

При МПЗА > 1 преобладают процессы накопления вредных веществ в воздухе, а при МПЗА < 1 преобладают процессы рассеяния вредных веществ.

В 1990 г. в Заречной части города преобладали процессы самоочищения атмосферы, значение МПЗА в Правобережной части также было приемлемым. Через 10 лет МПЗА вырос в обеих частях города. Но если в Заречной части МПЗА не превысил 1, то в Правобережной части стали преобладать процессы накопления загрязняющих веществ. Через 10 лет, в 2010 году, ситуация ухудшилась еще больше. В Правобережной части МПЗА вырос в 2,5 раза по сравнению с 2000 г., а в Заречной и того более: почти в 3 раза. Данные расчеты подтвердили ранее проводимые исследования [1].

Нами была проанализирована динамика климата г. Н. Новгорода. На протяжении всего рассматриваемого периода (XX – начало XXI вв.) сохранялись основные факторы, определяющие формирование климата города Нижнего Новгорода (величина солнечного излучения, приход-расход тепла, воздушные массы Атлантики и Арктики, физико-географические условия местности, местные особенности циркуляции атмосферы).

При этом наблюдалось постепенное потепление местного климата. Данный процесс набирает силу, но протекает он трудно, так как линия естественного климата реализуется в направлении похолодания, а линия антропогенного изменения климата - в направлении потепления. [3]

Потепление климата неразрывно связано с изменением МПЗА, так как происходит накопление загрязняющих веществ в атмосфере, в том числе и «парниковых газов», задерживающих солнечные лучи в атмосфере Земли, которые вызывают повышение температуры.

В рамках аудита климатических изменений может быть осуществлена проверка (оценка) достаточности мер по управлению климатической ситуацией на урбанизированных территориях и в мегаполисах, в т.ч. при осуществлении таких мер, как организация городского планирования, транспорта, энергоснабжения, производства пищевых продуктов, землепользования и водных ресурсов, безопасных продуктов питания и др. Процессы изменения климата следует тесно увязывать с территориальным развитием и учитывать меры по адаптации экономики на стадии планирования и обоснования проектов и программ социально-экономического развития. [3]

Инструментарий экологического аудита климатических изменений не только обеспечивает независимую и объективную оценку их эколого-экономических последствий, но, что весьма важно, и разработку мероприятий, направленных на снижение эколого-экономических рисков.

Литература.

1. Коломыц Э. Г., Розенберг Г. С., Глебова О. В. и др. Природный комплекс большого города: Ландшафтно-экологический анализ – М.: Наука; МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 286 с.
2. Потравный И. М. и др. Экологический аудит. Теория и практика: учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. – 583 с.
3. Терентьев А. А., Колкутин В. И., Панютин А. А. Климат Нижнего Новгорода в XX веке и начале XXI века (с глобальными и региональными аспектами). – 2011. – 280 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕСТНОГО ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМА (VI) И ЖЕЛЕЗА (III)**

*К.А. Булыгина, студент, Е.В. Ларионова, к.х.н, доц.*

*Томский политехнический университет, г.Томск  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-36-98  
E-mail: kseniab66@mail.ru*

Значительная биологическая роль ионов хрома и железа определяет необходимость контроля их содержания в водах различного происхождения. Известно, что железо и хром часто сопутствуют друг другу в объектах окружающей среды и промышленных образцах. В поверхностные воды соединения трех- и шестивалентного хрома попадают в результате выщелачивания из пород (хромит, крокоит, уваровит и другие). Некоторые количества поступают в процессе разложения организмов и растений, из почв. Значительные количества могут поступать в водоемы со сточными водами гальванических цехов, красильных цехов текстильных предприятий, кожевенных заводов и предприятий химической промышленности. Понижение концентрации ионов хрома может наблюдаться в результате потребления их водными организмами и процессов адсорбции [1]. Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. Значительные количества железа поступа-

ют с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками [2].

В настоящее время известны достаточно чувствительные и избирательные спектрофотометрические методики последовательного определения хрома с дифенилкарбазидом и железа с ортофенантролином [3]. При этом возможно проявление мешающего влияния железа, требующего устранения химическими способами.

В связи с развитием аналитической химии в направлении экспрессности и компьютеризации методов анализа актуальным является разработка методики совместного определения железа и хрома из одной пробы. Эта задача может быть решена с использованием смешанного фотометрического реактива и математических приемов обработки сигналов.

Таким образом, целью данной работы является изучение возможности совместного фотометрического определения хрома (VI) и железа (III) со смешанным реактивом (дефинилкарбазид и ортофенантролин).

Для достижения цели должны быть решены следующие задачи:

- исследование аддитивности совместных спектров железа и хрома со смешанным реактивом;
- исследование выполнения закона Бугера – Ламберта – Бера;
- выбор приема обработки перекрывающихся сигналов и анализ возможности его применения на модельных смесях.

Для исследования возможности совместного определения хрома (VI) и железа (III) были изучены их индивидуальные спектры поглощения с дифенилкарбазидом и ортофенантролином в их смеси в присутствии смешанного реактива в кислой среде. Спектры снимали на спектрометре Agilent Cary 60 UV-Vis в интервале длин волн от 300 до 800 нм с разрешением 10 нм. На рис. 1 представлены полученные спектры. Как видно, спектры комплексов достаточно сильно перекрываются, но условие аддитивности в этом случае выполняется.

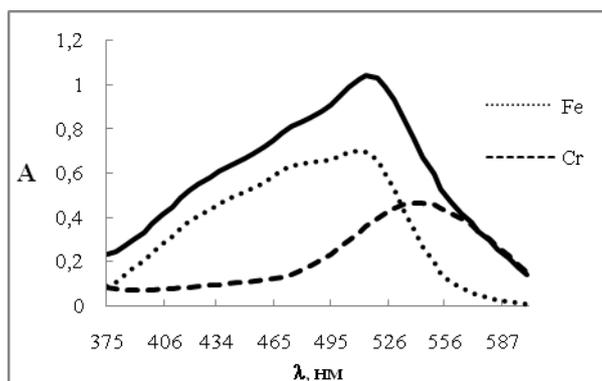


Рис. 1. Спектры поглощения окрашенных индивидуальных комплексов хрома (VI) и железа (III) и при совместном присутствии со смешанным реактивом (дифенилкарбазид и ортофенантролин)

Для определения индивидуальных веществ в данном случае необходимо применение математических приемов обработки сложных перекрывающихся сигналов. Для получения информации о содержании отдельных компонентов в смеси применяют подходы, связанные с выделением отдельного сигнала из перекрывающегося контура (методы подгонки кривых, многомерное разрешение), либо с использованием общего контура без его разделения (методы многомерной калибровки, метод Фирордта и др.) [4–6]. В данной работе предлагается использовать модифицированный метод стандартных добавок. Метод не требует применения сложных процедур разрешения и является достаточно точным при выполнении условия аддитивности перекрывающихся сигналов и закона поглощения для отдельных комплексов.

Для модифицированного метода стандартных добавок (N-point method) требуется получить серию совместных сигналов, где к исследуемой пробе последовательно делаются добавки второго компонента в смеси. Метод основан на построении градуировочных характеристик по полученной серии сигналов при двух длинах волн. Точка пересечения градуировочных графиков  $N$  ( $-C_N, A_N$ ) используется для определения концентрации двух компонентов в смеси, где  $-C_N$  является неизвестной концентрацией первого компонента в смеси и  $A_N$  – оптическая плотность второго компонента [4, 5].

В работе предварительно были построены градуировочные характеристики индивидуальных комплексов хрома (VI) и железа (III) при максимуме поглощения при длинах волн 540 и 510 нм соответственно (Рис. 2). Найдено, что закон поглощения выполняется во всем исследуемом интервале концентрации.

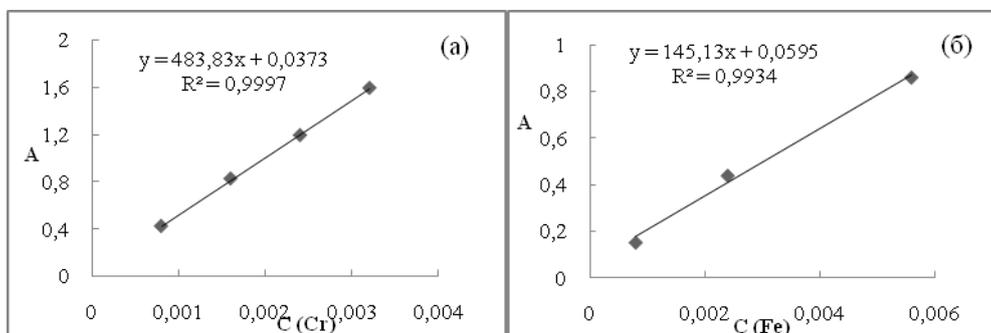


Рис. 2. Индивидуальные градуировочные графики: (а) хрома (VI) и (б) железа(III)

В данной работе получены серии спектрофотометрических сигналов хрома (VI) и железа (III) со смешанным реактивом (дифенилкарбазид и ортофенантролин) при их различном соотношении в смеси путем последовательных добавок железа (III) и хрома (VI) соответственно (рис. 4).

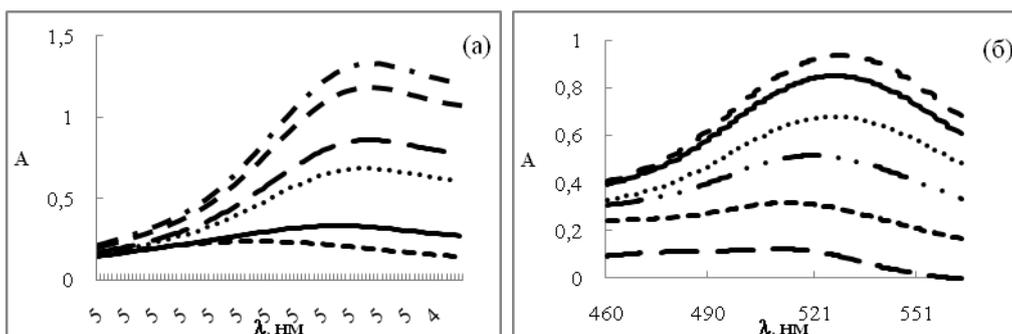


Рис. 3. Спектры поглощения комплексов хрома (VI) и железа (III) при их совместном присутствии со смешанным реактивом (дифенилкарбазид и ортофенантролин): (а) 0,0008 мг/л Cr(VI) и 0,0008; 0,0024; 0,0040; 0,0056; 0,0064 мг/л Fe (III); (б) 0,0008 мг/л Fe (III) и 0,0008; 0,0016; 0,0024; 0,0032; 0,0040 мг/л Cr(VI)

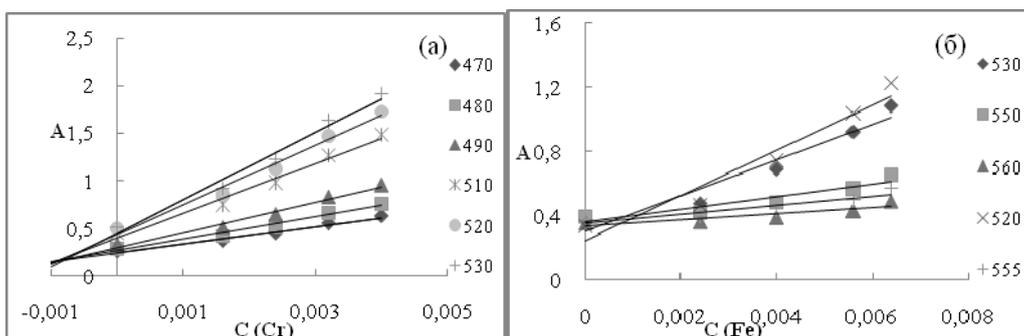


Рис. 4. Градуировочные характеристики совместных растворов: (а) железа (III) с добавками хрома (VI) при длинах волн 470, 480, 490, 510, 520, 530 нм и (б) хрома (VI) с добавками железа (III) при длинах волн 520, 530, 550, 555, 560 нм

В модифицированном методе стандартных добавок необходимо определить пару длин волн, при которой определение концентраций двух компонент в смеси будет вносить наименьшую систематическую погрешность [4, 5]. На рис. 5 представлена серия градуировочных графиков, полученных на основе спектров рис. 4 при различных парах длин волн. По точке пересечения двух градуиро-

вочных графиков определяли концентрации первого компонента в смеси: хрома (VI) и железа (III). Результаты определения концентрации хрома (VI) и железа (III) представлены в таблицах 1–2.

Как видно из таблиц 1 и 2, наименьшая систематическая погрешность определения хрома (VI) и железа (III) наблюдается при длинах волн 470/530 и 520/560 (или 530/560).

Концентрацию второго компонента в смеси определяли из значения оптической плотности в точке пересечения двух градуировочных графиков при выбранной оптимальной длине волны. В таблицах 3–4 представлены результаты расчета концентрации второго компонента в смеси.

Таблица 1

Результаты расчета концентрации хрома (VI) для смеси, представленной на рис. 4а при различных парах длин волн

$\lambda_1/\lambda_2$ , нм	Введено, мг/л	Найдено, мг/л
470/530	0,0008	0,0008
480/520	0,0008	0,0009
490/510	0,0008	0,0010

Таблица 2

Результаты расчета концентрации железа (III) для смеси, представленной на рис. 4б при различных парах длин волн

$\lambda_1/\lambda_2$ , нм	Введено, мг/л	Найдено, мг/л
520/560	0,0008	0,0008
530/560	0,0008	0,0004
530/550	0,0008	0,0008

Таблица 3

Результаты расчета концентрации железа (III) для смеси, представленной на рис. 4а при различных парах длин волн

Введено, мг/л	Найдено, мг/л	Погрешность, %
0,0008	0,0008	0

Таблица 4

Результаты расчета концентрации хрома (VI) для смеси, представленной на рис. 4б при различных парах длин волн

Введено, мг/л	Найдено, мг/л	Погрешность, %
0,0008	0,0007	13

Найдено, что ошибка определения концентрации железа и хрома относительно известного введенного значения не превышает 13 %.

Таким образом, в работе показана возможность применения методики спектрофотометрического определения железа (III) и хрома (VI) со смешанным реактивом при использовании модифицированного метода стандартных добавок. Предлагаемая методика расширяет круг использования известных методик спектрофотометрического определения ионов железа и хрома и может быть использована для контроля их содержания в природных и сточных водах.

Литература.

1. Лаврухина А. К. Аналитическая химия хрома. – Л.: Химия, 1979. – 213 с.
2. Лурье Ю. Ю. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье, А. И. Рыбникова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1974. – 335 с.
3. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе: пер. с пол. / З. Марченко, М. Бальцежак. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 711 с.
4. Rerg F. B., Falw P. C. H-point Standard Additions Method Part 1 Fundamentals and Application to Analytical Spectroscopy // *Analyst*. – 1988. – V. 113. – P. 1011–1016.
5. Abdollahi H. Simultaneous spectrophotometric determination of chromium(VI) and iron(III) with chromogenic mixed reagents by H-point standard addition method and partial least squares regression // *Analytica Chimica Acta*. – 2001. – V. 442. – P. 327–336.
6. Шараф М. А., Иллман Д. Л. Хемометрика. – Л.: Химия, 1989. – 272 с.