



Экспресс-методы анализа природных вод и других сред: прикладные аспекты в создании готовых решений для потребителя

*Александр Григорьевич Муравьев,
директор производственно-лабораторного комплекса
группы компаний «Крисмас», руководитель Учебного центра «Крисмас»,
канд. хим. наук*

Направления прикладных решений в технологиях химического анализа в производственном и учебно-научном применении



Контроль воды

.....



Контроль почвы

.....



Контроль воздуха

.....



Санитарно-пищевой
контроль

.....



Контроль
в энергетике

.....



Задачи создания готовых решений в области химического анализа (чем может заниматься научно-производственная компания на самофинансировании?)

- **Ориентация на прикладное использование продукции (практико-ориентированные разработки)**
- **Создание простейших технических решений для производства**
- **Совершенствование существующих НТ-решений**
- **Миниатюризация методов, реализуемых под действующие (типовые, унифицированные, стандартизованные) методики**

Характеристики готовых решений для средств на основе экспресс-методов

1. Простота приспособлений / методик

- Наш подход: просто – не более 2-3 готовых реагентов, минимизация пробы, принадлежности – в упаковке
- При простоте можно соответствовать НТД;
- Возможность выполнения анализа неспециалистами (обучение + стажировка)

2. Быстрое обнаружение / определение

- Быстрота (экспрессность) – понятие относительное
- «Делаем быстро – многим пренебрегаем»(?).

3. Учёт неизмеряемых (но влияющих) компонентов

- Не всегда возможно

4. Учёт сложностей с хранением и транспортировкой проб

- Может быть необходимым условием анализа

5. Проведение количественного анализа с применением титриметрии

- Вклад титриметрии в готовых решениях незаслуженно мал

6. Доходчивость изложения алгоритмов анализа

- Узнаваемость, унификация, стандартизация

Разноуровневый анализ: Титриметрия и колориметрия



**Экспресс-анализ
воды и водных
вытяжек**



**Руководство
(инструкция)
пользователя**



**Экспресс-
пипетка**

**Цветовые
шкалы**



**Аттестованные
методики
измерений**



Бюретка



**Полевой
фото-
колориметр**

**Результат
полу-
количественного
анализа**

**Результат
измерения**

Экспресс-методы в готовых решениях химического анализа

Анализируемый объект (среда)	Товарная форма (тип продукции)	Количество наименований компонентов / показателей
Вода, почв. вытяжка	Тест-системы	12 наименований
	Тест-комплекты и ПЛ (портативные лаборатории)	27 наименований
Пищевые продукты	Тест-системы	17 наименований
	Тест-комплекты и ПЛ	8 наименований
Воздух	Индикаторные трубки модели ТИ-[ИК-К] (аспирационные)	34 компонента, 70 наименований (диапазонов)
	Экспресс-тесты (безаспирационные)	2 компонента

Экспресс-анализ и вопросы соответствия

Термины, применимые для количественного химического анализа (ГОСТ Р ИСО 5725-2002, части 1-6)

- Нормативные показатели: точность, погрешность (систематическая, случайная и др.), правильность, прецизионность, повторяемость, среднее квадратическое отклонение (СКО), воспроизводимость и др.
- Метод измерений – приём или совокупность приёмов сравнения измеряемой ... величины с её единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.
- Методика измерений – установленная совокупность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с гарантированной точностью в соответствии с принятым методом.

Соответствие готовых решений нормативным данным (на примере продукции для анализа воды)

