

**БУРГАСКИ ДЪРЖАВЕН УНИВЕРСИТЕТ
“ПРОФ. Д-Р АСЕН ЗЛАТАРОВ”,
ФАКУЛТЕТ ПО ПРИРОДНИ НАУКИ
КАТЕДРА ХИМИЯ**

ПРОЕКТИВ 510/2025

**НА ТЕМА: ЕДНОВРЕМЕННО ОПРЕДЕЛЯНЕ
НА ЦИНК, КАДМИЙ, ОЛОВО И МЕД
ВЪВ ВИНО ПОСРЕДСТВОМ АНОДНА
ИНВЕРСИОННА
ВОЛТАМПЕРОМЕТРИЯ**

РЪКОВОДИТЕЛ: ДОЦ. Д-Р КРАСИМИРА СТАНЧЕВА

БУРГАС, ДЕКЕМВРИ, 2025

Работен колектив:

доц. д-р Красимира Ангелова Станчева

гл. ас. д-р Виктория Трифонова Трифонова

Жасмина Желева Стойкова – студент 4 курс,
сп. Химия

Пенка Георгиева Христова – студент 4 курс,
сп. Химия

Металите във виното могат да произхождат от природни и антропогенни източници, като имат значително въздействие върху свойствата на виното, както и върху неговото съхранение.

Целта на настоящия проект е да се направи едновременно определяне на четири йона – цинк (II), кадмий (II), олово (II) и мед (II) в проби от вино посредством анодна инверсионна волтамперометрия.

Основни задачи:

1. ДА СЕ ПРИЛОЖИ МЕТОДА НА АНОДНА ИНВЕРСИОННА ВОЛТАМПЕРОМЕТРИЯ ЗА ЕДНОВРЕМЕННО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА ЦИНК (II), КАДМИЙ (II), ОЛОВО (II) И МЕД (II) В ПРОБИ ОТ ВИНО.
2. ДА СЕ ОХАРАКТЕРИЗИРА МЕТОДА НА ИНВЕРСИОННАТА ВОЛТАМПЕРОМЕТРИЯ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ТОЧНОСТ, ВЪЗПРОИЗВОДИМОСТ И ЧУВСТВИТЕЛНОСТ ПРИ АНАЛИЗА НА ТЕЗИ МЕТАЛИ ВЪВ ВИНО.

Планирани дейности:

- Да се покажат някои предимства на анодната инверсионна волтамперометрия. Да се опишат етапите на експеримента.
- Да се подберат важните параметри, които влияят на чувствителността и границите на откриване в експеримента.
- Да се извършат изчисления за определяне на съдържанието на цинк (II), кадмий (II), олово (II) и мед (II) в проби от вино. Да се определи концентрацията им по метода на калибриращата графика.

Резултати:

Разработена е аналитична процедура за определяне на токсични биодостъпни форми на приоритетни замърсители Cd(II) и Pb(II) и специфични за страната замърсители Cu(II) и Zn(II) в проби от вино. Тези изследвания осигуряват оптималното използване на анодна инверсионна волтамперометрия при анализ на проби с различен променящ се състав на основните компоненти на пробите.

В настоящия проект са извършени следните дейности:

- Приложение на анодната инверсионна волтамперометрия за определяне на тежки и токсични метали (мед, цинк, кадмий, олово) в проби от вино.
- Определяне на аналитичните характеристики на метода – точност, възпроизводимост, калибрация.

Разработеният метод за едновременно определяне на Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} и Cu^{2+} в проби от вино се характеризира с добра точност и възпроизводимост, ниски граници на откриване и широк концентрационен интервал.

