом данный метод обладает рядом несомненных достоинств: улавливание самых слабых антропогенных нагрузок вследствие эффекта кумуляции дозы вредного воздействия; суммация действия всех без исключения биологически вредных антропогенных факторов; фиксация скорости происходящих в окружающей среде изменений и т.д.

Однако, следует отметить и существенные ограничения применения данного метода. Например, возможны погрешности точности эксперимента из-за чрезвычайной восприимчивости живых тест-организмов или их недостаточной

чувствительности к токсиканту. Результаты с использованием инфузорий *Paramecium* в некоторых случаях трудно интерпретировать, так как они не очень чувствительны к тяжелым металлам и обычно обладают положительным хемотаксисом к действию органических соединений. При тестировании чистых контрольных растворов чаще всего фиксируется отрицательный хемотаксис, как и при тестировании сильно загрязненных вытяжек отходов [15]. Данные, полученные на водорослях *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Nitella* во время биотестирования водных вытяжек из отходов, трудно интерпретировать из-за часто регистрируемого эффекта стимуляции, вызванного присутствием биогенных веществ в исследуемой воде. В методике определения токсичности водных вытяжек отходов по ферментативной активности *Echerichia coli* в качестве тест-реакции используется визуальная колориметрическая оценка, которая снижает уровень достоверности полученных данных [5, 7].

В токсикологическом эксперименте согласно [22] в качестве тест-объектов используются мыши *Mus albus officinarum*, крысы *Rattus nozue Domesticus*, кролики *Oryctolagus cuniculus*. Однако, такое исследование зачастую сопряжено не только с необходимостью привлечения высококвалифицированного персонала, но и дорогостоящего оборудования и специализированного компьютерного обеспечения. Например, при исследовании острой токсичности отхода, непрерывное наблюдение за животными необходимо осуществлять в течение суток. Для этого делают видеозапись поведения подопытных животных в течение первых 24 часов после введения изучаемого отхода (вытяжки отхода). Затем осуществляют полноценный анализ видеозаписи на предмет проявлений интоксикации, используя пакет программ RealTimer и программу видео-трекинга, позволяющую оценить некоторые параметры двигательной активности животных. Однако, данный тип программ не способен выявить дефекты мелкой моторики, симптомы неврологического дефицита, судороги и т.д. и для более детального анализа требуется дополнительный пакет специализированных компьютерных программ. Еще один существенный недостаток токсикологического эксперимента - необходимость постоянно поддерживать «чистоту» популяции лабораторных животных и строго соблюдать условия содержания в виварии [20].

Использование растительных тест-систем: лук репчатый (*Allium cepa*), овес (*Avena L.*), белая горчица (*Sinapis alba L.*), пшеница (*Triticum aestivum L.*), гречиха (*Fagopyrum L.*), огурец (*Cucumis L.*), кресс-салат (*Lepidium sativum L.*), соя (*Glycine L.*), лен (*Linum L.*), также имеет существенные ограничения. Между растениями

и млекопитающими существуют значительные фармакокинетические и биохимические различия. Это ограничивает использование результатов исследования. Тест-системы растений не обладают чувствительностью к некоторым классам промутагенов, таким как нитрозамины, гетероциклические амины и полициклические ароматические углеводороды [2]. Кроме того, метод оценки фитотоксичности не всегда работает в том случае, если пробы нефтесодержащих отходов различаются по механическому составу, количеству органики и пр., что встречается повсеместно, когда речь идет об удаленных друг от друга точках пробоотбора [2].

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ

Для того, чтобы избежать хотя бы малую часть названных выше трудностей, специалистами все чаще предлагаются новые научно-методические подходы к выбору тест-организмов. Эти подходы основаны на эволюционных, физиологических, психо-поведенческих и других особенностях организмов [17]. Суть этих предложений заключается в учете основных особенностей адаптационных процессов и данных о чувствительности и резистентности тест-организмов, во введении в практику биотестирования элементов отологического анализа, а также в правильности определения сроков тестирования. По перечисленным критериям наиболее подходящими являются беспозвоночные гидробионты (ракообразные и брюхоногие моллюски), обладающие достаточно высоким уровнем организации [20]. Однако, наиболее корректный результат достигается при использовании нескольких тест-объектов из разных систематических групп. В нормативных документах рекомендовано использовать как минимум два тест-организма [12, 13, 22]. В научной литературе опубликованы разработки по созданию тест-системы, состоящей из трех-четырех представителей животного и растительного мира. В качестве тест-организмов рекомендуется задействовать представителей трех трофических уровней: «продуценты – консументы – редуценты». Например, результаты с высокой достоверностью демонстрирует тест-система: «аквариумные рыбки гуппи – моллюски – рачки дафнии» или система «*Paramecium caudatum* – *Chlorella vulgaris* – *Escherichia coli*». При этом используются следующие критерии: в случае гибели 50 % особей одного организма вода оценивается как слабо токсичная, в случае гибели 50 % особей всех испытываемых видов – как сильно токсичная [4].

