Методы и приборы контроля окружающей среды

Лекция №1

Тема: Введение. Цель, задачи и научно-методические основы курса. Общие сведения о средствах измерений Сведения по метрологии. Слу-чайные погрешности. Систематические погрешности.

Калимолдина Л.М– к.т.н., сениор-лектор, кафедры ХХТиЭ,/ФПТ (29.04.2024г)

Общие сведения о средствах измерений. Метрология как наука охватывает круг проблем, связанных с измерениями. В дословном переводе с древнегреческого μετρον – мера, а λογοζ – слово, учение или наука. Таким образом, **метрология – наука об измерениях.**

Потребность в измерениях возникла в незапамятные времена. Для этого в первую очередь использовались подручные средства. Из глубины веков дошли до нас единица веса драгоценных камней— *карат,* что в переводе с языков древнего юга-востока означает "семя боба", "горошина", единица аптекарского веса – *гран,* что в переводе с латинского, французского, английского, испанско-го означает "зерно". Многие меры имели антропометрическое происхождение или были связаны с конкретной трудовой деятельностью человека. Так, в Киевской Руси применялись в обиходе *вершок* – "верх перста" – длина фаланги указательного пальца; *пядь* – от "пять", "пятерня" - расстояние между концами вытянутых большого и указательного пальцев; *локоть* – расстояние от локтя до конца среднего пальца; *сажень* – от "сягать", "достигать", т. е. можно достать; *косая сажень* – предел того, что можно достать: расстояние от подошвы левой ноги до конца среднего пальца вытянутой вверх правой руки; *верста* – от "верти", "поворачивая" плуг обратно, длина борозды.

Древнее происхождение имеют и "естественные" меры. Первыми из них, получившими повсеместное распространение, стали меры времени. На основе астрономических наблюдений древние вавилоняне установили *год, месяц, час.* Впоследствии 1/86400 часть среднего периода обращения Земли вокруг своей оси получила название *секунды.*

К настоящему времени разработано большое количество разнообразных приборов контроля состояния окружающей среды. Для ориентирования в этой области и реализации знаний, умений и навыков, целесообразно классифицировать эти приборы. Классификация проведена по следующим признакам:

по видам исследуемой среды:

- приборы для измерения концентрации вредных примесей в атмосфере (газоанализаторы различного типа, хроматографы, масс-спектрометры);
- приборы для определения качества воды (фотоэлектроколориметры, ионометры, рефрактометры);
- приборы для исследования состояния почвы и твердых веществ (спектрометры, флуориметры, радиометры);

по методам получения информации:

- химические (реактивы и оборудование стационарных химических лабораторий, так называемая «мокрая химия»);
- физико-химические;
- оптические (спектрофотометры, фотоэлектроколориметры, ионометры);
- электрохимические (ионометры, кондуктометры, полярографы); хроматографические (жидкостные и газовые хроматографы и различные хроматографические колонки);
- физические;
- радиометры и дозиметры;

- электромагнитометры;
- масс-спектрографы;
- шумомеры;

по условиям применения:

- стационарные приборы (для атомного и молекулярного спектрального анализа, хроматографы). Эти приборы прецизионные(точные) и требуют специальных условий для работы и подготовки обслуживающего персонала;
- переносные приборы экологического контроля(чаще всего они называются приборами экспресс-анализа и используют,ся в частности, в передвижных экологических лабораториях). Эти приборы (радиометры, нитратомеры, комплекты для качественного анализа воды и почвы) имеют невысокую точность, но для про-ведения простейших экологических работ, вполне могут использоваться.

Сведения по метрологии. Современная метрология является учением о единицах, средствах и методах измерения. Основными задачами метрологии являются *поверка* и *испытание измерительных приборов для установления точности и надежности их действия.*

Рассмотрим основные понятия метрологии.

Величина – это количественная характеристика физического тела, явле-ния или процесса.

Измерения – это действия, выполняемые с помощью приборов; цель из-мерений – нахождение числового значения измеряемой величины в принятых единицах измерения.

Единица измерения – это значение физической величины, принятой за основание для сравнения при количественной оценке величины того же рода (например, метр – единица длины).

Совокупность единиц измерения, охватывающих определенную область величин, называется *системой единиц.*

Измерения бывают *контактные и бесконтактные.* При *контактном из-мерении* датчик измерительного устройства соприкасается с измеряемым объ-ектом, а при *бесконтактном* – не соприкасается. К бесконтактным измерени-ям относятся оптические, радиоактивные и др. Контакт с измеряемым объектом может быть точечным, линейным и поверхностным.

Средства измерения. Средства измерений – это технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства. От средств измерений зависит правильное определение значения из меряемой величины в процессе измерения. Средства измерения подразделяют-ся на *меры, контрольно-измерительные приборы и измерительные прис-пособления.*

Мерами называют тела, вещества и устройства, предназначенные для конкретного воспроизведения единицы измерения или определенного, заранее установленного размера.

Контрольно-измерительные приборы – это устройства, которые служат для прямого или косвенного сравнения измеряемой величины с мерой.

Измерительные приспособления обеспечивают сравнение измеряе-мой величины с контрольной.

Контрольно-измерительные приборы классифицируются по способу получения результатов измерения и способу отсчета показаний и характеру применения.

По способу получения результатов измерения различают *приборы сравнения, показывающие и суммирующие.*

Приборы сравнения (компарирующие) предназначены для непосредственного сравнения измеряемой величины с мерой. К ним относятся рычажные весы с гирями, лабораторные потенциометры и др.

Показывающие приборы служат для определения значения измеряемой величины (например, давления, температуры) по отсчетным приспособлениям (шкале, цифровому указателю и др.), предварительно проградуированным путем прямого или косвенного сравнения с мерами.

Суммирующие приборы показывают суммарное значение измеряемой величины за время действия прибора (например, расходомеры).

По способу отсчета показания различают приборы с непосредственным отсчетом и с управляемым отсчетом.

Приборы с непосредственным отсчетом дают показания автоматически, без участия наблюдателя (амперметры, термометры, автоматические потенциометры и др.).

По характеру применения измерительные приборы подразделяются на *указывающие, самопишущие (регистрирующие), сигнализирующие и регулирующие.*

Указывающие приборы позволяют наблюдателю производить отсчет измеряемой величины только в данный момент. *Самопишущие приборы* снабжены устройствами для автоматической записи измеряемых величин. *Сигнализирующие приборы* имеют специальные приспособления для включения звуковой или световой сигнализации, когда измеряемая величина достигает заданного значения. Регулирующие приборы предназначены для поддержания значения измеряемой величины – параметра – на заданном уровне или по заданной программе в соответствии с требованиями технологического процесса (например, регуляторы уровня, температуры и др.).

По метрологической классификации меры и измерительные приборы разделяются на *образцовые и рабочие.*

Образцовые меры и измерительные приборы предназначены для воспроизведения единиц измерения, поверки и градуировки рабочих измерительных приборов. Рабочие меры и измерительные приборы служат для измерений в производственных условиях.

Различают три основных вида абсолютных погрешностей: *случайные, систематические, промахи.*

Случайные погрешности вызываются случайными, неконтролируемыми причинами, действие которых неодинаково при параллельных измерениях. Значения случайных погрешностей могут быть различными даже тогда, когда параллельные измерения производятся в одинаковых условиях, в один и тот же день, одним аналитиком, с одними и теми же реактивами, посудой, приборами и т.д.

Абсолютные погрешности случайным образом изменяются от одного единичного измерения к другому. Они могут быть в одних измерениях очень маленькими, в других – достаточно большими, в одних – отрицательными, а в других – положительными. Какова погрешность данного единичного измерения, сказать нельзя, но можно оценить возможную случайную погрешность данной методики.

Систематические погрешности – погрешности, значение которых остается неизменным во всех параллельных измерениях. Из-за систематических погрешностей результат анализа оказывался неправильным.

Промахи – это грубые погрешности, возникающие в результате недобросовестной работы аналитика. Например, из-за невнимательности он может записать неверные результаты взвешивания, неправильно снять показания прибора и т.д.

Основными метрологическими характеристиками методики анализа являются *сходимость, воспроизводимость, правильность, точность, чувствительность и предел обнаружения.*

Сходимость – это степень близости друг к другу результатов параллельных единичных измерений, выполненных в одинаковых условиях одним и тем же человеком, в один день при использовании одних и тех же материалов и аппаратуры.

Воспроизводимость – это степень близости друг к другу результатов единичных измерений, выполненных в различных условиях (например, разными людьми или на разных приборах, в разные дни и т.д). Воспроизводимость в 1,5 – 2 раза ниже сходимости.

Правильность характеризует близость результатов анализа к истинному содержанию компонента в образце. Правильность обусловлена наличием и значением систематических погрешностей.

Точность отражает близость к нулю погрешностей всех видов (как систематических, так и случайных).

Чувствительность отражает способность метода обнаружить разницу между близкими концентрациями (количествами) определяемого вещества. Если определение концентрации производится по градуировочной кривой, построенной по стандартным образцам, то чувствительность метода равна тангенсу угла наклона этой кривой при данной концентрации. Если градуировочный график прямолинеен, то чувствительность метода определяется отношением x/c, где x – разность аналитических сигналов; c – соответствующая им разность концентраций.

Предел обнаружения характеризует наименьшее содержание определяемого вещества в соответствии с данной доверительной вероятностью. Предел обнаружения определяется с помощью градуировочной кривой по величине минимального обнаруживаемого аналитического сигнала.

Различают абсолютный и относительный пределы обнаружения. Абсолютный предел обнаружения – это наименьшее количество вещества, которое может быть обнаружено данным методом.

Он выражается в единицах массы – граммах, миллиграммах, микрограммах и т. п. Относительный предел обнаружения – это наименьшая обнаруживаемая данным методом концентрация, выражается в %, мг/мл, мкг/мл и т.д.