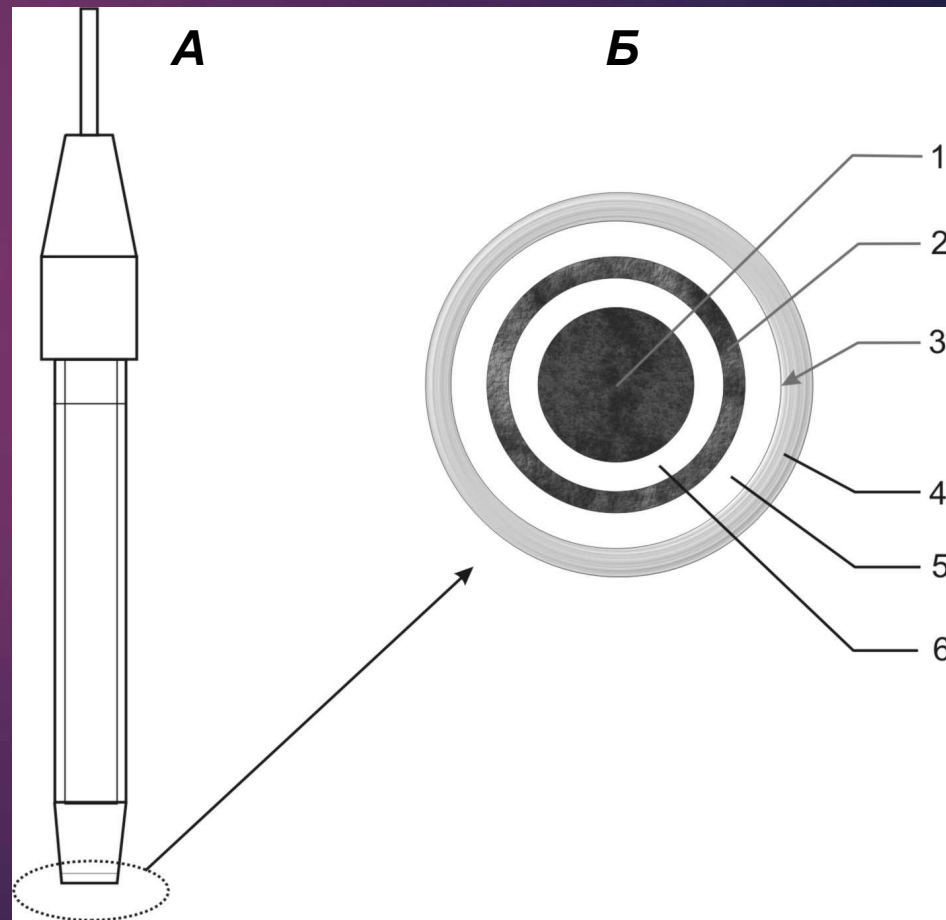
Данните, получени от анализите показват, че определените концентрации на Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} и Cu^{2+} в проби от вино са под ПДК.

В настоящата работа е използван мултифункционален електрохимичен комплекс подходящ за разнообразни електрохимични измервания.

