

# МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Разрешено Минздравом Республики  
Беларусь для практического использования

Заместитель министра здравоохранения  
Главный государственный санитарный врач  
Республики Беларусь



В.И. Ключенович

31 декабря 2002 г.  
Регистрационный № 140-1102

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ (инструкция по применению)

**Учреждение-разработчик:** Научно-исследовательский институт санитарии и гигиены

**Авторы:** канд. мед. наук А.И. Котеленец, А.Г. Давыдовский, Л.А. Наджарян, канд. мед. наук В.И. Ключенович, д-р мед. наук С.М. Соколов, канд. хим. наук Н.И. Марусич, канд. хим. наук Л.М. Кремко, С.Д. Красная, И.С. Позняк

**[Перейти к оглавлению](#)**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	<b>3</b>
<b>НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ</b>	<b>3</b>
<b>ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b>	<b>4</b>
<b>ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ТОКСИЧНОСТИ</b>	<b>7</b>
<b>ОТБОР ПРОБ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ИССЛЕДОВАНИЕ</b>	<b>8</b>
Методы отбора проб	11
Отбор проб промышленных отходов длительного накопления с продолжительностью хранения более 3 мес.	13
<b>САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ: ОБЩАЯ ПРОБОПОДГОТОВКА, ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>	<b>16</b>
<b>ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ</b>	<b>18</b>
1. Основные задачи токсиколого-гигиенического исследования:	18
2. Алгоритм (последовательность) процедур токсикологического исследования (схема 1)	19
3. Основные методы подготовки проб к токсикологическим исследованиям	20
4. Исследование токсичности ПО	21
5. Пути введения ПО экспериментальным животным, средства, выбор доз, объекты исследования	24
6. Формулировка задания на проведение биохимического исследования	25
7. Биохимическое исследование	25
8. Оценка мутагенной и канцерогенной опасности ПО	26
9. Анализ заключений	26
10. Обобщение и многопараметрический анализ результатов химических, физико-химических и биохимических исследований	27
11. Заключение о классе токсичности ПО	28
<b>ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫДАЧЕ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ</b>	<b>29</b>
<b>ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ РАБОТЕ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ</b>	<b>29</b>

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Инструкция разработана в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об отходах» № 444-З (принят 02.10.2000 г.), предназначена для использования в системе регионального, отраслевого и государственного управления в области обращения с отходами и является основополагающим документом для аккредитованных лабораторий научно-исследовательских институтов, органов Госсаннадзора.

Настоящая инструкция устанавливает объем токсикологических и химических исследований для определения класса токсичности промышленных отходов (ПО), образующихся на предприятиях территории республики, включает правила отбора проб, а также устанавливает требования к сведениям и нормативно-методической документации, которые представляются субъектами хозяйствования.

Требования инструкции распространяются на все виды промышленных отходов, за исключением коммунально-бытовых, инфицированных и потенциально инфицированных отходов, а также содержащих радиоактивные компоненты.

При составлении настоящей инструкции учтены основные положения ряда нормативных и правовых актов, принятых правительством, министерствами и ведомствами Республики Беларусь, правил и нормативных документов, действующих в странах СНГ и Европейского Союза, а также материалы ВОЗ и ООН, регламентирующие принципы токсикологической квалификации (оценки) ПО.

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем документе использованы ссылки на нормативные документы:

1. Закон Республики Беларусь «Об отходах» № 444-З.
2. Положение «О порядке определения степени опасности отходов и установления класса опасности опасных отходов». Постановление Министерства здравоохранения РБ, Министерства природных ресурсов РБ, Министерства по чрезвычайным ситуациям РБ от 30.10.2001 г. № 62/23/13.
3. Санитарными правилами при работе с ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением. СанПиН № 4607-88.
4. СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 (ИСО 3534.1-93) Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения.
5. ГОСТ 17.9.1.2-2001 Охрана природы. Обращение с отходами. Классификация отходов. Идентификация и кодирование. Основные положения.

## Методика определения токсичности промышленных отходов

6. ГОСТ 12.4.004-74 ССБТ. Респираторы фильтрующие противогазовые РПГ-67. Технические условия.

7. ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Общие технические условия.

8. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

9. ГОСТ 12.4.028-76 ССБТ. Респираторы ШБ-1 «Лепесток». Технические условия.

10. ГОСТ 12.4.029-76 ССБТ. Фартуки специальные. Технические условия.

11. ГОСТ 12.4.034-85 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка.

12. ГОСТ 12.4.068-79 ССБТ. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования.

13. ГОСТ 12.4.072-79 ССБТ. Сапоги специальные резиновые формовые, защищающие от воды, нефтяных масел и механических воздействий. Технические условия.

14. ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация.

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Вид отходов** — совокупность отходов, имеющих общие признаки в соответствии с системой классификации отходов.

**Внутренняя область накопления ПО** — участки накопления ПО, находящиеся между его поверхностной областью и ядром. Данная область накопления ПО находится глубже 0,1, но не превышает 0,6 глубины (высоты) накопления ПО.

**Геометрия накопления ПО** — особенности расположения на местности накоплений (отвалов, свалок, залежей) «старых» ПО, длительно накапливающихся на местности. Геометрия накопления ПО, прежде всего, характеризуется линейными размерами (длиной, шириной и высотой), угловыми параметрами (углами крутизны) склонов накопления (отвала, свалки) ПО, а также особенностями рельефа (ландшафта). Особенности геометрии накопления (отвала, свалки, залежи, склада) ПО необходимо учитывать при **отборе** из ПО длительного накопления (хранения), из многослойных ПО («сэндвич»-ПО), состоящих из ПО от различного происхождения, с различным химическим составом и различными физико-химическими свойствами, а также при открытом способе накопления.

## *Методика определения токсичности промышленных отходов*

**Доза средняя смертельная ( $DL_{50}$ )** — количество яда, вызывающее гибель 50% стандартной группы подопытных животных при определенном сроке последующего наблюдения.

**Классификация отходов** — перечень видов отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: происхождение отхода (отрасли промышленности, технологический цикл), физико-химические свойства (агрегатное состояние, фазовый состав, летучести и др.), химический состав, экологическая опасность ПО.

**Кодирование ПО** — технический прием, позволяющий представить классифицируемый объект в виде знака или группы знаков по правилам, установленным данной системой классификации. В каталоге отходов принято обозначение кода арабскими цифрами (в шестом разряде кода отхода могут быть и буквенные символы, используемые для обозначения некоторых видов опасности отхода). Коды блоков, групп, подгрупп, позиций и субпозиций взаимосвязаны. Структура кодового обозначения построена по десятичной системе и включает код блока, группы, подгруппы, позиции и субпозиции.

**Комбинированное действие ядов** — одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления.

**Коэффициент кумуляции** — отношение величины суммарной дозы яда, вызывающей определенный эффект (чаще смертельный) у 50% подопытных животных при многократном дробном введении, к величине дозы, вызывающей тот же эффект при однократном воздействии.

**Миграция веществ** — перемещение веществ, входящих в отходы, в исследуемую среду (вода, воздух и т.п.)

**Микроядра** — микроскопические ДНК-содержащие образования, состоящие из ацентрических фрагментов хромосом или отставших на стадии анателофазы хромосом.

**Моделируемые условия** — эксперимент или опыт, параметры которого закладываются в соответствии с ТУ, ГОСТ, ОСТ и другой научно-технической документацией.