Уровень соответствия	Показатель
1. Метод и методика соответствуют:	
• Экспериментальные	Алюминий (ПВ), Гидрокарбонаты (ПВ), Аммиак (КВ), Железо общее (ПВ, ВП), Прозрачность (ПВ) и ещё 23 показателя
• Расчётно-графические	Жёсткость карбонатная (КПВ), Сульфаты (КПВ), Жёсткость усл. сульфатно-кальциевая (КПВ), Щёлочность карбонатная (ВП, КПВ)
2. Метод соответствует, методика аналогична	Кислород растворённый (ПВ, ВП), Общая жёсткость (ВП, КВ) Окисляемость перманганатная (ПВ, ВП) и ещё 5 показателей
3. Метод аналогичен, методика оригинальна	Сульфаты (ПВ, ВП, КПВ), Мутность (ПВ), Нитраты (ПВ, КПВ)
4. Метод и методика оригинальны	Кислотность (КПВ), Нефтепродукты (ПВ, КПВ), Никель (ПВ) и ещё 3
Сокращения: ПВ – вода питьевая и природная; ВП – вода в технологиях водоподготовки; КВ – воды котельных (производственные).	

Примечание. 1. Систематика соответствия на основе ФГИС подсистема «АРШИН» (Аттестованные методики (методы) измерений).
2. В таблицу не включены методы и методики с применением приборов контроля воды.

Соответствие готовых решений нормативным данным



Подходы, нашедшие отражение в ГОСТ 31886-2012 «**Принципы надлежащей лабораторной практики (GLP)**» и признанные на международном уровне, применимые, в том числе, к химическому анализу проб воды.

Контроль жидких проб с применением экспресс-методов

(вода, водные вытяжки, пищевые продукты)

Воды: основные виды



Питьевые воды

Питьевая
Расфасованная
Минеральная
Природная и т.п.



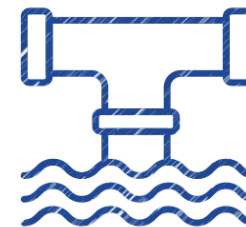
Природные воды

Рыбохозяйственное
назначение
Хозяйственно-питьевое
назначение
Культурно-бытовое
назначение
Грунтовая
Почвенная
Артезианская и т.п.



Производственные воды

Теплофикационные
Технические
Воды котельных
Воды холодного
водоснабжения
Воды горячего
водоснабжения и т.п.



Сточные воды

Водоотведение
(бытовое,
производственное,
атмосферное и т.п.)



Морские воды

Морская
Сильноминерали-
зованная
пресная
(>3 г/л) и т.п.

Руководства оператора (анализ воды и водных сред)



Портативное комплектное оборудование для анализа воды на основе экспресс-методов

Тест-комплекты

**Настольные лаборатории
модели НКВ-12 (12.1)**

**Полевые лаборатории модели
НКВ-1 (НКВ-1Фк)**

**Водно-химические экспресс-
лаборатории модели ВХЭЛ
(производственные, котельные)**

Комплекты пополнения

Приборы контроля воды и др.



Тест-комплекты для химического анализа водных проб (свыше 60 наименований)

Органолептические показатели	прозрачность и мутность, цвет
Общие и суммарные показатели	pH, БПК, кислотность, растворенный кислород, ХПК, перманганатная окисляемость, хлор активный, цветность, щёлочность и др.
Минеральный состав	карбонаты, гидрокарбонаты, карбонатная жесткость, кальций, магний, общая жесткость, сульфаты, хлориды, фториды, солесодержание и др.
Биогенные элементы	аммоний, нитраты, нитриты, фосфаты
Металлы	алюминий, железо общее, марганец, медь, никель, свинец, цинк, ΣMe
Органические вещества	нефтепродукты, ПАВ анионоакт, фенолы и др.

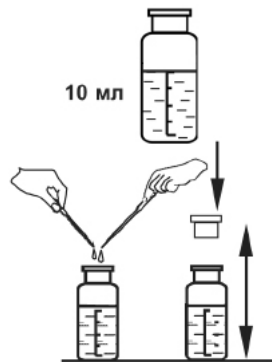


Средства комплектации портативных изделий



- Готовые к применению реагенты и растворы во флаконах с контролем первого вскрытия
- Капсулированные реагенты
- Портативные средства дозирования (пипетки, склянки, пробирки)
- Посуда и принадлежности
- Укладки с ложечками
- Комплекты пополнения
- Документация (руководства, паспорта, инструкции)

Реализация экспресс-методов: операции при определении фосфатов (ТК «Фосфаты», колориметрическое)



1. Налейте в мерную склянку профильтрованную пробу воды до метки «10 мл», предварительно ополоснув склянку несколько раз анализируемой водой.