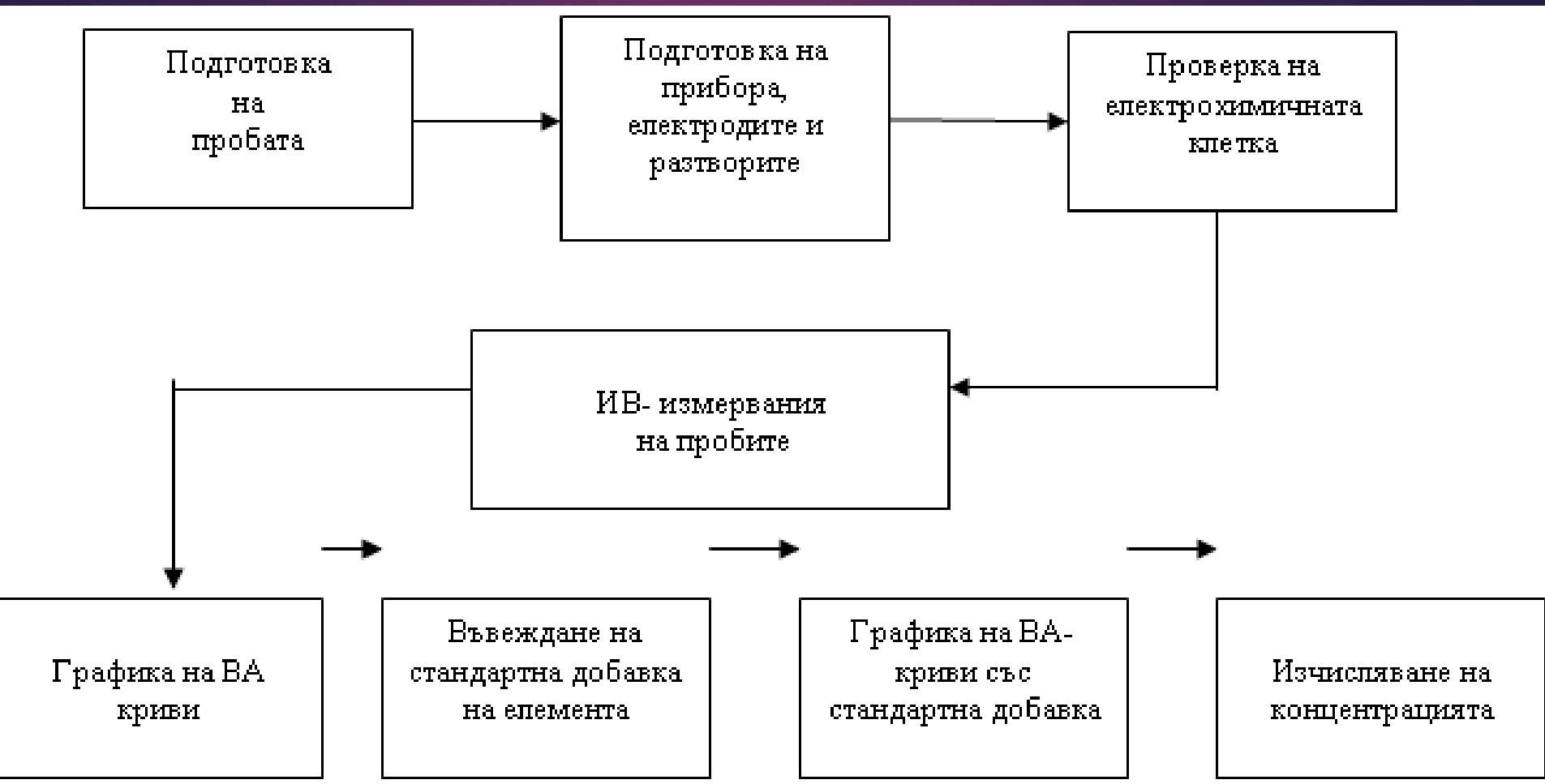


Живачно-ципест микроелектрод

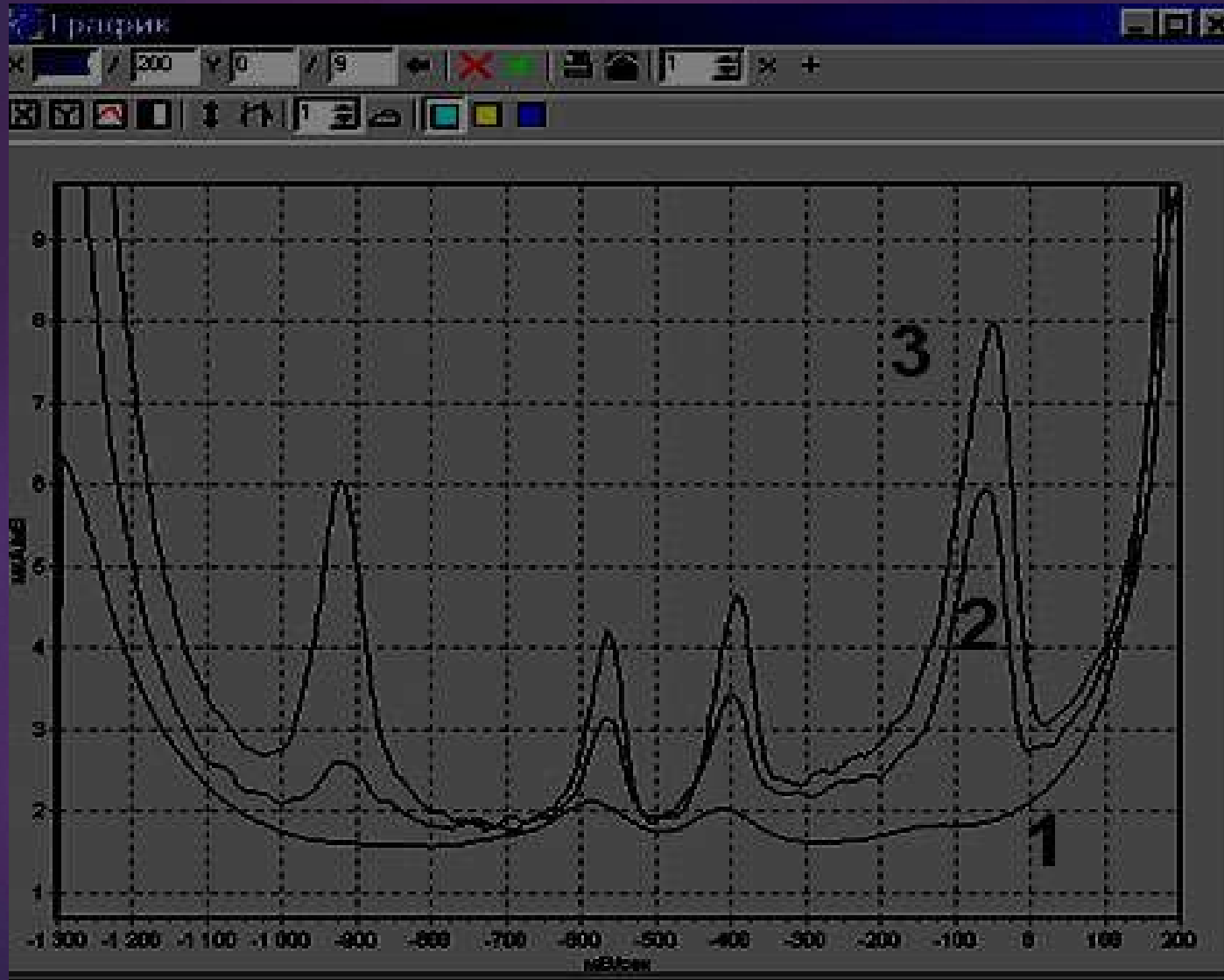
Електродът «3 в 1» представлява волтамперометрична 3-електродна клетка в едно тяло. Всички електроди (работен, спомагателен и сравнителен) са поставени на върха на сензора.