**Мутагены, индуцирующие замены пар оснований** — агенты, вызывающие мутации типа замены пар оснований в молекуле ДНК. В данном тесте эти мутации могут происходить или в сайте исходной мутации, или в другом сайте хромосомы.

**Мутагены, индуцирующие мутации типа сдвига рамки считывания** — агенты, вызывающие вставку или деление одной или нескольких пар оснований в молекуле ДНК.

**Обращение с отходами** — деятельность, связанная с образованием, сбором, перевозкой, хранением, использованием и обезвреживанием отходов.

## *Методика определения токсичности промышленных отходов*

**Обезвреживание отходов** — обработка, захоронение, снижение опасных свойств отходов, их сжигание или иной вид уничтожения на специальных объектах и (или) в специальных установках без их использования, приводящие к уменьшению или предотвращению их вредного воздействия на окружающую среду, здоровье человека и (или) имущество лиц.

**Окружающая среда** — вода, воздух, почва и их взаимозависимость, а также взаимодействие между ними и любыми живыми организмами.

**Опасные отходы** — отходы, которые содержат в своем составе вещества, обладающие каким-либо опасным свойством или их совокупностью (токсичность, инфекционность, взрывоопасность, пожароопасность, высокая реакционная способность и (или) иные подобные свойства) и присутствующие в таком количестве и в таком виде, что эти отходы самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами могут представлять непосредственную или потенциальную опасность причинения вреда окружающей среде, здоровью человека и (или) имуществу лиц, в том числе вследствие их вредного воздействия на окружающую среду.

**Опасные свойства промышленных отходов** — радиоактивность, инфекционность, взрывоопасность, огнеопасность, окислительная способность, коррозионность, экотоксичность, ядовитость (высокая токсичность), мутагенность, канцерогенность.

**Открытый способ накопления ПО** — накопление (свалка, отвал, склад, залежи) ПО без каких-либо укрытий, изолирующих ПО от воздействия факторов окружающей среды (солнечная радиация, воздействие высоких и низких температур, атмосферных осадков, микрофлоры, животных и растительных организмов, факторов техногенного происхождения (ионизирующая радиация, электромагнитные излучения, дополнительные химические (технологические) загрязнения), а также возможное воздействие других ПО и их компонентов.

**Поверхностная область накопления ПО** — участки накопления ПО, непосредственно прилегающие к его поверхности (границе раздела фаз). Данная область находится не глубже 0,1 глубины (высоты) накопления ПО.

**Порог вредного действия (однократного и хронического)** — минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества и стандартной статистической группе животных) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

*Методика определения токсичности промышленных отходов*

**Проба** — по СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 (ИСО 3534.1-93). Объединенная проба — по СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 (ИСО 3534.1-93). Подготовка пробы — по СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 (ИСО 3534.1-93). Суммарная проба — по СТБ ГОСТ Р 50779.10-2001 (ИСО 3534.1-93).

**Промышленные отходы (ПО, отходы производства)** — остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства, вновь образующиеся в процессе производства попутные вещества, не находящие применения.

**Токсичность** — это свойства, которые определяют способность химического вещества оказывать вредное действие на живые организмы другими способами, кроме механических.

**Хозяйственный объект** — имущественный комплекс, используемый для осуществления экономической деятельности и включающий в себя здания, строения, сооружения, оборудование, инвентарь и иное имущество.

## **ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ТОКСИЧНОСТИ**

Установление степени (класса) токсичности ПО осуществляется производителем ПО или лицом, имеющим на них право собственности. Для установления степени (класса) токсичности ПО представляется письменное заявление с просьбой установления степени (класса) токсичности опасности ПО в аккредитованные в установленном порядке учреждения Министерства здравоохранения РБ (ГУ «Научно-исследовательский институт санитарии и гигиены», Республиканский центр гигиены и эпидемиологии или Гомельский областной центр гигиены и эпидемиологии).

Заявление должно содержать следующие сведения о хозяйственном объекте, производителе или владельце ПО:

- наименование;
- юридический адрес;
- учетный налоговый номер;
- коды: общий классификатор предприятий, общий классификатор отраслей народного хозяйства, общий классификатор отраслей экономической деятельности, единый государственный регистр;
- вид основной деятельности;

### *Методика определения токсичности промышленных отходов*

- полная характеристика производственных процессов хозяйственного объекта как источника образования или хранения (складирования) ПО, производственные операции, поступление сырья (материалов, реактивов, компонентов) в технологический процесс, образующиеся при этом ПО;
- наименование ПО, данное заявителем;
- происхождение ПО;
- физическую форму и физико-химические свойства ПО (агрегатное состояние, кислотность, температура плавления (кипения), летучесть и др.);
- химический состав ПО;
- физико-химические свойства ПО;
- опасные свойства ПО (радиоактивность, инфекционность, взрывоопасность, огнеопасность, окислительная способность, коррозионность, экотоксичность, ядовитость (высокая токсичность), мутагенность, канцерогенность и др.);
- тара, упаковка для ПО (отдельные контейнеры, мешки, коробки, поддоны, бочки и др.);
- операции по дальнейшему обращению с ПО (сбор, хранение (складирование); транспортировка, размещение и утилизация ПО.

К заявлению в обязательном порядке прилагается заключение о химическом составе и физико-химических свойствах ПО, выданное лабораторией, аккредитованной на проведение таких исследований.

В дальнейшем токсикологическая классификация ПО должна производиться с учетом особенностей их происхождения, характеристик отходообразующего технологического процесса, химического состава и физико-химических свойств средств, материалов и компонентов, используемых в данном отходообразующем процессе, а также собственных токсикологических и физико-химических характеристик (состав и свойства) исследуемого ПО.

## **ОТБОР ПРОБ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ИССЛЕДОВАНИЕ**

Отбор проб производят в зависимости от их физического состояния (жидкое, твердое, пастообразное, смешанное) (ГОСТ 17.9.1.2-2001) в соответствии с физико-химическими и другими свойствами.

Отбор проб должен способствовать тому, чтобы максимально достоверно отражать изучаемый ПО в целом.

### Методика определения токсичности промышленных отходов

Для токсикологических исследований с целью наиболее полной и адекватной оценки токсичности ПО целесообразно отбирать пробы методом периметра на вершинах гребней накопления и в углублениях складок (отвала, свалки) ПО, из трех участков поверхностной и внутренней областей накопления ПО, соответственно, на уровнях 1–2, 5–6 и 9–10 вертикального распределения ПО, а также из глубинной области («ядра») накопления ПО (рис. 1 и 2). Это обусловлено особенностями испарения и миграции подвижных (водорастворимых и кислоторастворимых) форм компонентов ПО под влиянием факторов окружающей среды (солнечная инсоляция, атмосферные осадки, выветривание и др.) и техногенных воздействий (подсыпания, дополнительные химические загрязнения, воздействие транспорта и др.). При этом отбор проб методом периметра осуществляется путем «обхода» накопления (отвала, свалки) ПО вокруг его вертикальной оси на данной местности, то есть с учетом угла наклона ландшафта относительно горизонта (уровня моря) (рис. 2).

