

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

В. А. ПЛЕХАНОВА

**ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ ОТХОДОВ,
ПОЧВЫ И СТОЧНЫХ ВОД
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕФТИ И
НЕФТЕПРОДУКТОВ В ОТХОДАХ, ПОЧВЕ И СТОЧНЫХ
ВОДАХ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ
СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ
НА ПРИБОРЕ КН-2м**

Лабораторная работа по курсу

**Техника и технологии переработки и
утилизации отходов**

(Продолжительность лабораторной работы – 4 часа)

Казань 2010 г.

УДК 628.5:574

ББК

П

Рецензенты:

доц. каф. ИЭР Апкин Ренат Нуриханович

Плеханова В.А.

Подготовка образцов отходов, почвы и сточных вод для химического анализа. Определение концентрации нефти и нефтепродуктов в отходах, почве и сточных водах методом инфракрасной спектрофотометрии на концентратомере КН-2м. Лабораторная работа. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010.

В работе даны теоретические сведения о загрязнении окружающей среды нефтью и продуктами ее переработки, описан метод инфракрасной спектрометрии, концентратомер КН-2м и работа на нем. В практической части работы изложены: методы предварительной подготовки твердых и жидких образцов для химического анализа; этапы анализа образцов по суммарному содержанию в них нефтепродуктов согласно нормативным методикам ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 и МУК 4.1.1956-051.

Работа предназначена для студентов специальности 280202.65 «Инженерная защита окружающей среды».

УДК 628.5:574

ББК

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Подготовка образцов отходов, почвы и сточных вод для химического анализа. Определение концентрации нефти и нефтепродуктов в отходах, почве и сточных водах методом инфракрасной спектrophотометрии на концентратомере КН-2м {Согласно ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 (жидкие образцы) и МУК 4.1.1956-051 (твердые образцы)}

Цель работы: Знакомство с методами первичной подготовки образцов различных сред для последующего химического анализа. Изучение метода определения концентрации нефти и нефтепродуктов в образцах на приборе КН-2м. Сравнение полученных результатов с ПДК.

Измерительный прибор: концентратомер КН-2м.

Оборудование:

весы аналитические НТР-220СЕ ViBRA;

рН-метр Анион 4150;

колонка хроматографическая, с внутренним диаметром 7 мм, длиной 200 мм;

штатив для хроматографических колонок;

посуда стеклянная лабораторная ГОСТ 1770-74;

посуда мерная лабораторная 2-го класса точности по ГОСТ 1770-74;

ступка фарфоровая;

пестик.

Материалы:

стекловата, обработанная четыреххлористым углеродом и высушенная;

фильтровальная бумага по ГОСТ 12026-76.

Реактивы:

ГСО нефтепродукты в четыреххлористом углероде ГСО 7822-00;

четырёххлористый углерод, хч ГОСТ 20288-74;

оксид алюминия для хроматографии, чда ГОСТ 8136-85;
Серная кислота, хч ГОСТ 4204-77.

Требования техники безопасности: При работе с концентратомером КН-2м, весами аналитическими НТР-220СЕ ViBRA, рН-метром Анион 4150 следует соблюдать правила электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79 и инструкцией по эксплуатации прибора. При работе с реактивами следует соблюдать необходимые меры безопасности, установленные для работы с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1.005-88. Все работы с четыреххлористым углеродом проводить под вытяжкой и в перчатках, избегая попадания его на кожу.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Подготовка образцов для химического анализа. Для выполнения химического анализа образцы отходов, почвы и сточных вод требуется подготовить. Твердые образцы необходимо довести до однородного фракционного состояния, т.к. посторонние включения искажают результаты анализа; также для более полного извлечения из образца определяемого вещества необходимо иметь наибольшую площадь поверхности образца для полного контакта экстрагентов с образцом, поэтому измельчение образца проводится до пылевидного состояния. Суспензии твердых образцов и жидкие образцы часто бывает необходимо профильтровать для получения раствора без взвесей для последующего химического анализа. Для измерения подготовленных образцов физико-химическими методами на различных приборах требуется их идеальная прозрачность.