Анализът се провежда в следната последователност



Волтамперометрична крива на вино с добавки от 100 и 200 ppb стандартен разтвор на цинк (II), кадмий (II), олово (II) и мед (II).



Оптимални условия за провеждане на анализа

Определяем елемент	Потенциал на пика, mV	$E_{1/2}$, mV*, фон 1M HNO ₃
Цинк	- 900 до - 1100	-1120
Кадмий	- 600 до - 700	-590
Олово	- 400 до - 500	-400
Мед	- 50 до - 200	-10

*„Справочник по Електрохимии“, Изд. „Химия“, Ленинград, 1981.

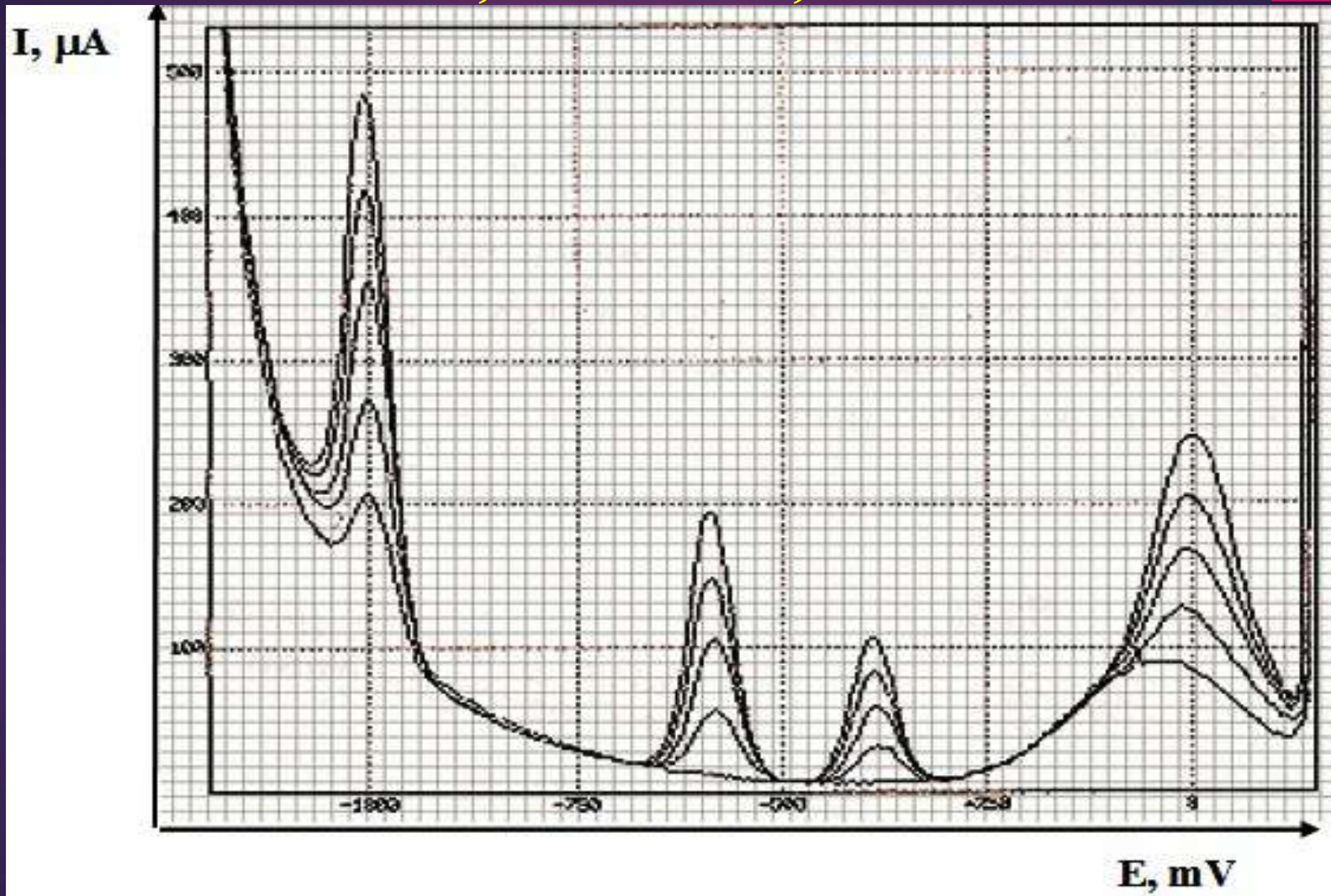
Оптимални параметри за формиране на живачния филм при ВА-определяния на металните йони.