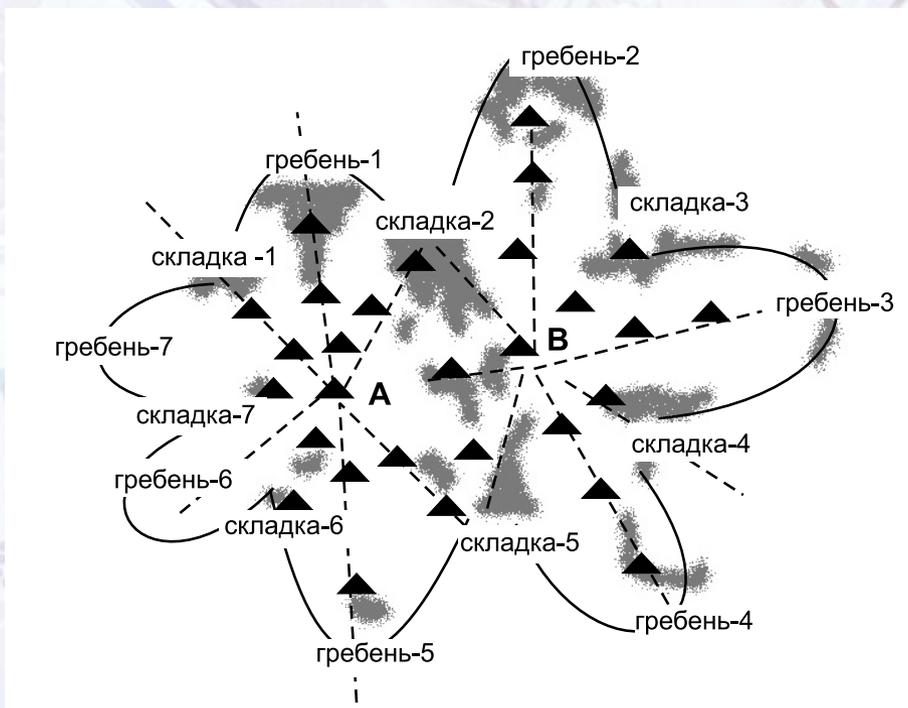


Рис. 1. Схема накопленного отхода в плане. А и В — две вершины накопления отхода. Точки, в которых рекомендуется проводить отбор проб, отмечены черными треугольниками

## Методика определения токсичности промышленных отходов

Пробы ПО, состоящего из нескольких частей (фаз) (например, твердой, пастообразной и жидкой), берут отдельно из каждой части (фазы).

Смешение ПО различных видов недопустимо!

В случае необходимости заказчик должен предоставить тяжелую технику (мобильные буровые установки, горнопроходческую технику) и другое сложное и дорогостоящее оборудование для обеспечения отбора проб из различных участков (областей) накопления (отвала, залежи, свалки) ПО.

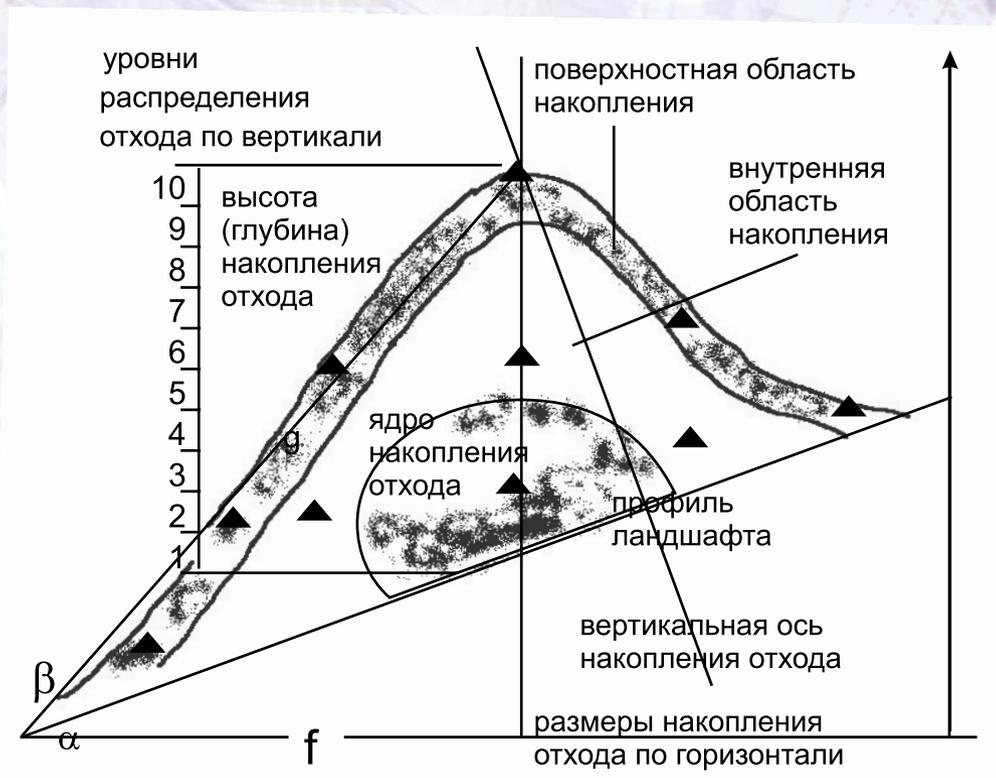


Рис. 2. Вертикальный разрез накопления отхода. Точки, в которых рекомендуется проводить отбор проб, отмечены черными треугольниками.  $H$  — высота (глубина) накопления (отвала, свалки) отхода;  $g$  — линейная протяженность склона накопления (отвала, свалки) отхода;  $f$  — горизонтальные размеры накопления (отвала, свалки) отхода;  $\alpha$  — угол наклона ландшафта местности, на которой находится накопление (свалка, отвал) отхода;  $\beta$  — собственно угол склона накопления (отвала, свалки) отхода

## *Методика определения токсичности промышленных отходов*

Отбор, маркировку и пломбирование проб для определения показателей безопасности осуществляют уполномоченные представители аккредитованных на это учреждений (НИИ, органов государственного надзора, органов по сертификации и др.) в присутствии представителя предприятия, на котором образуются отходы, или субъекта хозяйствования, к которому перешло право собственности на эти отходы.

В зависимости от месторасположения отхода, учитывая агрегатное состояние, физико-химические и другие свойства ПО, выбирают место, способ отбора, устройство для отбора, определяют объем пробы и условия хранения.

Устройства для отбора проб должны быть сухими, чистыми, без посторонних запахов. Не допускается применять неисправные, загрязненные или со следами ржавчины устройства.

Устройства, используемые для отбора проб, должны соответствовать действующей нормативной документации, быть изготовлены из химически инертных материалов. Приспособления для отбора проб должны быть чистыми и сухими.

Емкости для отбора проб и крышки должны изготавливаться из материалов, предохраняющих пробы во время хранения и транспортирования от изменений, которые могут оказать влияние на результаты исследований. Емкость сосуда для хранения проб следует выбрать таким образом, чтобы заполнить его объем на три четверти.

Пробы ПО в жидком физическом (фазовом) состоянии отбирают батометрами различных конструкций и другими устройствами.

Пробы ПО в твердом состоянии отбирают ножом или шпателем, с помощью буров различных конструкций и др.

Для отбора проб осадков очистных сооружений предприятий и отходов в пастообразном состоянии применяют трубки различных конструкций и др.

Этапы отбора проб: составление программы отбора проб; отбор точечных проб; составления объединенной пробы; выделения средней пробы.