Загрязнение окружающей среды (ОС) нефтью и нефтепродуктами. Загрязнение ОС нефтью и продуктами ее переработки является в настоящее время актуальной экологической проблемой для Российской Федерации. Особенно это относится к Республикам Татарстан, Башкортостан, Коми, Западно-Сибирскому, Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам. Масштабное загрязнение ОС происходит как сырой нефтью, так и продуктами ее переработки (растворителями, бензинами, смазочными маслами, битумом и т.п.) в процессе добычи, транспортировки, использования данных продуктов, выпуском не- или недоочищенных сточных вод, а также при хранении и утилизации нефтесодержащих отходов.

В результате аварийных ситуаций в трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов, а также в результате производственной деятельности предприятий нефтепереработки, в нашей стране накопилось огромное количество нефтешламов, которые усугубляют экологическую ситуацию.

Нефтяные шламы, накапливаемые в амбарах, представляют собой сложную многофазную гетерогенную среду из смеси окисленных углеводородов (смола, асфальтенов, парафина), песка, растительного слоя земли, воды, солей, различных химических реагентов, использованных в процессах добычи, сбора и подготовки товарной нефти. Накопление и хранение нефтесодержащих шламов в амбарах происходит в течение многих лет. Они занимают существенные площади земли, создают серьезную угрозу окружающей среде, т.к. проникают в почву, попадают в источники воды, испаряются в атмосферу и являются причиной потери значительного количества углеводородного сырья.

Сложность химического состава нефти и продуктов ее переработки требует для организации мониторинга загрязнения ОС не только определения содержания ее отдельных компонентов, но и контроля

суммарного содержания нефти и нефтепродуктов, особенно для работ по рекультивации.

ПДК нефтепродуктов в природных водах составляет 0,05 мг/л. *Гигиенический норматив нефти в почве не установлен.* Согласно «Методическим рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель» (утв. Роскомземом 28.12.94, Минсельхозпродом РФ 26.01.95г, Минприроды РФ 15.02.95), содержание в почвах нефтепродуктов можно разделить на 5 уровней, в числе которых:

- 1 – допустимый уровень загрязнения (<1000 мг/кг почвы);
- 2 – умеренный уровень загрязнения (1000 – 2000 мг/кг почвы);
- 3 – повышенный уровень загрязнения (2000 – 3000 мг/кг почвы);
- 4 – высокий уровень загрязнения (3000 – 5000 мг/кг почвы);
- 5 – очень высокий уровень загрязнения (>5000 мг/кг почвы).

Описание метода определения нефтепродуктов

Инфракрасная (ИК) спектрофотометрия – раздел оптической спектроскопии, изучающий спектры поглощения и отражения электромагнитного излучения в ИК области, т.е. в диапазоне длин волн от 10^{-6} до 10^{-3} м. В координатах интенсивность поглощенного излучения - длина волны (или волновое число) ИК спектр представляет собой сложную кривую с большим числом максимумов и минимумов. Полосы поглощения появляются в результате переходов между колебательными уровнями основного электронного состояния изучаемой системы. Спектральные характеристики (положения максимумов полос, их полуширина, интенсивность) индивидуальной молекулы зависят от масс составляющих ее атомов, геометрического строения, особенностей межатомных сил, распределения заряда и др. Поэтому ИК спектры отличаются большой

индивидуальностью, что и определяет их ценность при идентификации и изучении строения соединений.

Это наиболее универсальный и достоверный метод определения суммарного содержания нефтепродуктов, учитывающий алифатические и алициклические углеводороды, содержание которых в нефти достигает 90 %. Определение содержания нефтепродуктов по этому методу основано на выделении нефтяных компонентов экстракцией четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении углеводородов от соединений других классов в колонке с оксидом алюминия и количественном их определении по интенсивности поглощения С-Н связей метиленовых ($-CH_2-$) и метильных ($-CH_3-$) групп в инфракрасной области спектра фотометрическим способом.

Описание концентромера КН-2м



Рисунок 1 – внешний вид прибора

Концентромер КН-2м (внешний вид и структурная схема прибора представлены на рис. 1 и 2) является двухканальным спектрофотометром, которым измеряется разность оптических плотностей раствора нефтепродуктов в четыреххлористом углероде на двух длинах волн. В

первом (измерительном) канале используется спектральный участок излучения $(2930 \pm 70) \text{ см}^{-1}$ (3,42 мкм), который соответствует области поглощения С-Н связей в CH_2 – и CH_3 – группах алифатических, алициклических углеводородов и боковых цепей ароматических углеводородов и СН-группах ароматического кольца. Во втором (опорном) канале используется спектральный участок (3,0 мкм), на котором углеводороды не поглощают ИК-излучение. Наличие опорного канала позволяет выделить ослабление светового потока, зависящее только от концентрации определяемых веществ в растворителе.

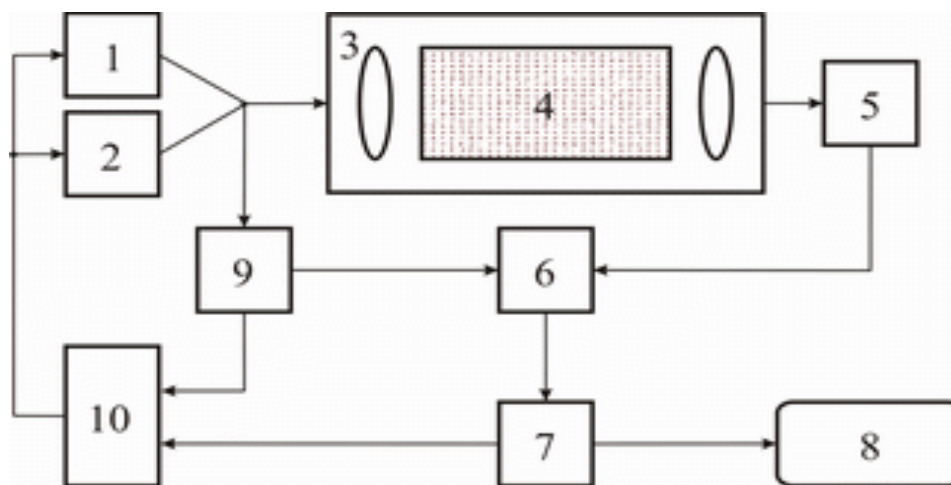


Рисунок 2 – структурная схема прибора.

1, 2 – источники света; 3 – оптическая система; 4 – измерительная кювета; 5, 9 – фотоприемники; 6 – аналого-цифровой преобразователь; 7 – микропроцессор; 8 – дисплей; 10 – генератор импульсов тока.

Источниками света 1 и 2 для измерительного и опорного каналов являются импульсные полупроводниковые излучатели со встроенными узкополосными интерференционными фильтрами. Пространственно совмещенные световые потоки опорного и измерительного каналов проходят оптическую систему 3 с измерительной кюветой 4 и

направляются на фотоприемник 5. Часть излучения обоих каналов поступает на фотоприемник 9. Электрические сигналы фотоприемников 5 и 9, пропорциональные интенсивностям излучения соответствующих каналов, поступают на аналого-цифровой преобразователь 6, а затем направляются в микропроцессор 7. Результат измерения выводится на дисплей 8. Генератор импульсов тока 10 предназначен для управления интенсивностью световых потоков.



Рисунок 3 – передняя панель прибора.

В приборе действует режим самодиагностики, в котором проверяется его работоспособность. Самодиагностика происходит автоматически после его включения и периодически при работе. В случае нарушения режима измерения на дисплее появляется предупреждающее сообщение.

На передней панели корпуса (рис. 3) находятся: дисплей, клавиатура и световой индикатор сети питания.

Основное меню прибора содержит шесть режимов:

- НЕФТЕПРОДУКТЫ - режим определения массовой концентрации нефтепродуктов;
- ЖИРЫ - режим определения массовой концентрации жиров;
- НПАВ - режим определения массовой концентрации неионогенных поверхностно-активных веществ;
- ПРОВЕРКА CCl_4 - режим проверки чистоты четыреххлористого углерода;
- УСТАНОВКА - режим установки исходных значений;
- СПРАВКА - справочная информация.

Для входа в требуемый режим основного меню маркер устанавливается клавишей \blacktriangle или \blacktriangledown на нужную позицию и нажимается клавиша ВВОД. Для выхода из любого режима нажимается клавиша МЕНЮ.



Рисунок 4 – кювета для измерения анализируемого вещества

В верхней части корпуса имеется откидывающаяся крышка кюветного отсека, в который устанавливается кювета (рис. 4). Кювета

представляет собой металлический корпус с оптическими окнами. На корпусе кюветы имеются две трубки: одна для заливки в кювету анализируемого продукта, другая – для выхода воздуха. Заливка анализируемого продукта в кювету производится с помощью воронки, устанавливаемой в отверстие заливной трубки. После заливки кюветы отверстия в трубках закрываются фторопластовыми заглушками.

Описание аналитических весов HTR-220CE ViBRA



Рисунок 5 – Аналитические весы HTR-220CE ViBRA

Аналитические весы HTR-220CE ViBRA пятизначные, нагружаемые сверху, имеющие сенсорные многофункциональные клавиши; имеют технологии:

O-Level автоматического выравнивания;

Q-Pan с компенсацией нецентрального положения груза на чашке;

Q-Guide новый дизайн подсказок пользователю;

Q-Com коммуникационное многообразие.

Описание рН-метра АНИОН-4150



Рисунок 6 – рН-метр АНИОН-4150

рН-метр - прибор для измерения концентрации ионов водорода (рН) в растворах, питьевой воде, пищевой продукции, сырье, объектах окружающей среды и производственных систем непрерывного контроля технологических процессов, в т. ч. в агрессивных средах.

АНИОН-4150 рН-метр лабораторный переносной предназначен для измерения:

- активности ионов водорода (рН);
- ЭДС электродных систем;
- окислительно-восстановительного потенциала (Eh);
- температуры водных сред.

Общие сведения:

- выбор удобной для оператора единицы измерения: рН или мВ;
- простое и понятное управление прибором;
- информативный графический дисплей с одновременным отображением значений основного параметра и температуры;
- контроль правильности градуировки по значению крутизны электродной функции;
- автоматическая температурная компенсация.

Построение калибровочного графика. Измерение концентраций анализируемых веществ физико-химическими методами анализа в измерительных приборах происходит с помощью пропорционального изменения величины интенсивности электрического сигнала в ответ на известную (стандартную) концентрацию анализируемого вещества. В более сложных приборах, таких как атомно-абсорбционные спектрометры или газовые хроматографы, расчет концентраций в анализируемом растворе производится программой обеспечивающей работу прибора (программа сама строит калибровочный график и пересчитывает концентрации, причем можно задать и параметры статистической обработки измерений). Для менее сложных приборов необходимо построение калибровочного графика по данным, полученным в результате измерения на приборе различных параметров, например, оптической плотности для спектрофотометрических приборов.

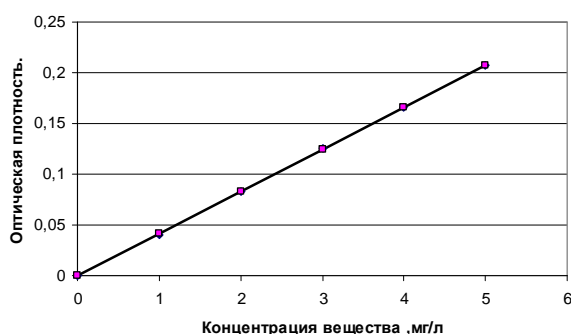


Рисунок 6 – общий вид калибровочного графика

Приготовление стандартных растворов. Их готовят из государственных стандартных образцов (ГСО) методами, указанными в паспорте ГСО, путем последовательного разбавления более концентрированного раствора. ГСО представляет из себя стеклянную запаянную ампулу с находящимся в ней раствором вещества в том или ином растворителе (обычная концентрация 1 или 10 мг/см³). В паспорте ГСО указывается погрешность концентрации для точности расчетов.

Также можно приготовить стандартные растворы из какого-либо реактива, содержащего определяемый компонент. Описание этого действия приводится в методике определения, но такой способ сложнее, а, главное, дает существенную погрешность в измерении из-за того, что вскрытая упаковка с реактивом быстро набирает воду из атмосферного воздуха. Для высушивания реактива применяется тот или иной способ удаления воды согласно методике, но полностью высушить реактив не удается. Поэтому приготовление стандартных растворов из ГСО более предпочтительно.

Для построения калибровочных графиков обычно готовят 8-10 растворов с известной концентрацией.

Приготовление стандартных растворов и построение калибровочного графика – ответственные операции, требующие высокой квалификации аналитиков.

Предварительная подготовка лабораторной работы сотрудниками Эколого-химической лаборатории.

Перед началом выполнения лабораторной работы студентами сотрудники Эколого-химической лаборатории проводят следующие подготовительные этапы работы: отбор и доставка образцов; высушивание твердых образцов до воздушно-сухого состояния; очистка четыреххлористого углерода; подготовка оксида алюминия; подготовка стекловаты; подготовка стеклянной посуды; подготовка хроматографической колонки; установление нулевого значения шкалы концентромера; приготовление шкалы стандартных растворов нефтепродуктов из ГСО 7822-00; построение калибровочного графика; определение C_{H_0} – концентрация в элюате неспецифических составляющих

почвенного гумуса; приготовление шкалы стандартов рН-метрии, калибровка рН-метра.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Подготовка образцов

Отбор образцов почвы и их подготовка к анализу проводится в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» для всех видов почв.

Отбор образцов отходов проводится в соответствии с нормативными документами для каждой категории отходов.

Отбор образцов сточных вод проводится в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Образцы почвы и твердых отходов высушивают до воздушно-сухого состояния по ГОСТ 5180-84. Воздушно-сухие пробы хранят в матерчатых мешочках, в картонных коробках или в стеклянной таре в холодильнике при 4-5 °С.

Этапы выполнения работы

В начале лабораторного занятия КН-2м включается в сеть для прогрева прибора.

Все студенты анализируют один общий образец почвы (или шлама) и один общий образец сточной воды.

1. Сухой образец почвы или почвоподобных твердых отходов рассыпают на бумаге или кальке и разминают пестиком крупные комки, затем выбирают включения - корни растений, насекомых, камни, стекло, уголь, кости животных, а также

новообразования - друзы гипса, известковые журавчики, а также другие посторонние примеси. Почву и твердые отходы растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм.

2. Пробу сточной воды отфильтровывают через бумажный фильтр.

3. *Определение содержания нефтепродуктов в почве (шламе):*

Из подготовленного для анализа образца берется навеска 10 г с точностью до $\pm 0,01$ г.

Для экстракции нефти из образца используют колбы вместимостью 0,25 дм³. Навеску почвы высыпают в колбу № 1, туда же приливают 50 мл четыреххлористого углерода.

Колбу закрепляют на стойке аппарата для встряхивания (вибратора). Включают вибратор и в течение 15 мин (при скорости вращения мешалки 2500 об./мин) интенсивно перемешивают образец с четыреххлористым углеродом. Затем в течение 10 мин содержимое колбы отстаивают, жидкость через бумажный фильтр сливают в колбу № 2.

Очистка экстракта: В подготовленную хроматографическую колонку наливают 3 мл четыреххлористого углерода для смачивания. Как только четыреххлористый углерод впитается в оксид алюминия, небольшими порциями вливают экстракт. При этом внимательно следят, чтобы уровень жидкости не опускался ниже слоя оксида алюминия. Полученный элюат собирают в мерный цилиндр. Первые 3 мл элюата отбрасывают.

Залить элюат в кювету, предварительно промыв ее элюатом и снять показания концентромера.

Все работы с четыреххлористым углеродом выполняются в вытяжном шкафу.

По калибровочной зависимости находят концентрацию нефтепродуктов в элюате. Далее рассчитывают концентрацию нефтепродуктов ($C_{Нп}$) в навеске образца по формуле:

$$C_{Нп} = \frac{(K \cdot C_{Нк} - C_{Н0}) \cdot V_0}{P},$$

где: $C_{Нк}$ – концентрация нефти, найденная по градуировочной зависимости, мг/дм³;

K – коэффициент разбавления элюата четыреххлористым углеродом; $K = V_a/V_э$, где V_a – объем разбавленного элюата, мл; $V_э$ – объем элюата, взятого для анализа, мл;

$C_{Н0}$ – концентрация в элюате неспецифических составляющих почвенного гумуса;

V_0 – объем четыреххлористого углерода, мл (50 мл);

P – навеска почвы (10 г).

4. Определение содержания нефтепродуктов в сточной воде:

Анализируемую пробу подкисляют раствором серной кислоты (1:1) до $pH \leq 2$ и добавляют 30 мл четыреххлористого углерода. После чего проводят экстракцию с помощью экстрактора. Время экстракции составляет 5 минут при скорости вращения мешалки 2500 об./мин. По окончании экстракции пробу воды отстаивают в течение 10-15 мин для расслоения водной и органической фаз.

Затем большую часть пробы воды сливают в мензурку, не задев слоя четыреххлористого углерода. Нижний органический слой переносят в делительную воронку и проводят окончательное отделение экстракта от воды. Полученный экстракт фильтруют через стекловату в емкость с притертой пробкой. Оставшуюся в делительной воронке часть пробы воды

переносят в мензурку, в которую была слита ранее бóльшая часть пробы воды и производят измерение объема анализируемой пробы воды.

Профильтрованный экстракт заливают в кювету и измеряют концентрацию нефтепродуктов.

Массовую концентрацию нефтепродуктов в пробе воды, C , мг/дм³, рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{C_m \cdot V_э}{V_в},$$

где C_m – массовая концентрация нефтепродуктов в элюате, мг/дм³;

$V_э$ – объем четыреххлористого углерода, использованного для проведения экстракции, см³, $V_э = 30$ см³;

$V_в$ – объем пробы воды, взятой для анализа, см³.

В случае разбавления элюата или экстракта показание прибора (C_m) умножают на кратность их разбавления.

Проведение измерений на приборе:

Клавишей \vee или \wedge установить маркер на режим НЕФТЕПРОДУКТЫ И нажать клавишу ВВОД. Установить кювету. После этого на дисплее появятся результаты измерения.

Если измеренное значение концентрации в элюате превышает верхний предел диапазона измерений прибора, на дисплее появится сообщение ТРЕБУЕТСЯ РАЗБАВЛЕНИЕ. В этом случае необходимо произвести разбавление элюата. Для этого 1 мл элюата переносят в колбу емкостью 25-50 см³, туда же добавляют 19 мл четыреххлористого углерода, тем самым уменьшая концентрацию нефтепродуктов в 20 раз. Полученный раствор переносят в кювету и снимают показания прибора.

Для выхода в режим основного меню нажать клавишу МЕНЮ.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- Краткие сведения о загрязнении ОС нефтью и продуктами ее переработки.
- Краткие сведения о приборе КН-2м.
- Сводные результаты анализа содержания нефтепродуктов: один из студентов выписывает на доске индивидуальные результаты анализа, остальные студенты сводят данные в таблицу 1 и рассчитывают среднее арифметическое и среднее квадратичное отклонение:

Таблица 1

Результаты анализа образцов

№	Фамилия студента	Результаты анализа образца почвы (мг/кг)	Результаты анализа образца сточной воды (мг/л)
Среднее арифметическое:			
Среднее квадратичное отклонение:			

Среднее квадратичное отклонение s рассчитывается по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2}{n}},$$

где a – индивидуальный результат анализа, n – количество результатов анализа.

- Выводы по проведенной работе: один из выводов – сравнение полученных результатов с ПДК.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая предварительная подготовка образцов необходима для химического анализа?
2. Опишите проблему накопления нефтяных шламов.
3. Дайте краткое описание концентратомера КН-2м.
4. Чем отличается выполнение анализа нефтепродуктов в почве от такового в сточной воде?

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Описать нефть как сложный углеводород.

Источники загрязнения окружающей среды нефтью и продуктами ее переработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гарин В.М., Соколова Г.Н. Обращение с опасными отходами. Учебное пособие. – М.: Проспект, 2005.
2. МУК 4.1.1956-051 «Определение содержания нефти и нефтепродуктов в почвах».
3. ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 «Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных сточных вод методом ИК-спектрофотометрии».

Учебное издание

**ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ ОТХОДОВ,
ПОЧВЫ И СТОЧНЫХ ВОД
ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ
В ОТХОДАХ, ПОЧВЕ И СТОЧНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ
ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ
НА ПРИБОРЕ КН-2м**

Методические указания
к лабораторной работе

Для студентов очной формы обучения

Составители: **Вера Александровна Плеханова**

Кафедра инженерной экологии и рационального природопользования
КГЭУ