Етап от анализа	Състав на разтвора	Потенциал на работния електрод, E mV	Време, t _{exp} , s
1.Електрохимично почистване на електрода	0.1M HNO ₃	+100	100
2.Образуване на живачен филм	Hg(NO ₃) ₂ ·H ₂ O 100 mg/l, 0.1M HNO ₃	-600	200
3. Електрохимично концентриране	0.1M HNO ₃ 0.01M HNO ₂	-600	200
4.Анодно сканиране на потенциала	0.1M HNO ₃ + проба	-1400...+200; скорост на сканиране на потенциала, 25 mV/s	300

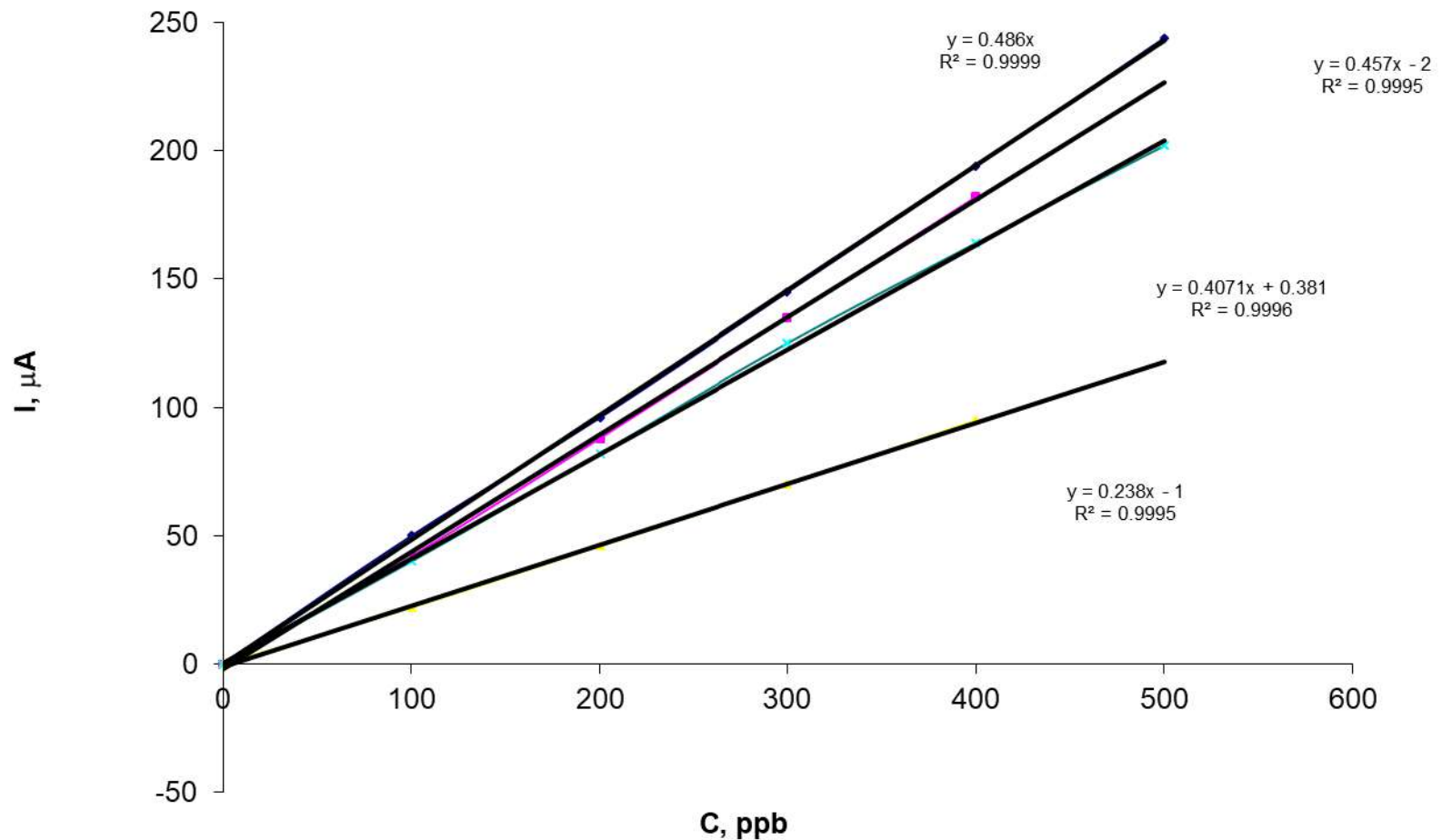
Калибриращи графики

Линейните области на калибриращите графики за цинк, кадмий, олово и мед са определени чрез регистриране на пиковете на серия стандартни разтвори с нарастваща концентрация на определяемите йони във фононв електролит 0.1M HNO₃ и посочените оптимални условия на анализа. От опитните данни са построени калибриращи графики, намерени са линейните области и са определени уравненията на правите, както и границата на откриване и границата на определяне на определяемите йони.

Волтамперограми на стандартни разтвори на цинк, кадмий, олово и мед




Калибриращи прави на стандартните серии



Метрологични характеристики

Стандарти	Уравнение на калибращата права	R ²	Граница на откриване (mg/L)	Граница на определяне (mg/L)
1. Цинк	$y=0.486x$	0.9999	0.501	1.673
2. Кадмий	$y=0.457x-2$	0.9995	0.534	1.779
3. Олово	$y=0.238x-1$	0.9995	1.025	3.417
4. Мед	$y=0.4071x+0.381$	0.9996	0.599	1.998



Точността и прецизността на метода е постигнато чрез анализ на моделни разтвори, съдържащи едновременно 200 ppb стандарти на цинк, кадмий, олово и мед. Резултатите са представени в таблица.

Анализ на моделни разтвори с добавки от 200 µg/L стандарти на анализите.

Стандарт 200 ppb	Определена концентрация, $\bar{x} \pm tS/\sqrt{n}$	Относително стандартно отклонение, $S_r = (S/\bar{x}) \times 100, (\%)$
Zn current, µA	97.0 ± 2.32	1.93
Zn, ppb	199.58 ± 4.74	1.91
Cd current, µA	89.80 ± 1.62	1.45
Cd, ppb	200.86 ± 3.56	1.43
Pb current, µA	48.09 ± 3.36	3.36
Pb, ppb	206.7 ± 13.5	5.26
Cu current, µA	82.8 ± 2.69	2.62
Cu, ppb	202.5 ± 6.62	2.63

Определени концентрации на Zn(II) в проби от вино

Проба	Определена концентрация, $\bar{x} \pm tS/\sqrt{n}$, ppb	Относително стандартно отклонение, $S_r = (S/\bar{x}) \times 100$, (%)
Мавруд	65.31 \pm 4.26	4.22
Каберне савиньон	16.82 \pm 3.55	2.85
Мерло	32.85 \pm 4.12	5.68
Траминер	73.18 \pm 3.15	3.88
Савиньон блан	24.85 \pm 6.55	2.45

Определяне на кадмий в проби от вино

Проба	Определена концентрация, $\bar{x} \pm tS/\sqrt{n}$, ppb	Относително стандартно отклонение, $S_r = (S/\bar{x}) \times 100$, (%)
Мавруд	5.87 ± 0.65	6.35
Каберне савиньон	2.43 ± 1.08	8.73
Мерло	1.62 ± 2.11	3.98
Траминер	1.57 ± 1.63	5.88
Савиньон блан	3.74 ± 1.46	4.35

Брой определения $n= 5$; t – Критерий на Стюдънт при 95% вероятност; S – стандартно отклонение; \bar{x} , среден резултат