### **Методы отбора проб**

1. Метод отбора проб по диагонали. При этом отбирают пробы отходов, к которым имеется легкий доступ. По диагонали площадки, в 7–10 точках, отступающих на равных расстояниях, и в определенных интервалах берут пробы отходов в количестве, достаточном для получения объединенной пробы.

## *Методика определения токсичности промышленных отходов*

2. Метод отбора проб по смежным сторонам; этим методом отбирают пробы отходов, к которым доступ в глубине площадки затруднен. На двух смежных сторонах поля намечают три или четыре точки так, чтобы они охватывали всю длину стороны. Затем на расстоянии 5–15 м от края площадки берут пробы. Общее количество отобранного материала должно соответствовать величине объединенной пробы.

3. Метод отбора проб с помощью пробоотборника. Этот метод используют при отборе проб сыпучих и текучих материалов, хранящихся в больших емкостях и др.

Принцип отбора проб этим методом заключается в отборе точечных проб по схеме конверта с верхнего, среднего и нижнего слоя материала, с каждого пункта конверта. При отборе проб используют различные пробоотборники и приспособления.

4. Метод конверта. Этим методом отбирают сыпучий или поштучный материал, хранящийся насыпью. В зависимости от величины площадки, на которой хранится отход, применяется методом одиночного, двойного или тройного конверта.

5. Метод квартования. Этим методом выделяется средняя проба из объединенной пробы сыпучего материала. Материал необходимо высыпать на гладкую, чистую и сухую поверхность, чтобы сформировать на ней пирамиду с основанием в форме квадрата, тщательно перемешать. С помощью двух дощечек со скошенными ребрами набрать сыпучий материал с двух противоположных концов и сыпать его с обеих дощечек на середину квадрата до тех пор, пока слой сыпучего материала не приобретет форму продолговатого холмика. Затем набрать дощечками материал с обоих концов холмика и сыпать его на середину. Сформированную пирамиду расплющить в слой, имеющий форму квадрата, и разделить его двумя диагоналями на четыре треугольника, из которых два противоположных отбросить, а из двух оставшихся снова создать квадрат и поделить его двумя диагоналями на четыре треугольника. Эту процедуру повторять до получения средней пробы нужной величины.

### **Отбор проб промышленных отходов длительного накопления с продолжительностью хранения более 3 мес.**

Особую проблему представляет определение класса токсичности «старых» ПО длительного накопления и со сроком хранения более 3 мес. Такие отходы представляют собой зачастую многослойный, состоящий из ПО различного происхождения и характеризующихся разным химическим составом, разными физико-химическими свойствами и, следовательно, принадлежащих к различным классам токсичности.

Кроме того, при открытом способе накопления следует учитывать роль факторов окружающей среды (солнечная радиация, воздействие высоких и низких температур, атмосферных осадков, микрофлоры, животных и растительных организмов, антропогенных факторов — ионизирующая радиация, электромагнитные излучения, дополнительные химические (технологические) загрязнения), а также возможное воздействие других ПО и загрязнений, а также особенности расположения накопления ПО на местности (геометрия накопления ПО). Геометрия накопления ПО характеризуется линейными размерами (длиной, шириной и высотой), угловыми параметрами (углами крутизны) склонов накопления (отвала, свалки) ПО, а также особенностями рельефа (ландшафта).

Особенности геометрии накопления (отвала, свалки) ПО необходимо учитывать при отборе проб из ПО длительного накопления (хранения), из многослойных ПО, состоящих из ПО от различного происхождения, с различным химическим составом и различными физико-химическими свойствами и, возможно, различным временем внесения в накопление ПО.

Особую роль геометрия накопления ПО играет в формировании общей (суммарной) токсичности ПО при открытом способе накопления. В этом случае накопление (сваливание, складирование) ПО осуществляется под открытым небом, без каких-либо укрытий, изолирующих ПО от воздействия факторов окружающей среды (солнечная радиация, воздействие высоких и низких температур, атмосферных осадков, микрофлоры, животных и растительных организмов, факторов техногенного происхождения (ионизирующая радиация, электромагнитные излучения), дополнительные химические/технологические загрязнения), а также возможного воздействия других ПО и их компонентов.

## *Методика определения токсичности промышленных отходов*

В результате длительного накопления и не учитываемого (стохастического) воздействия факторов окружающей среды и техногенного происхождения в накоплении (свалке, отвале) ПО могут формироваться три области: поверхностная, внутренняя и глубинная («ядро»). Внутренняя область накопления ПО — участки накопления ПО, находящиеся между его поверхностной областью и ядром. Данная область накопления ПО находится глубже 0,1, но не превышает 0,6 глубины (высоты) накопления ПО. Поверхностная область накопления ПО — участки накопления ПО, непосредственно прилежащие к его поверхности (границе раздела фаз). Данная область находится не глубже 0,1 глубины (высоты) накопления ПО. «Ядро» накопления (отвала, свалки) ПО — центральные участки ПО, наименее подверженные воздействию факторов окружающей среды и в которых могут интенсивно протекать процессы превращения (метаболизма, гниения, спонтанного распада и синтеза) компонентов ПО. Особую важность приобретает отбор проб из ядра накопления (отвала, свалки) ПО длительного накопления, многослойных ПО, а также при открытом способе накопления. Локализация «ядра» накопления (отвала, свалки) ПО определяется с учетом параметров его геометрии. «Ядро» накопления для различных ПО предположительно находится глубже 0,6–0,7 глубины (высоты) накопления (отвала, свалки) ПО.

ПО и их компоненты, находящиеся в различных областях накопления, будут различаться по своим физико-химическим и токсикологическим характеристикам вследствие различной подверженности воздействию факторов окружающей среды и различной интенсивности протекания процессов превращения (метаболизма, гниения, внутреннего горения, циклических процессов, спонтанного распада и синтеза) компонентов ПО.

В связи с этим особую важность приобретает отбор проб из ядерной зоны и ядра накопления (отвала, свалки) многослойного ПО при открытом способе накопления. Локализация средней зоны и ядра накопления (отвала, свалки) ПО определяется с учетом параметров его геометрии. Отбор проб производится в точках накопления ПО, характеризующихся различной интенсивностью выветривания, вымывания и испарения ПО. Выбор точек отбора проб осуществляется с учетом рельефа накопления ПО. Локализация наиболее предпочтительных точек отбора проб указана на рис. 1 и 2. При этом расстояние между этими точками также выбирается с учетом рельефа накопления ПО, но в общем случае не должно превышать 1/5 от линейного размера накопления в плоскости, в которой производится отбор проб.

### *Методика определения токсичности промышленных отходов*

Для наиболее полной и адекватной оценки токсичности ПО длительного накопления с продолжительностью хранения более 3 мес. целесообразно отбирать пробы методом периметра на вершинах гребней накопления и в углублениях складок (отвала, свалки) ПО, из трех участков поверхностной и внутренней областей накопления ПО, соответственно, на уровнях 1–2, 5–6 и 9–10 вертикального распределения ПО, а также из глубинной области («ядра») накопления ПО (рис. 2). Это обусловлено особенностями испарения и миграции подвижных (водорастворимых и кислоторастворимых) форм компонентов ПО под влиянием факторов окружающей среды (солнечная инсоляция, атмосферные осадки, выветривание и др.) и техногенных воздействий (подсыпания, дополнительные химические загрязнения, воздействие транспорта и др.). При этом отбор проб методом периметра осуществляется путем обхода накопления (отвала, свалки) ПО вокруг его вертикальной оси на данной местности, то есть с учетом угла наклона ландшафта относительно горизонта (уровня моря) (рис. 2).