Примечание. Для точных анализов объём пробы отмерьте с помощью градуированной пипетки.

2. Добавьте к пробе пипеткой полимерной 1,0 мл смешанного реагента, перемешайте, выдержите 2 мин и затем другой пипеткой — 3 капли раствора аскорбиновой кислоты. Склянку закройте пробкой и встряхните для перемешивания раствора.



3. Оставьте пробу на 15 минут для полного протекания реакции.

4. Выполните колориметрирование пробы.

При визуально-колориметрическом определении склянку с пробой поместите на белое поле контрольной шкалы. Освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, наблюдайте окраску раствора сверху вниз. Определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации фосфат-иона (СФ) в мг/л.



5. При фотометрическом определении окрашенную пробу поместите в кювету (10 мм) и определите значение её оптической плотности на фотоколориметре «Экотест–2020» или аналогичного типа при длине волны 660 нм относительно холостой пробы. Далее, с использованием градуировочной характеристики, заблаговременно построенной согласно МВИ-05-240, рассчитайте массовую концентрацию фосфат-иона (СФ) в мг/л.

При использовании фотоколориметра с запрограммированными значениями параметров градуировочной характеристики, значения массовой концентрации фосфат-иона автоматически выводятся на его дисплей.

Реализация экспресс-методов:

Операции при определении суммарного активного хлора (ТК «Активный хлор», титриметрический)



1. Ополосните колбу коническую несколько раз анализируемой водой. Налейте в колбу пробу воды в необходимом (50 мл или 250 мл, в зависимости от ожидаемой концентрации АХ) объеме до метки.



2. Добавьте в колбу пипеткой полимерной 1,0 мл ацетатного буферного раствора. Содержимое колбы перемешайте.

3. Добавьте в колбу около 0,1 г йодида калия, используя мерную ложку. Перемешайте содержимое колбы до растворения соли. При наличии АХ раствор приобретает жёлто-бурую окраску.



4. Титруйте пробу раствором тиосульфата натрия на белом фоне до слабожёлтой окраски, добавляя раствор титранта по каплям.

5. Добавьте пипеткой полимерной 0,5 мл раствора крахмала (раствор в колбе синее) и продолжайте титрование по каплям до полного обесцвечивания раствора.



6. Определите общий объем раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование как до, так и после добавления раствора крахмала (V_{TC} , мл).

7. Вычислите концентрацию суммарного активного хлора (C_{AX}) в мг/л по формуле:

$$C_{AX} = \frac{V_{TC} \times M \times 35,5 \times 1000}{V_{ПР}}$$



Настольная лаборатория химического анализа воды НКВ-12



Типовые модификации:

НКВ-12 «Вода питьевая и природная»
до 21 показателя (2 модификации);

НКВ-12.1 «Вода природная и водоподготовка»
до 29 показателей (3 модификации);

НКВ-12.2 «Водоснабжение и водоотведение»
до 23 показателей;

НКВ-12.3 «Вода агрессивная грунтовая»,
до 14 показателей;

НКВ-12.4 «Вода расфасованная», до 26 показателей.

Поставки дополняются приборами контроля и тест-комплектами (для некоторых модификаций).

Сертификаты/свидетельства:

Аттестованные методики измерений (ПНД Ф, МВИ, РД);

Патент РФ № 96342.

Приборы контроля воды



pH-метры pH 410, МАРК-901

**Кондуктометры ЭКСПЕРТ-002-2-6-н,
МАРК-603, АНИОН-7025, DIST2**

**Кислородомеры МАРК-302Т,
АНИОН-7040, АКПМ-1-02Т**

Иономеры И-510

**Набор-укладка для
фотоколориметрирования
Экотест-2020-К**

Весы цифровые и др.