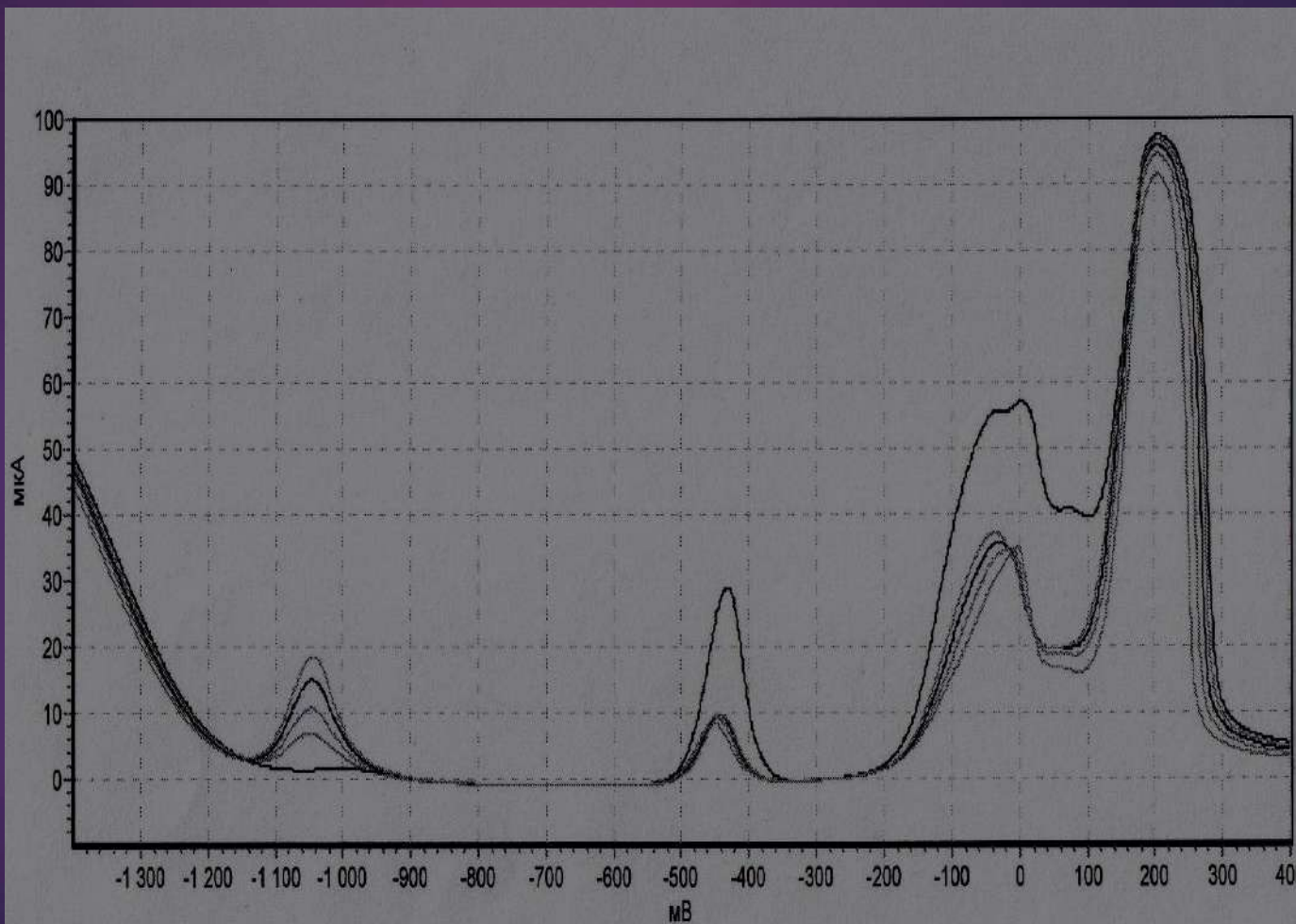
Определени концентрации на Pb(II) в проби от вино

Проба	Определена концентрация, $\bar{x} \pm tS/\sqrt{n}$, ppb	Относително стандартно отклонение, $S_r = (S/\bar{x}) \times 100$, (%)
Мавруд	6.84 ± 2.58	6.35
Каберне савиньон	7.58 ± 3.22	8.43
Мерло	4.32 ± 5.18	4.57
Траминер	3.28 ± 2.12	10.53
Савиньон блан	2.18 ± 1.59	5.66

Определени концентрации на Cu(II) в проби от вино

Проба	Определена концентрация, $\bar{x} \pm tS/\sqrt{n}$, ppb	Относително стандартно отклонение, $S_r = (S/\bar{x}) \times 100$, (%)
Мавруд	24.35 ± 4.17	2.57
Каберне савиньон	32.81 ± 3.11	4.35
Мерло	12.53 ± 6.33	8.18
Траминер	16.23 ± 4.85	6.28
Савиньон блан	11.55 ± 6.15	3.95

Инверсионно-волтаперометрични криви на Zn, Cd, Pb и Cu.