Каждую пробу следует помещать в отдельный сосуд, пакет, ящик и др. из химически устойчивого, инертного материала, снабдить этикеткой, позволяющей идентифицировать отход, из которого отобрана проба.

Объем отобранной пробы должен быть достаточным для выполнения всех запланированных анализов и экспериментов. Масса объединенной пробы должна быть не менее 2 кг. Твердые крупногабаритные отходы следует отбирать объемом не менее 200 см<sup>3</sup>.

Пробы, предназначенные для анализа на содержание летучих химических веществ, следует помещать в стеклянные банки с притертыми пробками.

Этикетка должна содержать номер пробы, наименование отхода, дату образования отхода, дату отбора, фамилию и подпись работника, отбирающего пробу. Отобранные пробы пломбируют.

Пробы должны сопровождаться актом, составленным работником, отбирающим пробу.

В акте указывают место, дату и время отбора проб, наименование предприятия, цеха, условия хранения отходов, должность, фамилию работника, отбирающего пробу, наименование организации, представителем которой он является, наименование отхода, массу отобранных проб, другие сведения об отходе, подписи всех участников отбора проб.

В процессе транспортировки и хранения проб должны быть приняты меры по предупреждению возможности их загрязнения. При необходимости, в зависимости от перечня анализируемых вредных веществ в составе отхода, пробы хранят в охлажденном (от 0 до –3° С) или замороженном (до –20° С) состоянии.

## **САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ: ОБЩАЯ ПРОБОПОДГОТОВКА, ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Целью санитарно-химических исследований отходов является обнаружение и количественное определение химических веществ, которые могут мигрировать в объекты окружающей среды.

Параметры ПО, подверженные быстрым изменениям (например, pH, влажность, летучесть и др.), следует измерять сразу после доставки проб в лабораторию.

В комплекс санитарно-химических исследований входит:

- детальное изучение технологического процесса, ведущего к образованию отходов, с целью определения возможного состава отхода;
- изучение химического состава компонентов, входящих в состав отхода;
- установление качественно-количественной характеристики веществ, способных мигрировать из отхода в соприкасающиеся с ним среды (почва, вода, воздух).

Санитарно-химические исследования проводятся в экспериментально-моделируемых условиях.

Основными задачами санитарно-химического исследования промышленных отходов являются максимальная идентификация качественного и количественного состава ПО, выделение ведущих компонентов ПО, определяющих его токсичность.

Санитарно-химические исследования промышленных отходов могут быть выполнены в аккредитованных аналитических лабораториях, оснащенных соответствующим аналитическим оборудованием.

Санитарно-химические исследования предполагают определение как интегральных, так и индивидуальных показателей.

К интегральным показателям, характеризующим промышленные отходы, относятся влажность, водородный показатель, щелочность (кислотность) водной вытяжки, окисляемость водной вытяжки (перманганатная или бихроматная), которые косвенно определяют наличие и количество веществ-восстановителей, сухой остаток водной вытяжки, характеризующий количество водорастворимых соединений.

## Методика определения токсичности промышленных отходов

Перечень индивидуальных показателей связан с особенностью происхождения отхода (технологическим процессом), химическим составом и физико-химическими свойствами материалов, применяемых в отходообразующем процессе, а также собственными физико-химическими характеристиками исследуемого ПО.

Доставленный в лабораторию для химического анализа образец ПО, независимо от того, представляет он однофазную (жидкость, твердый отход, эмульсия) или многофазную систему (жидкость/твердая фаза, жидкость/жидкость/твердая фаза), подлежит гомогенизации. Гомогенизация может быть выполнена путем измельчения образцов ножницами, растирания в фарфоровой ступке, интенсивном встряхивании многофазных систем или перемешивании их с помощью мешалок (механических, магнитных). Гомогенизированный образец используют для определения как интегральных, так и индивидуальных показателей.

Для определения влажности используют сушильные шкафы или эксикаторы, заполненные серной кислотой, аналитические весы. Аликвотную часть гомогенизированного образца высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу или над серной кислотой в эксикаторе (в случае содержания в ПО веществ легко разлагающихся при повышенной температуре) и рассчитывают содержание влаги. Полученный результат выражают в %.

Для определения водородного показателя (рН), щелочности (кислотности), перманганатной (бихроматной) окисляемости веществ, экстрагируемых водой (сухого остатка), готовят водную вытяжку из исследуемого гомогенизированного ПО при соотношении ПО : дистиллированная вода 1:2,5. В случае анализа легких ПО соотношение увеличивают до 1:10. Для получения водной вытяжки навеску ПО помещают в колбу, заливают дистиллированной водой в указанном соотношении, закрывают пробкой и интенсивно взбалтывают в течение 5 мин. Полученную вытяжку фильтруют через бумажный фильтр и подвергают анализу.

Для определения рН пипеткой отбирают алиquotную часть фильтрата, переносят его в химический стакан и определяют рН с помощью рН-метра. При величине водородного показателя вытяжки более 7,0 ведут титрование ее 0,1 N раствором соляной кислоты до рН = 4,25–4,3, а при величине менее 7,0–0,1 N раствором гидроксида натрия до рН = 8,3, определяя при этом щелочность или кислотность вытяжки. Для определения перманганатной (бихроматной) окисляемости, сухого остатка полученной водной вытяжки используют известные методы.

### *Методика определения токсичности промышленных отходов*

Для определения неорганических индивидуальных показателей, характеризующих ПО, применяются различные приемы пробоподготовки. Легкоразлагаемые при повышенной температуре (нитраты, бикарбонаты, карбонаты) или легколетучие компоненты определяют в водной вытяжке, полученной при определении интегральных показателей, соблюдая методы их определения в сточных водах, и применяя способы устранения мешающего влияния других ингредиентов, входящих в состав отхода.

Для определения в изучаемом отходе тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, марганец, хром и др.), натрия, калия, кальция, магния, хлоридов, сульфатов, фосфатов, фтора образец подвергают обжигу в муфельной печи при температуре не выше 420–450° С для освобождения от органической составляющей. Полученный после обжига остаток растворяют в соляной (1:1) или азотной (1:1) кислоте, раствор количественно переносят в мерную колбу и проводят определение указанных ингредиентов в полученном растворе, применяя общепринятые методы. Для определения органических компонентов ПО проводят экстракцию из полученных водных вытяжек соответствующими органическими растворителями. Полученные экстракты при необходимости подвергают очистке и дальнейшему анализу, используя современное аналитическое оборудование.

Полученные результаты выражают в г/кг исходного и сухого (высушенного при 105° С) продукта.