Повысить точность и эффективность экспериментального метода во многом помогает метод построения корреляционных математических моделей, позволяющий дать уточненную оценку воздействия отхода на конкретный тест-объект.

Литературные данные свидетельствуют, что в замкнутых системах для описания динамики экотоксикологических процессов успешно используются S-образные кривые [11]. Например, анализ с использованием S-образных кривых позволяет диагностировать наличие неспецифических признаков поражения даже для значительных выборок, как в случае исследования дозовых зависимостей интегральных параметров состояния отдельных компонентов экосистемы (запас и густота древостоя, сомкнутость полога, доля сухостоя по запасу, плотность всходов и подроста; общая фитомасса травяно-кустарничкового яруса и луговой растительности, видовое богатство, видовая насыщенность, сходство с фоновым сообществом по видовой структуре и др.) от концентраций тяжелых металлов [8].

Таким образом, построение математических корреляционных моделей позволяет получить предполагаемые зависимости между параметрами опытов даже при небольшом количестве экспериментальных данных и довольно заметном разбросе опытных значений.

Кроме того, представляется целесообразным одновременно с общей оценкой токсичности водной вытяжки отходов, исследовать реакцию тест-объекта на конкретные компоненты отхода, для выявления наличия/отсутствия чувствительности к ним, а также учитывать растворимость тестируемого компонента в водной вытяжке. Например, токсичность нефтезагрязненных почв, определяемая методом проращивания семян высших растений непосредственно в самой почве, выше, чем токсичность водных вытяжек из этих же нефтезагрязненных почв, определяемая на традиционных для водной токсикологии тест-объектах. Это связано с малой растворимостью в воде нефтепродуктов. [15, 23].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что понятие «опасность отходов» является очень широким и сложным, а его количественное выражение и ранжирование (установление классов опасности) требует соответственно комплексного междисциплинарного подхода. Базельская конвенция подчеркивает, что потенциальная опасность отдельных видов отходов еще не полностью задокументирована и есть острая необходимость в методиках для количественной оценки такой опасности [3].

## ВЫВОДЫ

Исходя из всего вышесказанного можно сказать, что сравнительный анализ методик оценки биологической активности и экологической опасности отходов обнаруживает наличие существенных ограничений в их применении и наличие многочисленных факторов, влияющих на достоверность определения класса опасности отходов. Это подчеркивает необходимость разработки усовершенствованных методик определения класса опасности отходов по уровню негативного воздействия на окружающую среду и для здоровья человека, учитывающих все перечисленные в данной статье существующие недостатки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ действия нефти на фитокомпоненты агроэкосистем и вопросы рекультивации загрязненных нефтью земель / *Р.Г. Минибаев, Г.Г. Кузяхметов, Н.А. Киреева, З.Н. Сайфуллина* // Синтаксономия и динамика антропогенной растительности. Уфа, 1986. С. 144-158.
2. Анализ методов фитоиндикации и фитотестирования антропогенного нарушения среды на примере модельных растительных сообществ / *Т.А. Горшкова, Е.С. Макаренко, Н.В. Амосова, Е.А. Казакова, Н.Н. Павлова* // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. 2013. № 3 (146). 8-13 с.
3. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 22 марта 1989 года) с поправками по состоянию на 8 октября 2005 года [Электронный ресурс]. Ратифицирована Федеральным законом от 25 ноября 1994 года № 49-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».
4. Биологическая оценка токсичности городских почв в почвенно-экологическом мониторинге / *Т.В. Бардина, М.В. Чугунова, Л.П. Капелькина, В.И. Бардина* // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 2. С. 87-91.
5. *Гридина М.С.* Изучение влияния компонентов нефтесодержащих отходов на качество продуктов гидроочистки углеводородных фракций: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Самара, 2014. 22 с.
6. *Добрянский А.Ф.* Химия нефти. Л., 1961. 224 с.
7. *Жмур Н.С.* Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России. М., 1997. 117 с.
8. *Жуйкова Т.В., Безель В.С.* Экологическая токсикология. М., 2018. 362 с.
9. *Захаров А.И., Гаркунов Г.А., Чижов Б.Е.* Лесная рекультивация шламовых амбаров // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Тюмень, 2006. С. 142-149.
10. *Ипатов В.И.* Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды. М., 2005. 224 с.
11. *Каплин В.Г.* Основы экотоксикологии. М., 2006. 232 с.
12. Критерии отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс]. Утверждены приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 года № 536. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».
13. *Луцый Е.А., Ларин И.Н.* Сравнительный анализ методик биотестирования / сборник статей Международной научно-практической конференции «Проблемы обеспечения химической безопасности в современных условиях (итоги и аспекты технологических решений, экоаналитического контроля и эколого-гигиенического мониторинга)». Пенза, 2015. С. 55-58.
14. *Мазлова Е.А., Мецерьяков С.В.* Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки. М., 2001. 56 с.
15. Метод биотестирования природных и сточных вод с использованием рачка *Ceriodaphnia dubia* / *Б.А. Флеров, Н.С. Жмур, М.Н. Очирова, И.В. Чалова* // Методы биотестирования вод: Сб. ст. АН СССР. Черноголовка, 1988. С. 111-114.
16. *Мухаметшин М.М.* Повышение эффективности эксплуатации нефтепромысловых систем: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2001. 20 с.
17. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [Электронный ресурс]. Приложение к приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 года № 552 (с изменениями от 12 октября 2018 года, 10 марта 2020 года). Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».
18. Очистка почв от нефтяного загрязнения и оценка ее эффективности / *В.А. Бурлака, Д.Е. Быков, И.В. Бурлака, Н.В. Бурлака, А.Н. Сухонослова* // Экология и промышленность России. 2009. № 10. С. 18-20.
19. *Панов Г.Е.* Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. М., 1986. 245 с.
20. РД-АПК 3.10.07.02-09 Методические рекомендации по содержанию лабораторных животных в вивариях научно-исследовательских институтов и учебных заведений [Электронный ресурс]. Утверждены Министерством сельского хозяйства РФ 1 декабря 2009 года. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».
21. Рекультивация нефтезагрязненных земель лесостепной зоны Татарии / *М.З. Гайнутдинов, С.М. Самосова, Т.И. Артемьева, М.Ю. Гилязов, И.Т. Храмов, И.А. Гайсин, В.И. Фильченкова, А.К. Жеребцов* // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М., 1988. С. 177-197.
22. Санитарные правила СП 2.1.7.1386-03 «Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления» [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».
23. *Ситдикова С.Р.* Применение химических реагентов для совершенствования процессов подготовки нефти: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2003. 23 с.
24. *Сухонослова А.Н.* Совершенствование оценки класса опасности нефтесодержащих отходов и способа их обезвреживания: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2009. 18 с.

25. Трубопроводный транспорт нефти и газа / Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров [и др.]. М, 1988. 368 с.
26. Ясар Ф., Эльальтиглу С., Ильдис К. Действие засоления на антиокислительные защитные системы, перекисное окисление липидов и содержание хлорофилла в листьях фасоли // Физиология растений. 2008. № 6. С. 869-873.
27. Genotoxicity testing of the herbicide Roundup and its active ingredient glyphosate isopropylamine using the mouse bone marrow micronucleus test, Salmonella mutagenicity test, and Allium anaphase-telophase test / Rank J., Jensen A.G., Skov B., Pedersen L.H., Jensen K. // Mutat Res. 1993. V. 300 (1). P. 29-36.
28. Ramos M.P., Rodriguez A.R. Genotoxicity of two arsenic compounds in germ cells and somatic cells of *Drosophila melanogaster* // Environ. and Mol. Mutagenes. 1995. No 4. P. 288-299.
29. Water relations and leaf expansion: importance of time scale / Munns R., Passiounara J., Guo J., Chazen O., Gramer J. // J. Exp. Bot. 2000. V. 51. P. 1495- 1504.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR ASSESSING OILY SOLID WASTE ENVIRONMENTAL HAZARD

© 2021 A.A. Amosova, E.A. Amosov, A.N. Sukhonosova, A.Yu. Churkina

Samara State Technical University, Samara, Russia

The article is devoted to an actual problem of applied ecology – reliable determination of hazard class of oily solid waste, formation of which is significant and contributes greatly to the overall level of negative impact on the environment of oil producing and oil refining enterprises. Comparison of determination of an oily solid waste chemical composition with the results of hazard classes determination by computational and experimental methods has revealed a number of fundamental problems. Their solution requires changing scientific and methodological approaches to methods of determining environmental hazard (class of hazard) and biological activity of oily solid waste. In particular, in quantitative chemical analysis of waste it is not appropriate to determine the content of heavy metals. In biological experiments, a comprehensive approach using a wider range of test objects is necessary.

*Keywords:* oily solid waste, hazard class, environmental hazard, biological activity, determination methodology, calculation method, biotesting, test-object

DOI: 10.37313/1990-5378-2021-23-5-19-24

---

Antonina Amosova, Candidate of Biology, Associate Professor at The Chemical Technology and Industrial Ecology Department. E-mail: amosovaantonina@yandex.ru  
Evgeny Amosov, Candidate of Technics, Associate Professor at The Metallurgy, Powder metallurgy, Nanomaterials Department. E-mail: Amosov-ea@yandex.ru  
Anna Sukhonosova Candidate of Technics, Associate Professor at The Chemical Technology and Industrial Ecology Department. E-mail: syhovey@mail.ru  
Anna Churkina, Candidate of Chemistry, Associate Professor at The Chemical Technology and Industrial Ecology Department. E-mail: n2009ch@yandex.ru