Различни фактори като употреба на торове, фунгициди и

съхранение могат да доведат до наличието на цинк във виното.

Известно е, че наличието на кадмий и олово във виното може да бъде

тясно свързано със замърсяването на въздуха и употребата на

фитосанитарни продукти. Освен това винарни разположени в

близост до пътища или промишлени зони, където емисиите са

интензивни, са податливи на замърсяване с кадмий и олово.

Наличието на мед в пробите може да се дължи на прилагането на

фунгициди, съдържащи Cu(II) , които се използват за борба с

вредителите. Всички проби показват концентрации под ПДК.

Финансов отчет

№	Сума
1.Към перо „Дълготрайни материални активи“ 1.1 Преносим компютър	1195.00
5.Към перо „Такси правоучастия“ 5.1“Образование, наука, икономика и технологии“ 2025	90,00
8.Към перо „Рецензенти“ 8.1 Заплащане на рецензент по отчета	65,00
9.“Административно/финансово-счетоводно обслужване“ 9.1 10%от стойността на договора	150,00
Общо извършени разходи по проекта	1500,00 лева

Научни публикации

K. Stancheva, V. Trifonova, C. Pasha. Simultaneous determination of zinc, cadmium, lead and copper in wine by anodic stripping voltammetry. *Industrial technologies* 12 (1), 2025, pp 41-46.

K. Stancheva, V. Trifonova, C. Pasha. Anodic stripping voltammetry at a mercury film electrode for simultaneous determination of zinc, cadmium, lead and copper in wine samples. *Oxidation communications* 48 (3), 2025, pp 1247-1256.

Защитена дипломна работа по темата, юли, 2025 г.

Дипломант Красимира Янева, ф.н. ИИТХХО ш.п. 73

**Благодаря Ви за
вниманието!**

ИЗВОДИ



- ▶ Едновременното определяне на Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} и Cu^{2+} в проби от вино е извършено с **анодна инверсионна волтамперометрия** и използване на живачно-ципест микроелектрод. Пиковете при анодното сканиране на потенциалите са получени и при -900 до -1100 mV за Zn^{2+} , от -600 до -700 mV за Cd^{2+} , от -400 до -500 mV за Pb^{2+} и от -50 до -200 mV за Cu^{2+} с фонов електролит 0.1 N HNO_3 . Потенциалът е сканиран от -1400 до +200 mV, при скорост 25 mV/s.

ИЗВОДИ

Концентрациите на изследваните йони са определени по метода на калибриращата права. Линеината област за Cd^{2+} и Pb^{2+} е 0.5-400 $\mu\text{g/L}$, а за Zn^{2+} и Cu^{2+} е 0.5-500 $\mu\text{g/L}$. Граница на откриване и граница на определяне за за цинк е 0.501 $\mu\text{g/L}$ и 1.673 $\mu\text{g/L}$, за кадмий е 0.543 $\mu\text{g/L}$ и 1.779 $\mu\text{g/L}$, за олово е 1.025 $\mu\text{g/L}$ и 3.417 $\mu\text{g/L}$, а за мед е 0.599 $\mu\text{g/L}$ и 1.998 $\mu\text{g/L}$.

ИЗВОДИ

Анализираните проби показват нива на концентрация от 16.82 до 73.18 $\mu\text{g/L}$ Zn(II), от 1.57 до 5.87 $\mu\text{g/L}$ Cd(II), от 2.18 до 7.58 $\mu\text{g/L}$ Pb(II) и от 11.55 до 32.81 $\mu\text{g/L}$ Cu(II).

Разработеният метод за едновременно определяне на Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} и Cu^{2+} в проби от вино се характеризира с добра точност и възпроизводимост, ниски граници на откриване и широк концентрационен интервал.

Данните, получени от анализите показват, че определените концентрации на Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} и Cu^{2+} в проби от вино са под ПДК.



Благодаря Ви за
вниманието!