## **ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

### **1. Основные задачи токсиколого-гигиенического исследования:**

- на основании анализа технологического процесса и результатов санитарно-химических и физико-химических исследований производится установление наиболее важных в токсикологическом отношении компонентов ПО и планируются дальнейшие токсиколого-гигиенические исследования;
- установочное исследование влияния ПО в различных концентрациях и при различной продолжительности действия на параметры физико-химической системы «перекисное окисление липидов / окислительная модификация белков — антиокислительная активность», а также мембранотоксического действия ПО и их влияние на накопление кластогенных факторов в простых модельных тест-системах *in vitro*;
- составление программы токсиколого-гигиенических исследований;

### *Методика определения токсичности промышленных отходов*

- проведение токсикологических экспериментов на тест-системах различных уровней организации биологических систем с целью определения параметров острой токсичности, сенсибилизирующего и кумулятивного действия ПО;
- изучение острой, подострой и хронической токсичности и отдаленных эффектов токсического действия ПО в экспериментах с использованием тест-систем на основе организмов различных уровней биологической организации (прокариоты, одноклеточные эукариоты, многоклеточные эукариоты, беспозвоночные и позвоночные холоднокровные и теплокровные (млекопитающие));
- исследование репродуктивной токсичности, тератогенного действия в случае обнаружения в составе отхода веществ, при нормировании которых эти эффекты были лимитирующими;
- исследование цитогенетической активности;
- исследование мутагенной активности;
- определение (расчет) класса токсичности ПО.

## **2. Алгоритм (последовательность) процедур токсикологического исследования (схема 1)**

2.1. Заявление заказчика на установление класса токсичности ПО. Прилагаемая к заявлению информация о ПО (включая характеристику отходообразующего технологического процесса, сырье, компоненты, реактивы и материалы, используемые в отходообразующем технологическом процессе, известные данные о химическом составе и физико-химических свойствах ПО, известные и предполагаемые опасные свойства ПО и другая информация о ПО).

2.2. Анализ технологии отходообразующего процесса, другой информации о ПО.

2.3. Формулировка задания для проведения химического и физико-химического исследования ПО.

Задание составляется на основе анализа (химико-токсикологического экспертного анализа) известной информации о ПО.

2.4. Исследование химического состава и физико-химических свойств трех различных экстрактов ПО — водного, кислотного и в неполярном растворителе. Исследование включает тесты, обязательные для данного класса ПО и специфические (рекомендательные, факультативные) тесты, назначаемые в зависимости от особенностей конкретного ПО). Заключение.

2.5. Проведение установочного (установочно-ориентировочного) исследования влияния трех различных экстрактов ПО в различных концентрациях и при различной продолжительности действия на параметры физико-химической системы «перекисное окисление липидов / окислительная модификация белков — антиокислительная активность». Исследование проводится в простых модельных тест-системах *in vitro*, а также цитолитическая активность ПО, накопление молекул малой и средней массы под влиянием ПО в простых тест-системах (клеток, клеточных мембран, субклеточных органоидов).

2.6. Токсикологическая экспертиза заключения о химическом составе и физико-химических свойствах ПО.

2.7. Формулировка задания на токсикологическое исследование.

2.8. Современная методология токсикологических (токсиколого-гигиенических) исследований включает методы оценки их токсического действия на различные уровни биологической иерархии биогеоценозов, в которых действует тот или иной токсикант. С этой целью производится последовательная оценка уровня токсичности исследуемых соединений в тест-системах различной сложности.

### **3. Основные методы подготовки проб к токсикологическим исследованиям**

Наибольшую реальную угрозу живым организмам представляют подвижные (водорастворимые и кислоторастворимые, а также экстрагируемые в неполярные растворители) компоненты ПО. Это обусловлено, во-первых, их способностью мигрировать в почвы, поверхностные и грунтовые воды, а также другие среды, окружающие ПО. Во-вторых, такие компоненты ПО являются наиболее доступными для живых организмов. Поэтому в первую очередь определение токсичности проводится в водных экстрактах подготовленных отходов. Для этого проба высушивается до сухого веса, растирается в фарфоровой ступке, просеивается через сито. Далее осуществляется экстракция токсичных соединений при определенном в зависимости от состава отхода массовом соотношении отхода и воды путем встряхивания в течение 2 ч с последующим отстаиванием в течение 24 ч. Полученная суспензия фильтруется через фильтр «синяя лента» или центрифугируется и далее используется для биотестирования.

Для обоснования класса токсичности расчетным методом на первом этапе санитарно-химических исследований производится определение содержания токсичных соединений в составе отхода — неорганических загрязнителей и органических токсикантов. Последующий расчет класса токсичности проводится на основе данных количественного химического анализа и результатов токсикологических экспериментов.

#### 4. Исследование токсичности ПО

Исследование включает три раздела:

- изучение влияния ПО на важнейшие молекулярные процессы и механизмы жизнедеятельности;
- исследование токсичности ПО на прокариотических и эукариотических клеточных тест-объектах (тест Эймса, тест на острую токсичность с использованием *Tetrahymena pyriformis*), а также с использованием первичных культур клеток млекопитающих *in vitro*;
- токсикологическое исследование на животных различных видов *in vivo*.

4.1. Исследования молекулярных механизмов действия ПО могут включать оценку влияния ПО на интенсивность образования сшивок «белок–белок», «белок–липид», «белок–ДНК», «ДНК–ДНК» в клетках и тканях млекопитающих, микроядерный тест, характеристика интенсивности перекисного окисления липидов, окислительной модификации белков и состояния антиокислительных механизмов. При этом в качестве тест-объектов используются эукариотические биосистемы различного уровня сложности (макромолекулы ДНК и белков (ферментов), клеточные мембраны и другие субклеточные органоиды, гомогенаты, срезы тканей, одноклеточные и многоклеточные тест-организмы).

4.2. Токсикологическое исследование на прокариотических и эукариотических клеточных тест-объектах и первичных культурах клеток млекопитающих *in vitro*:

- прокариотические организмы: прокариотические организмы, бактерии различных штаммов;
- простейшие эукариотические организмы: процисты (простейшие одноклеточные организмы), такие как инфузории различных видов; примитивные многоклеточные организмы (мелкие ракообразные — дафнии, циклопы и др.); насекомые (мухи);
- многоклеточные эукариотические организмы: холоднокровные: рыбы; амфибии (лягушки, тритоны, аксолотли); теплокровные: грызуны (мыши, крысы, кролики); человек (материал периферической крови, биоптаты тканей и органов).

Для определения класса токсичности ПО достаточным принято изучение токсичности отходов на биологических тест-системах, относящихся, как минимум, к трем различным уровням биологической организации.

К таким тестовым системам, в частности, относятся:

- 1) тест на мутагенную активность ПО с использованием различных штаммов *Salmonella typhimurium* (тест Эймса);
- 2) тест на острую токсичность ПО с использованием *Tetrahymena pyriformis*;
- 3) определение цитогенетической активности (генотоксичности) ПО с использованием эукариотических клеток млекопитающих в первичной культуре *in vitro*.

1) *Мутационный тест на Salmonella typhimurium (тест Эймса)*

### *Методика определения токсичности промышленных отходов*

Мутационный тест на *Salmonella typhimurium* является бактериальной тест-системой для учета мутаций к прототрофности по гистидину при действии химических соединений и (или) их метаболитов, индуцирующих мутации типа замены оснований или сдвига рамки считывания в геноме этого организма.

Данный метод предназначен для выявления способности ксенобиотиков или их метаболитов индуцировать генные мутации у индикаторных штаммов *Salmonella typhimurium*.

Промышленные отходы с выраженной антибактериальной активностью изучать в тесте Эймса нецелесообразно.

Бактерии обрабатываются тестируемым соединением с системой метаболической активации или без метаболической активации. После инкубации в течение определенного периода времени подсчитывается количество ревертантных колоний у разных тестерных штаммов в сравнении с количеством спонтанных ревертантов в вариантах негативного контроля (необработанные культуры или культуры, обработанные растворителем).