Стоимость анализа с применением готовых решений ЗАО «Крисмас+»

Анализ питьевой/природной воды

НКВ-12.1, настольная, 25 показателей по 100 анализов, 297,7 тыс. руб.

1 анализ воды: **119 руб. в изделии / 63 руб. в КП**

НКВ-Рм, ранцевая, 18 показателей по 100 анализов, 118,5 тыс. руб.

1 анализ воды: **66 руб. в изделии / 40 руб. в КП**

Тест-комплект «Общая жёсткость», на 100 анализов, 9,7 тыс. руб.

1 анализ воды: **9,7 руб. в изделии / 3,2 руб. в КП**

Анализ производственной воды котельной

ВХЭЛ-1, настольная, 12 показателей по 100 анализов, 211,9 тыс. руб. с НДС

1 анализ воды: **177 руб. в изделии / 79 руб. в КП**

Экспресс-методы химического анализа в дидактическом пространстве

- ❑ **Обилие задач в химическом образовании и профессиональной подготовке**
 - Простота реализации
 - Отличная наглядность, убедительность
 - Соответствие учебному содержанию программ
- ❑ **Обширная область применения в различных курсах / предметах**
- ❑ **Разнообразные научные (учебно-научные) прикладные аспекты применения – предмет изучения и обучения**

Основные сферы практического применения технологий химического анализа

Безопасность:
экологическая, пищевая,
промышленная
Безопасность
жизнедеятельности

Кулинария
Рыбоводство
Санитарно-производственный
контроль
Технологии пищевые
Теплоэнергетика
Фермерское дело
Экологический мониторинг
Эксплуатация оборудования

Технологии
химического
анализа

Агрохимия
Агротехника
Акватехнологии
Аквариумистика
Бассейновое дело
Геоэкология
Гидроэкология
Исследования в ЧС
Лабораторное дело
Почвоведение
Строительство
Технологический
контроль

Оборудование на основе экспресс-методов: применение в общем и профессиональном образовании



Учебно-методические
комплекты



Мини-экспресс-
лаборатории



Учебные и детские
изделия - наборы



Учебно-методические
пособия, руководства,
практикумы

ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ

Студенты факультета ГГиТ 3 к., 5-6 гр.

Руководитель: Прожорина Т.И.

(Воронежский Гостехуниверситет, 2019 г.)



Освоение методов анализа проб воды и почвы в полевых и лабораторных условиях

Взаимодействие с потребителями



Консультирование и стажировка фактических и потенциальных потребителей оборудования ЗАО «Крисмас+»

Нацеленность на развитие, обновление, модернизацию производимой продукции

Ознакомиться с руководствами и практикумами



Работа над созданием готовых решений на основе экспресс-методов:

- Создаёт возможности широкого практического рыночного применения готовых решений для химико-аналитического различных объектов (воды и водных вытяжек, пищевой продукции, технологических сред, воздуха) в разных сегментах потребительского рынка (дешевизна, простота, доступность, и т.д.).
- Популяризирует химико-аналитическое профессиональное (предпрофессиональное) обучение, и позволяет его реализовать посредством использования готовых решений.
- Способствует развитию прикладных научных направлений.
- Создаёт предпосылки для создания новых готовых решений для химического экспресс-анализа.

Оснащение лабораторий и мобильных служб оборудованием для лабораторного и внелабораторного контроля

Компания имеет достаточные производственные мощности и эффективную коммерческую службу для выполнения задач **комплексного оснащения**.



Оборудование для
химического контроля
и комплекты
пополнения



Лабораторная посуда
и инструментарий



Приборы контроля



Лабораторная
и офисная мебель

и другое

christmas-plus.ru крисмас.рф
u-center.info



Александр Григорьевич Муравьев
muravyov@christmas-plus.ru

Дополнительная информация:

**191119 Санкт-Петербург,
ул. Константина Заслонова, д. 6.
8 (800) 302-92-25 (бесплатный звонок по России)
(812) 575-54-07, 575-55-43, 575-88-14**

info@christmas-plus.ru

**Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+»
Группа компаний «КРИСМАС»**