Если тестируемое соединение и/или его метаболиты обладают мутагенной активностью, то они будут индуцировать обратные мутации от ауксотрофности к прототрофности по гистидину у гистидинзависимых штаммов *Salmonella typhimurium*.

#### *2) Учет микроядер в лимфоцитах млекопитающих (микроядерный тест)*

Выявление и количественная оценка потенциальной цитогенетической активности экстрактов ПО в иммунокомпетентных клетках млекопитающих (макрофаги и лимфоциты периферической крови, лимфоциты селезенки и тимуса, а также клетки красного костного мозга либо другие быстропролиферирующие клетки человека и экспериментальных животных). Достаточно удобными тест-объектами для проведения микроядерного теста являются лимфоциты, гепатоциты, нейрциты фетальных тканей, а также стволовые клетки млекопитающих. Метод основан на микроскопической регистрации клеток с микроядрами. Спонтанная частота клеток с микроядрами составляет 0,1–0,2%. Эксперименты проводят на самцах и самках мелких лабораторных грызунов — мышей и крыс.

Негативным контролем является используемый растворитель. В качестве позитивных контролей целесообразно использовать циклофосфамид в дозе 20 мг/кг при однократном внутрибрюшинном введении или любой другой известный агент, заведомо обладающий цитогенетической активностью.

## Методика определения токсичности промышленных отходов

Методика выделения клеток и приготовления препаратов для цитогенетического анализа подробно описаны в соответствующих руководствах и методических рекомендациях. Полученные препараты (два стекла от каждого животного) шифруют и подвергают микроскопическому цитогенетическому анализу.

Анализируют не менее 2000 клеток. Критерием позитивного результата является воспроизводимое и статистически значимое увеличение числа клеток с микроядрами по крайней мере в одной из групп эксперимента по сравнению с контролем. Полученный положительный результат свидетельствует, что вещество индуцирует хромосомные повреждения и/или нарушения митотического аппарата клеток у экспериментальных животных. Результаты опытов представляют в виде таблицы. Статистическую обработку проводят согласно общепринятым рекомендациям.

### Результаты оценки цитогенетической активности вещества в тесте на индукцию микроядер в клетках костного мозга млекопитающих

Образец (компонент), доза	Планшет (чашка) №	Количество клеток с микроядрами на 1000 клеток		Доля клеток с микроядрами от всех клеток
		на каждую мышь	на группу в целом	

Оценка мутагенной и цитогенетической активности ПО предоставляет информацию, позволяющую в некоторой степени судить о канцерогенной и тератогенной активности ПО. При этом класс токсичности может быть присвоен уже на основе результатов этих трех тестов.

Подобный подход позволит охарактеризовать мутагенную и цитотоксическую активность ПО не только в отношении какой-то группы организмов, но и в отношении биоценоза как целостной экологической системы.

#### 4.3. Токсикологическое исследование на животных различных видов *in vivo*

В настоящее время активное использование в токсикологических исследованиях культур клеток и тканей млекопитающих (токсикологическая методология *in vitro*), наряду с животными различных видов (токсикологическая методология *in vivo*), представляется обязательной.

Решение о наличии у исследуемых ПО или их компонентов мутагенных свойств выносится на основе результатов экспериментов, если позитивный мутагенный эффект зарегистрирован хотя бы в одном тесте.

Исследование мутагенных свойств ПО или их компонентов, также как и экспертную оценку результатов, должны проводить специалисты, имеющие достаточные профессиональные навыки по применению методов, составляющих систему тестирования.

## Методика определения токсичности промышленных отходов

Токсикологические исследования на животных проводятся с целью установления таких токсикологических показателей, как:

- $DL_{50}$  при внутрижелудочном способе введения;
- $DL_{50}$  при нанесении ПО на кожу;
- ирритативное действие ПО;
- местное раздражающее действие на кожные покровы;
- кожно-резорбтивное действие;
- кумулятивное действие и характер токсического действия ПО на организм в условиях подострого эксперимента;
- сенсibiliзирующее действие (провокационный внутрикожный тест опухания уха, провокационный внутрикожный тест опухания лапы мыши и др.).

Кроме того, в токсикологическое исследование могут быть включены и дополнительные тесты (рекомендательные, факультативные) специфические для конкретного ПО.

Решение о таких дополнительных исследованиях принимается на основании имеющейся информации о ПО, а также по результатам исследования химического состава и физико-химических свойств ПО.

Эксперименты по установлению параметров острой токсичности при различных путях поступления (введения), определение местного раздражающего действия на кожные покровы и ирритативного действия, кожно-резорбтивного действия, кумулятивных свойств проводятся в соответствии с методическими указаниями № 48-9405. Сенсibiliзирующее действие (провокационный внутрикожный тест опухания уха, провокационный внутрикожный тест опухания лапы мыши и др.) проводится в соответствии с методическими указаниями № 10-5397.

### **5. Пути введения ПО экспериментальным животным, средства, выбор доз, объекты исследования**

Способы введения исследуемого вещества должны соответствовать вероятному способу поступления в организм человека. Исследуемые вещества растворяют в дистиллированной воде или физиологическом растворе. Водонерастворимые препараты вводят с твин-80 или используют растворители (этиловый спирт, диметилсульфоксид в конечной концентрации до 5%); для перорального введения порошкообразных веществ можно использовать растительное масло или 1% водный раствор крахмала.

### *Методика определения токсичности промышленных отходов*

При внутривенном способе введения с помощью иглы-зонда оптимальный объем экстрактов промышленных отходов и соответствующих растворителей (для контрольных групп животных) должен составлять около 1–1,5% от массы тела животного: для мышей 0,2–0,3 мл (допустимый — 1,0 мл); для крыс — 2,0–3,0 мл (допустимый — 5,0 мл); для морских свинок — 4,0–6,0 мл. В опытах следует избегать введения веществ или их растворов, обладающих выраженными раздражающими, в том числе кислотными или щелочными свойствами.

Выбор доз для исследований определяется на основе результатов оценки острой токсичности исследуемого ксенобиотика (промышленного отхода). Целесообразно использование двух доз:

1) первая доза соответствует предполагаемой суточной экспозиционной дозе ПО для человека, пересчитанной на массу или поверхность тела экспериментального животного;

2) вторая доза выбирается на основе данных об острой токсичности и составляет  $1/10$ – $1/5$   $LD_{100}$  ПО для используемого вида млекопитающих.

При отсутствии летальных исходов от воздействия максимально возможных объемов вещества применяют тест накопления. При этом экстракт ПО вводится в максимально возможной концентрации в объеме, составляющем до 5% массы тела (масляных растворов — до 2%), с интервалом между введениями 1,5–2,0 ч в течение 6–12 ч. При таких дробных дозах можно в течение одного дня ввести вещество в количестве нескольких десятков грамм на килограмм массы.

По данным отдельных авторов, предпочтительнее использование мышей, однако не исключено применение других видов животных (половозрелых самцов и самок).

## **6. Формулировка задания на проведение биохимического исследования**

### **7. Биохимическое исследование**

Включает тесты, обязательные для каждого вида ПО, а также дополнительные (рекомендательные, факультативные) для конкретного ПО.

В качестве обязательных для биохимического исследования можно рекомендовать следующие тесты: определение активности аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, каталазы, глутатионпероксидазы, а также содержание общего белка, сульфгидрильных групп, продуктов перекисного окисления липидов, креатинина, мочевины, калия, натрия, хлора в сыворотке периферической крови. Заключение.

## 8. Оценка мутагенной и канцерогенной опасности ПО

Оценка мутагенной и канцерогенной опасности ПО — составная часть их комплексной токсикологической оценки. При этом в качестве наиболее адекватных биологических тест-объектов для оценки мутагенной и канцерогенной активности могут быть использованы макрофаги и лимфоциты периферической крови, лимфоциты селезенки и тимуса, а также клетки красного костного мозга человека и экспериментальных животных. Тест-системы с использованием этих иммунокомпетентных клеток могут быть эффективны при оценке не только мутагенности и канцерогенности, но и общей цитотоксичности исследуемых ПО.

Исследования мутагенной и канцерогенной опасности ПО может проводиться путем инвентаризации мутагенов и канцерогенов, входящих в состав ПО, проводится на основе данных анализа результатов исследования их химического состава и физико-химических свойств с использованием электронных баз данных о канцерогенных и мутагенных характеристиках химических веществ. Поскольку такая оценка носит качественный характер, развивается направление биологической индикации суммарной мутагенной активности экстрактов из образцов ПО на разных тест-объектах. Достоинство этого подхода — оценка мутагенности экстрактов конкретных образцов ПО, хотя и без выделения отдельных соединений, ответственных за наблюдаемый эффект.

Тестированию на мутагенную активность подвергаются ПО с неизвестными физико-химическими свойствами, которые не могут быть идентифицированы с помощью электронных и других баз справочных данных, а также методами компьютеринга (математический анализ и моделирование поведения ксенобиотика в биологической системе на основе его физико-химических свойств). Так, для анализа структурного сходства используется, во-первых, представительная база данных о мутагенных свойствах широкого круга химических соединений и, во-вторых, специальные компьютерные программы.

## 9. Анализ заключений

По результатам исследования химического состава, физико-химических свойств, а также собственно токсикологических и биохимических характеристик ПО.

## **10. Обобщение и многопараметрический анализ результатов химических, физико-химических и биохимических исследований**

Токсиколого-гигиеническая оценка и установление класса токсичности исследуемого ПО с помощью специальных математических моделей на основе полученных экспериментальных данных.

## 11. Заключение о классе токсичности ПО

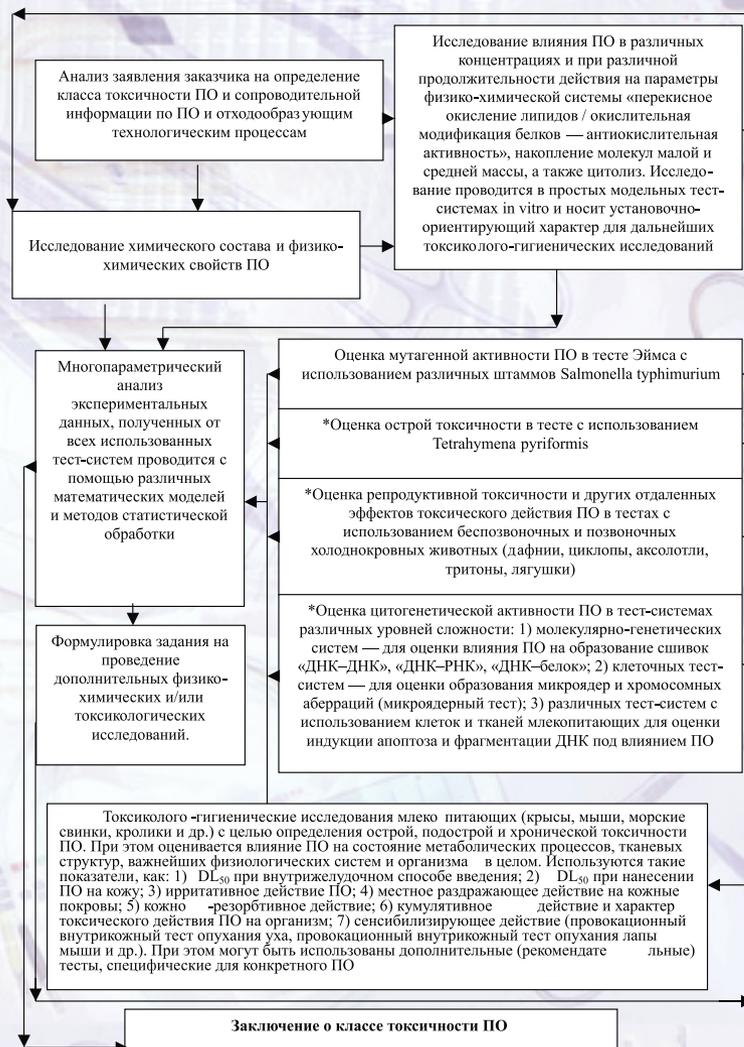


Схема 1. Алгоритм проведения физико-химических и токсиколого-гигиенических исследований при определении класса токсичности ПО (\* — рекомендуемые факультативные исследования)

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫДАЧЕ ГИГИЕНИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

Результаты исследования отходов оформляются в виде отчетов и заключения, которые должны полностью отражать весь объем проведенных работ и включать следующие разделы:

- физико-химические свойства отхода,
- краткое описание методики исследования отхода,
- протоколы токсиколого-гигиенических исследований (см. приложение),
- результаты анализов в виде таблиц произвольной формы,
- токсикологическая характеристика отхода,
- выводы,
- используемая литература.

Заключение должно быть подписано ответственным исполнителем-гигиенистом, руководителем подразделения и утверждено руководителем учреждения, осуществляющего определение класса токсичности ПО.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ РАБОТЕ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ**

Лица, которые отбирают пробы и проводят токсиколого-гигиеническую экспертизу отходов, должны в зависимости от вида отхода использовать средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.004, ГОСТ 12.4.010, ГОСТ 12.4.011, 12.4.028, ГОСТ 12.4.029, ГОСТ 12.4.034, ГОСТ 12.4.068, ГОСТ 12.4.072, ГОСТ 12.4.103. Все работы с ртутьсодержащими отходами проводят в соответствии с «Санитарными правилами при работе с ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением», № 4607-88.

Использование специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты, уход за ними и хранение — в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на эти средства защиты.

Форма отчетности

Форма протокола представления результатов оценки мутагенной активности вещества в тесте по учету генных мутаций у бактерий (тест Эймса), а также в микроядерном тесте и в тесте на репродуктивную токсичность с использованием *Tetrahymena pyriformis* и/или млекопитающих.

Вид исследования:

Микроорганизмы, входящие в тест-систему:

вид \_\_\_\_\_ штаммы \_\_\_\_\_

Характеристика промышленного отхода:

название \_\_\_\_\_

формулы важнейших составляющих компонентов и их

физико-химические свойства \_\_\_\_\_

источник промышленного отхода (откуда получен) \_\_\_\_\_

экстрагирующие растворители \_\_\_\_\_

позитивный контроль \_\_\_\_\_

Анализ данных литературы:

---

---

---

Схема исследования:

дата проведения (начало, окончание, отдельные эксперименты)

---

---

способ (способы) обработки \_\_\_\_\_

---

---

дозы (концентрации) \_\_\_\_\_

---

---

количество повторов, количество чашек (пробирок, лунок и т.д.) на дозу \_\_\_\_\_

система метаболической активации \_\_\_\_\_

Полученные результаты:

Библиография:

Исполнители:

Дата сдачи отчета: