



Хроматографияның заманауи аспектілері

Лекция тақырыбы: Иондық хроматография

Минажева Гүлшарат Салауатқызы – педагогика ғылымдарының
докторы, химия ғылымдарының кандидаты, АҚЖСЭТ
кафедрасының профессоры

Иондық хроматография

Сұйықтық хроматографиясы:

- елек хроматографиясы - компоненттерді бөлу Сорбент қабаты арқылы өту (сүзу) кезінде молекулалардың ерігіштігінің айырмашылығына байланысты жүзеге асырылады;
- адсорбциялық хроматография - жұқа қабат немесе үстірт егілген радикалды топтар түрінде стационарлық фазамен жабылған Сорбент бөлшектерінің қабаты арқылы өтетін молекулалардың адсорбциялану айырмашылығына байланысты;
- ион-алмасу және иондық хроматография - иондардың ион алмастырғыштармен алмасу қабілетінің айырмашылығына байланысты.

Иондық хроматография (ИХ) - жылжымалы және стационарлық фазалардағы зарядталған иондармен талданатын заттың өзара әрекеттесуіне негізделген.

ИХ талданатын қосылыстарды бөлу үшін ион алмасу материалдарын пайдаланады. Олар суды талдау, тамақ өнеркәсібі, фармацевтика, биохимия және қоршаған ортаны қоса алғанда, әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады.

ИХ – ның өзіндік ерекшеліктері бар, хроматографияның басқа әдістерін толықтыра алады.

Кейде ИХ және HPLC-ді кешенді талдау үшін бірге қолдануға болады, әсіресе иондарды да, органикалық қосылыстарды да бөлуді қажет ететін күрделі қоспаларды талдау кезінде.

ИХ бөлу принципіне және процесте қолданылатын ион алмасу материалының түріне байланысты әртүрлі әдістерді қамтиды.

ИХ негізгі түрлері:

Катиондық ион алмасу хроматографиясы (КИХ): бұл әдісте ион алмасу материалы теріс зарядтарға ие және Сынамадағы катиондармен әрекеттеседі. Сондықтан катиондар талданады.

Анионды ион алмасу хроматографиясы (АИХ): бұл әдісте ион алмасу материалы оң зарядтарға ие және үлгідегі аниондармен әрекеттеседі. Сондықтан аниондар талданады.

Кері фазалық ион алмасу хроматографиясы (ОИХ): бұл әдіс ион алмасу хроматографиясын кері фазамен біріктіреді, бұл катиондарды да, аниондарды да бөлуге мүмкіндік береді.

Кері фазалық әсер ететін сорбенттердегі хроматография: бұл әдіс иондар мен молекулаларды бөлу үшін арнайы кері фазалық әсер ететін сорбенттерді пайдаланады.

Ион-селективті хроматография: бұл әдіс белгілі бір түрлердің иондарын арнайы бөлу үшін ион-селективті сорбенттерді пайдаланады.

Олардың әртүрлі түрлері иондар мен молекулалардың әртүрлі түрлерін талдауға мүмкіндік береді, бұл олардың әдістерін аналитикалық химия мен басқа салалар үшін маңызды құрал етеді.

Ионды хроматография

Иондық хроматография (ИХ) – төмен алмасу сыйымдылығы иониттерін пайдалана отырып, катиондар мен аниондарды бөлуге арналған жоғары тиімді сұйық хроматография.

Жалпы алғанда, айырбастау сыйымдылығы ион алмасу процесінде Сорбент ұстай алатын иондардың санын анықтайды.

"Төмен айырбас сыйымдылығы" сорбенттің иондардың шектеулі санын ұстауға қабілетті екенін білдіреді. Бұл белгілі бір жағдайларда пайдалы болуы мүмкін, мысалы, иондардың селективті бөлінуі қажет болса немесе талданатын үлгіде бөлінетін иондардың аз ғана саны болса.

Сорбенттің шамадан тыс қанығуын және бағанның бөлу қабілетінің төмендеуін болдырмау үшін үлгідегі иондардың жоғары концентрациясымен жұмыс істегенде "төмен айырбас сыйымдылығы" да қолайлы болуы мүмкін.

Жалпы алғанда, " төмен айырбас сыйымдылығы " бағанның немесе сорбенттің иондарды ұстау қабілеті шектеулі екенін көрсетеді, бұл белгілі бір эксперимент немесе талдау жағдайында пайдалы болуы мүмкін.

Талданатын иондардың сипаттамаларына байланысты (мысалы, олардың заряды мен мөлшері) сәйкес сорбент таңдалады. Сорбенттер катионды (катиондарды тартуы) немесе анионды (аниондарды тартуы) болуы мүмкін.

Иондық хроматографияның кең таралуы оның бірқатар артықшылықтарына байланысты:

- Бейорганикалық және органикалық иондардың өте көп санын анықтау, сонымен қатар катиондар мен аниондарды бір уақытта анықтау мүмкіндігі;
- Анықтаманың жоғары сезімталдығы (1 нг/мл дейін алдын ала концентрлеусіз);
- Жоғары селективтілік пен экспрессивтілік (10-15 минут ішінде 10 ионды анықтауға болады, ал градиентті элюциялау кезінде 25 минут ішінде 20 – дан астам ионды анықтауға болады);
- Талдауға алынатын сынама көлемінің аз болуы (2 мл-ден аспайтын үлгі қажет);
- Анықталатын концентрациялардың кең ауқымы (сұйылтусыз 1 нг/мл-ден 1000 мг/л-ге дейін);
- Әр түрлі детекторларды және олардың комбинацияларын пайдалану мүмкіндігі, бұл селективтілік пен анықтау қысқауақытын қамтамасыз етеді;
- Анықтаманы толық автоматтандыру мүмкіндігі;
- Алдын ала дайындықтың (көп жағдайда) қажет болмауы.

ИХ-ның кемшіліктері:

- ион алмастырғыштарды синтездеудің күрделілігі, бұл әдісті дамытуды едәуір қиындатады;
- бөлу тиімділігі HPLC мен салыстырғанда төмен;
- хроматографиялық жүйенің коррозияға төзімділігінің жоғары болуының қажеттілігі, әсіресе катиондарды анықтау кезінде.

Сонымен, әдіс ерітінді иондарының қозғалмайтын қатты фазаның иондарына (сорбент) баламалы алмасуына негізделген. Үлгідегі иондар сорбенттің функционалды топтарымен әрекеттеседі, бұл олардың кешіктірілуіне немесе бағанда сақталуына әкеледі. Көптеген табиғи және синтетикалық қосылыстар ион алмасу қасиеттеріне ие.

Көптеген табиғи және синтетикалық қосылыстардың ионалмасу қасиеттері бар. Мұндай ион алмастырғыштардың көпшілігі дивинилбензол матрицасы мен стирол сополимерінен тұрады.

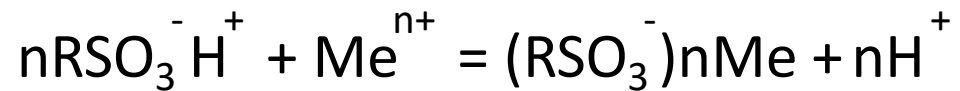
Бұл сополимер оңай түзіледі және әртүрлі жағдайларда жоғары физика-химиялық төзімділікке ие. Полимерді ион алмастырғыш ретінде ионогендік топтар матрицаға енгізілгеннен кейін ғана қолдануға болады. Ионогендік топ екі ионнан тұрады. Олардың бірі коваленттік байланыстар арқылы мықтап байланысады және функционалды топ (белгіленген ион) деп аталады. Қарама-қарсы зарядталған иондар электростатикалық әрекеттесу арқылы белгіленген ионмен байланысады. Оларды антиондар деп атайды. Бұл иондарды ерітіндідегі бірдей зарядты иондардың эквивалентті санымен алмастыруға болады.

Белгіленген ионның қос қышқылының (немесе негізінің) күшіне байланысты ион алмастырғыштар жоғары қышқыл, орташа қышқыл және әлсіз қышқыл (немесе негіз) болып бөлінеді.

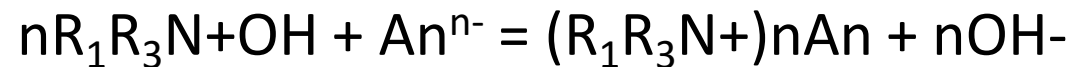
Кесте 1. Ионалмастырғыштардың классификациясы

Ионалмастырғыш	Типтер	Ионогенді топтар
Катионалмасқыш	<ul style="list-style-type: none"> - күшті қышқылды - орташа қышқылды - әлсіз қышқылды 	$-SO_3^-$ $-PO_3^-$, $-AsO_3^-$ $-COO^-$
Анионалмасқыш	<ul style="list-style-type: none"> - күшті қышқылды - орташа қышқылды - әлсіз қышқылды 	$-R_3N^+$ $-R_3N^+ / R_2HN^+$ $-RH_2N^+$

Катиондардың бөлінуі антиион ретінде катиондары бар және SO_3^- , PO_3^- , $-\text{COO}^-$ сияқты белгіленген топтары катионалмастырғыштарда жүреді. Ион алмасуының тепе теңдігі мынадай схемамен сипатталады:



Катиондардың бөлінуіндегі жылжымалы фаза көбінесе тұз және азот қышқылдарының немесе олардың тұздарының ерітінділері $((1-5) \cdot 10^{-3} \text{M})$ болып табылады. Бөлінетін катиондар бағаннан олардың ионалмастырғыш фазасында жылжымалы фазадағы катиондармен алмастырылуы нәтижесінде элюирленеді. Аниондарды бөлу антииондар сияқты аниондары және белгіленген топтары $-\text{NR}_3$, $-\text{NHR}_2$, $-\text{NH}_2\text{R}$ бар анион алмастырғыштарда жүзеге асады.



Кез-келген хроматографиялық бөлуді жүргізу кезінде стационарлық фазаны таңдау өте маңызды.

ИХ үшін сорбенттерді синтездеу қиын, өйткені оларға көптеген талаптар қойылады:

- сорбенттің ион алмасу сыйымдылығы төмен болуы тиіс (0.001-0.1 мэкв/г). Бұл концентрациясы 0,01 м-ден аз элюенттер (қышқылдар, Тұздар, негіздер ерітінділері) қажет болатын кондуктометриялық детекторды қолдануға байланысты. мұндай элюенттерді тиімді бөлу үшін төмен сыйымды ион алмасу сорбенттері қажет;
- сорбенттің диаметрі 50 мкм-ден аспауы керек (әдетте ол 5-10 мкм-ге тең). Тек осы жағдайда ғана жоғары бөлу тиімділігіне қол жеткізуге болады;
- сорбент дәндері жоғары механикалық беріктікке және қысымға төзімділікке ие болуы керек, ол ұсақ дисперсті стационарлық фазамен жұмыс істегенде пайда болады;
- сорбент элюциялық ерітіндіге қатысты жоғары химиялық төзімділікке ие болуы керек. Ол кең рН интервалында тұрақтылықты сақтауы керек. Бұл талаптарды жұқа ионит қабатымен жабылған қатты инертті ядродан тұратын беттік кеуекті (пелликулярлы) ион алмастырғыштар қанағаттандырады. Мұндай сорбенттерде тепе-теңдік тез орнайды, өйткені жұқа ион алмасу пленкасына диффузиялану аз уақытты алады.

Нәтижесінде хроматографиялық процесс жеделдетіліп, жоғары тиімділікке қол жеткізіледі.

Наименование	Диаметр частиц, мкм	Функциональная группа	Ионообменная емкость *, ммольэкв/г	Степень сшивки, %
АльтексОА-1000	12	$-(SO_3)^-$	—	—
Альтекс Анион НС	12	$-(NH_3)^+$	3	—
Аминекс А-27	12–15	$-(NH_3)^+$	3,2	8
Аминекс А-28	7–11	$-(NH_3)^+$	3,2	8
Аминекс А-27	6–9	$-(NH_3)^+$	3,2	8
АН-Х	11	—	4	2, 4, 8, 12
Аминекс А-5	11–15	$[N(CH_3)_3]^+Cl$	5	8
Аминекс А-7	7–11	$-(SO_3)^-$	5	8
Аминекс А- 8	5–8	$-(SO_3)^-$	5	8
Аминекс А- 9	11–12	$-(SO_3)^-$	5	8
Бекман АА –15	11	$-(SO_3)^-$	5	8
Бекман АА – 20	11	$-(SO_3)^-$	5	8
Гамильтон НА	7–10	$-(SO_3)^-$	5	4, 6, 8, 10
Гамильтон НС	7–10	$-(NR_3)^+Cl$	5,2	2– 35
Даррум ДС А	14	$-(SO_3)^-$	5	8
Даррум ДС 6А	11	$-(SO_3)^-$	5	8
Ионекс SB	5–20	$-(SO_3)^-$	3	7
Ионекс SA	10	$-(NR_3)^+Cl$	3	8
Ионопак	10	$-(SO_3)^-$	3–5	—
Сферон ДЕАЕ	10,16,20	$-(SO_3)^-$	1,5	—
Сферон микро С300	«	$-N(C_2H_5)_2^+$	2,0	—
Сферон В300	«	$-COOH$	1,5	—
Хромэкс	11–12	$[N(CH_3)_3]^+Cl$	4	2, 4, 8, 12
Хромэкс катион	11	$-(SO_3)^-$	4	8, 12

ИХ үшін сорбенттердің негізгі сипаттамалары

Кесте 2. Иондық хроматографияда қолданылатын полимерлі ион алмасу сорбенттері

Иондық хроматографияда элюаттың төмен жиілікті өткізгіштігін өлшейтін **кондуктометриялық детекторлар** жиі қолданылады. Олардың дизайны қарапайым, жұмыс көлемі төмен (0,5 мкл-ге дейін) және 10⁶-ға жететін кең сызықтық ГГ диапазоны бар.

Детектор ағынды ұяшықтан, индикатордан және талданатын ерітінді берілетін кондуктометриялық сигналды тіркеу жүйесінен тұрады.

Индикатор ОМ-1 немесе мкОм-1 бірліктері шегінде градуирленеді. Кондуктометриялық ұяшық-платина, алтын, тот баспайтын болаттан немесе басқа инертті өткізгіш материалдан жасалған екі ауыстырылатын электродтан тұратын шағын өлшемді камера.

Ұяшықтың кедергісі әдетте Уитстон көпірімен өлшенеді. Көптеген ерітінділердің электр өткізгіштігі 100С температураның жоғарылауымен шамамен 2% - ға артады, сондықтан кондуктометриялық детекторларда температуралық өтемақы қарастырылған.

Иондық хроматографияда элюенттер ретінде күшті электролиттердің ерітінділері қолданылатындықтан, олардың фондық электр өткізгіштігін төмендету үшін бөлу бағанынан кейін екінші баған – тежегіш (компенсациялық) баған орнатылады, онда элюент суға немесе өте төмен электр өткізгіштігі бар ерітіндіге айналады, ал бөлінетін иондар күшті электролиттерге айналады. Бұл опция **екі бағаналы иондық хроматография** деп аталады.

Екі бағаналы иондық хроматографияның **маңызды артықшылығы** - иондарды анықтаудың төмен шектері және олардың концентрациясының кең аралығындағы градиент графигінің түзу сызықтығы. Бұл стандарттар әдісін сандық талдауда жоспарлау кестесін міндетті түрде құрмай-ақ қолдануға мүмкіндік береді.

Электр өткізгіштігі төмен элюенттерді пайдаланған кезде кондуктометриялық детектор тікелей бөлу бағанына бекітіледі.. Иондық хроматографияның бұл нұсқасы **бір бағаналы** деп аталады.

Екі бағаналы нұсқада тежеу жүйесін қолдану нәтижесінде қол жеткізілген жоғары анықтау сезімталдығын сақтау үшін бір бағаналы нұсқада электр өткізгіштігі төмен элюенттер қолданылады, бірақ бұл жағдайда анион алмастырғышқа ұқсастығы жоғары элюенттер қолданылады, бұл анықталатын аниондардың тез және селективті таралуына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

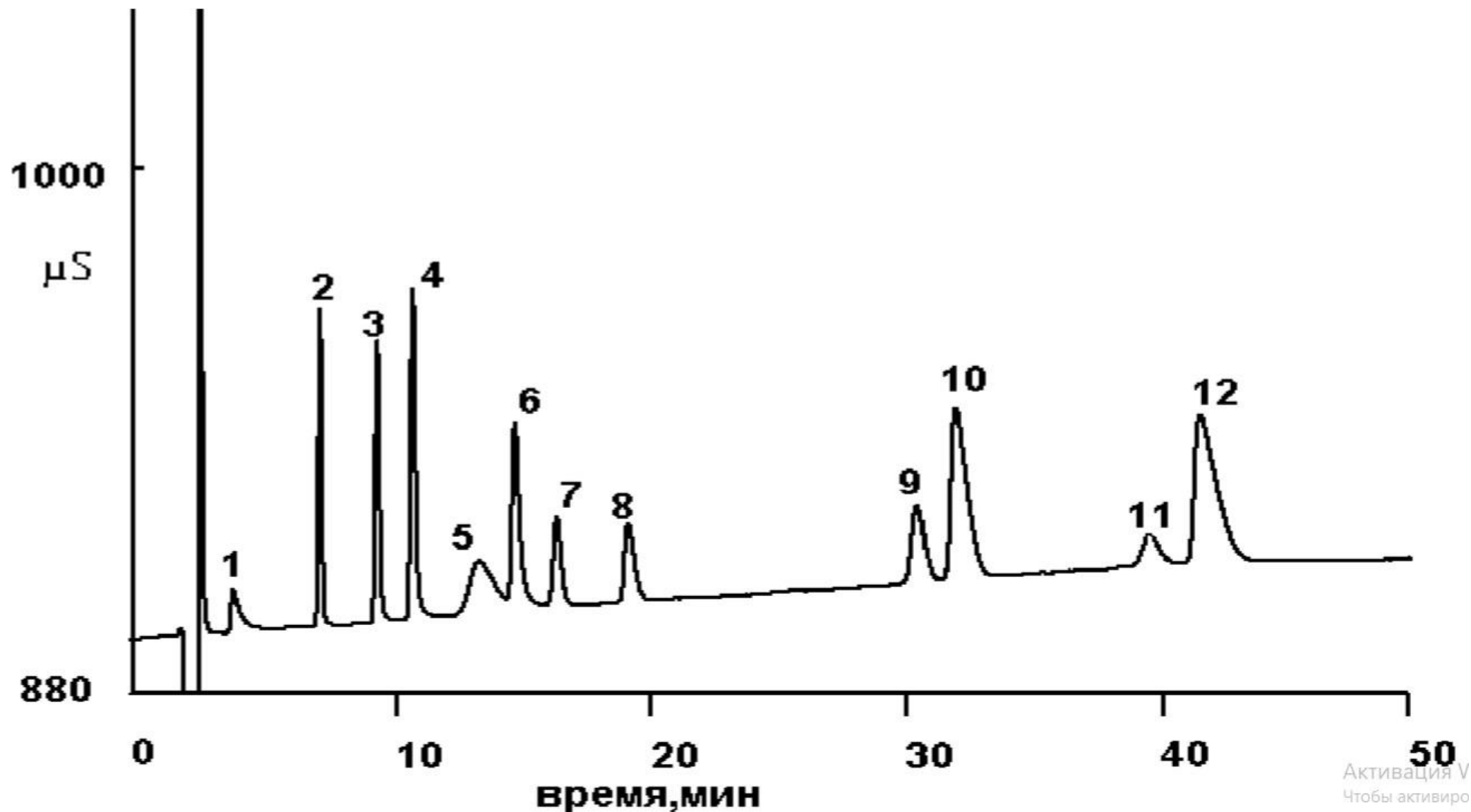
Бұл нұсқада элюенттер ретінде хош иісті қышқылдар немесе олардың тұздары қолданылады, элюенттердің рН мәні 3-тен 8-ге дейін өзгереді. Бұл жағдайда тек кондуктометриялық ғана емес, сонымен қатар спектрофотометриялық, люминесцентті, полярографиялық детекторларды да қолдануға болады (кесте.) Бұл бір бағаналы опцияның тағы бір артықшылығы.

Алайда бір бағанды нұсқада иондарды анықтау шектері екі бағанды нұсқасына қарағанда жоғары болады, ал градуирлеу графигінің сызықтығы олардың концентрациясының тар интервалында сақталады.

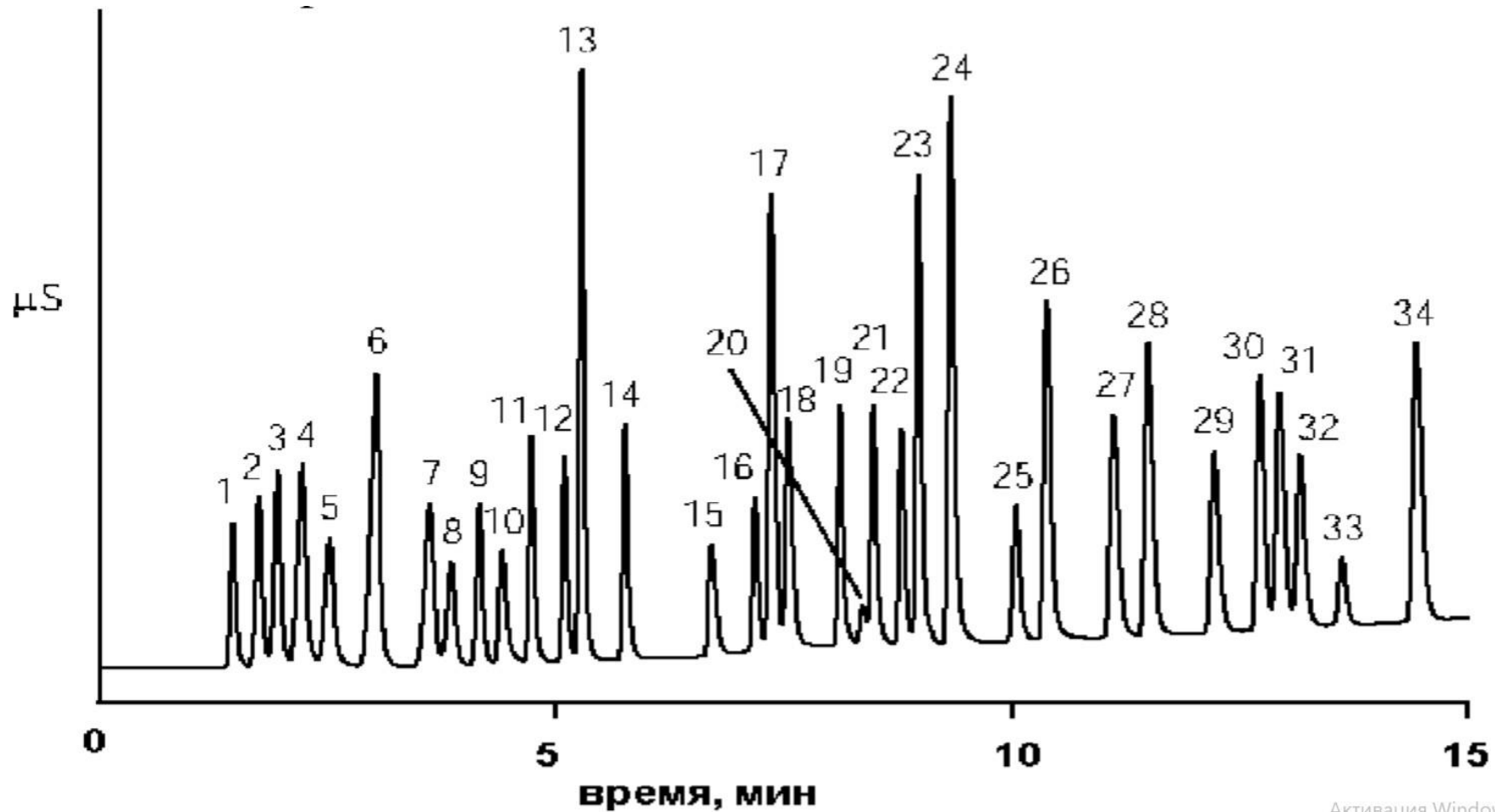
Иондық хроматография иондарды анықтаудың өте тиімді әдісі болып табылады, 2 және 3 - суреттерде катиондар мен аниондардың күрделі қоспаларын бөлу мысалдары көрсетілген. Кондуктометриялық детекторы бар иондық хроматография Бейорганикалық аниондарды анықтаудың ең жақсы әдісі болып табылады. Бөлу көбінесе сыйымдылығы төмен беттік модификацияланған ион алмастырғыштарда жүзеге асырылады (0,1 мМ/г-ден аз). Анықталған Концентрациялардың төменгі шегі 1-10 нг / л құрайды.

**Кесте. HPLC және ИХ –да қоршаған орта объектілерін талдауда
қолданылатын детекторлар**

Детекторлар типтері	Өлшенетін параметр	Анықталатын заттың ең аз мөлшері, г	Таңдамалылығы
Спектрофотометрлік	Оптикалық тығыздық	10 ⁻¹⁰	Жоғары
Флуориметрлік	Қарқындылық	10 ⁻¹¹	Өте жоғары
Кондуктометрлік	Флуоресценция		
Амперометрлік	Электрөткізгіштік	10 ⁻⁹	Төмен
	Ток мөлшері	10 ⁻¹¹ - 10 ⁻⁹	Өте жоғары
Масс-спектрометрлік	Иондық ток мөлшері	10 ⁻¹² - 10 ⁻¹⁰	Өте жоғары



Сурет. 2. Катиондар қоспасын IonPac SCG 1 ионалмастырғышында бөлу: 1 – мыс; 2 – литий; 3 – натрий; 4 – аммоний; 5 – никель; 6 – калий; 7 – мырыш; 8 – кобальт; 9 – марганец; 10 – магний; 11 – кальций; 12 – кадмий. Жылжымалы фаза: қоспа 4мМ шарап және 2мМ қымыздық қышқылдары



Сурет. 3. Аниондар қоспасын IonPac AG11 ионалмастырғышында бөлу: 1 – изопропилэтилфосфонат, 2 – Quinate; 3 – фторид; 4 – ацетат, 5 – пропионат; 6 – формиат; 7 – метилсульфонат; 8 – Pyruvate; 9 – хлорат; 10 – валериановая кислота; 11 – монохлорацетат; 12 – бромат; 13 – хлорид; 14 – нитрит; 15 – трифторацетат; 16 – бромид; 17 – нитрат; 18 – перхлорат; 19 – селенит; 20 – карбонат; 21 – малонат; 22 – малеат; 23 – сульфат; 24 – оксалат; 25 – кетомалонат; 26 – SnO₄²⁻; 27 – фталат; 28 – фосфат; 29 – хромат; 30 – цитрат; 31 – трикарбалилат; 32 – изоцитрат; 33 – цис- ацинитат; 34 – трансацинитат; Жылжымалы фаза (50 – 100) мМ NaOH, градиентті режим

Иондық хроматография төменде келтірілген заттарды анықтауда жиі қолданылады:

- бейорганикалық қышқылдардың аниондары (HCl , HNO_3 , H_2S , H_3BO_3 және т. б.);
- моно және дикарбон қышқылдары;
- сілтілі және сілтілі жер металдары;
- ауыспалы металдардың аниондық комплекстері;
- оксоаниондар;
- алифатты аминдер;
- азот, күкірт және фосфор оксидтері.

Экологиялық мәселелерді шешу үшін пайдалану.

Иондық хроматографияны қолданудың маңызды бағыттарының бірі-суды талдау. Әр түрлі типтегі су компоненттерін анықтау қаншалықты маңызды екені белгілі.

Осы компоненттердің ішінде бейорганикалық аниондар, металл иондары, ионогенді органикалық заттар маңызды орын алады.

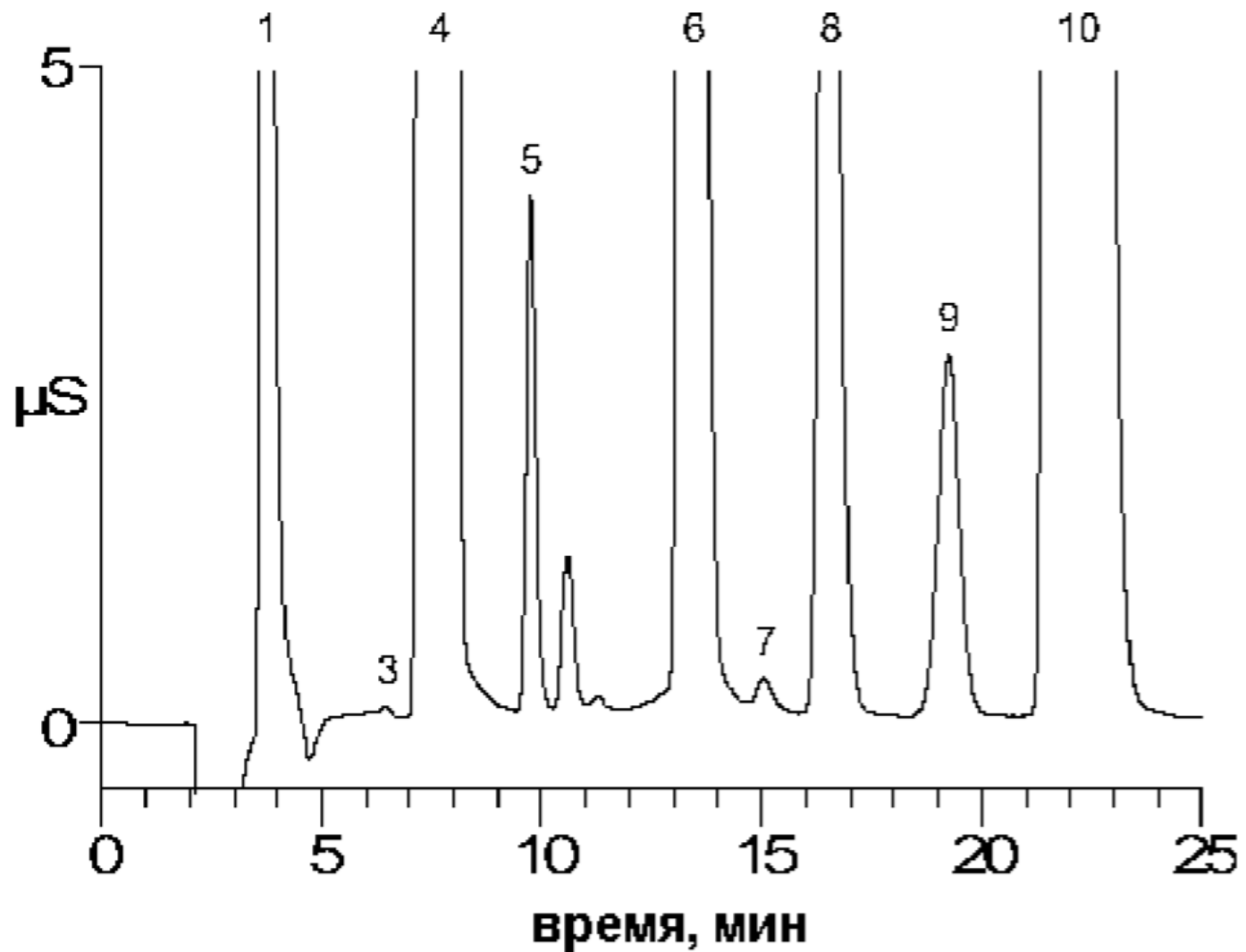
Иондық хроматография аталған компоненттерді анықтауға жарамды бірқатар аналитикалық әдістердің қатарынан тез орын алды. Судағы иондарды анықтау мысалдары кестелер мен суреттерде келтірілді.

Объект анализа	Определяемые анионы	Разделяющая колонка	Подвижная фаза	$c_{\text{мин}}$, мг/л	S_r
Речная и сточная воды	NO_3^- , PO_4^{3-}	Dionex Anion (4x250 мм)	1,5 мМ Na_2CO_3 / 5,0 мМ NaHCO_3	0,007 (NO_3^-) 0,017 (PO_4^{3-})	0,018 0,045
Речная, грунтовая и сточная воды	F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , I^- , ClO_4^- , HPO_4^{3-} , SCN^-	ХИКС-1 (3x250 мм)	1мМ тирозин (рН 10,8)	0,01	0,02
Речная, грунтовая и водопродные воды	SeO_3^{2-} , SeO_4^{2-} , AsO_4^{3-} в присутствии F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}	Dionex HPIC-AS (3x250 мм)	1,5 – 2,4 мМ Na_2CO_3 / 2,5 – 3,0 мМ NaHCO_3	0,02 мкг (Se) 0,5 мкг (As)	— —
«	F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_3^{2-} , SO_4^{2-}	Dionex Anion (3x250 мм)	3,0 мМ NaHCO_3 / 2,4 мМ Na_2CO_3	0,01	— —
Минеральная вода	F^- , Cl^- , Br^-	«	«	—	—
Геотермальная и озерная вода	F^- , Cl^- , Br^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}	«	«	0,005 (F^- , Cl^-) 0,05 (Br^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-})	0,1
Геотермальная вода	F^- , Cl^- , Br^- , SO_4^{2-}	«	2,0 мМ NaHCO_3 / 1,6 мМ Na_2CO_3	высокие	0,001 – 0,021
Атмосферные осадки	F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}	«	3,0 мМ NaHCO_3 / 2,4 мМ Na_2CO_3	0,02, 0,06 (SO_4^{2-})	0,004 – 0,03
«	F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}		3,0 мМ NaHCO_3 / 3,0 мМ Na_2CO_3	0,001 – 0,005 Активация Windows Чтобы активировать Windows, перейдите	< 0,05

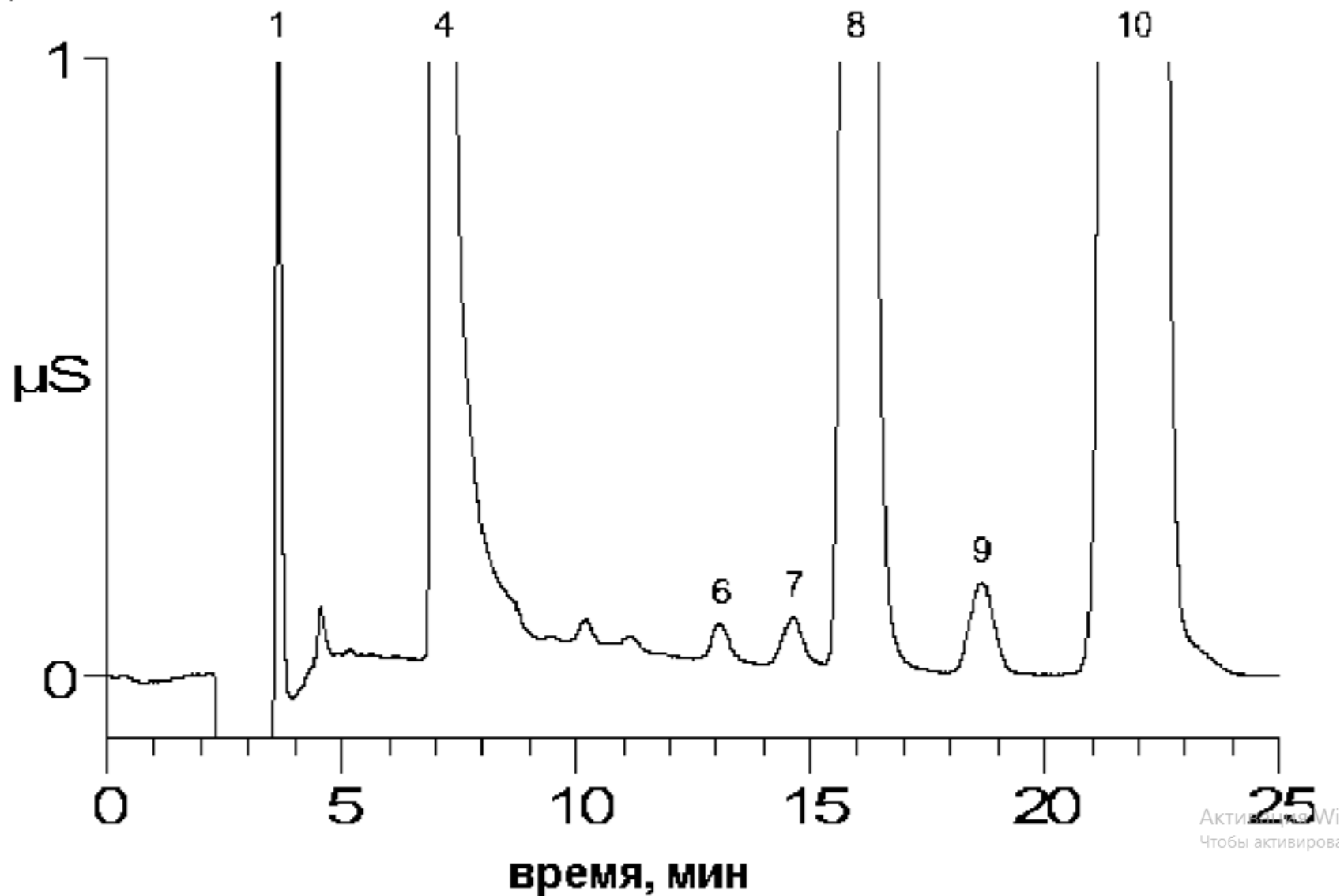
Кесте. Екі бағаналы иондық хроматография арқылы судағы және атмосфералық жауын шашын құрамындағы бейорганикалық аниондарды анықтау мысалдары

Объект анализа	Определяемые анионы	Разделяющая колонка	Подвижная фаза	$C_{\text{мин}}$, мг/л	S_T
Речная и грунтовая воды	Mg^{2+} , Ca^{2+}	DionexCation (6x250мм)	1мМ $Pb(NO_3)_2$ – 0,1 мМ HNO_3 (рН 4)	0,05 – 1,1	–
Питьевая и водопроводные воды	Mg^{2+} , Ca^{2+}	NSK GEL IC-Anion-SW (4,6x50мм)	1мМ ЭДТА (рН 6,0)	0,05	–
«	«	Dionex CS-2 (4x250мм)	2 мМ этилендиамин – 2 мМ лимонная кислота	0,01 – 0,02	0,007
«	Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}	Поверхностно-сульфированный катионообменник (емкость 0,017 мэкв/г)	11,5 мМ HNO_3 – 1 мМ этилендиаммоний нитрат (рН 6,1)	0,02	0,025
Дождевая вода	Na^+ , NH_4^+ , K^+	«	6 мМ HNO_3	0,005 – 0.020	0,004-0,02
То же	Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+}	«	35мМ HCl , 2 мМ гистидин – 45 мМ HCl	-	–
Геотермальная вода	Li^+ , K^+ , Na^+ , NH_4^+	DionexCation (6x250мм)	3,0 мМ HNO_3	0,005 – 0,015	0,004–0,015

Кесте. Судағы және атмосфералық жауын шашындағы бейорганикалық катиондарды екі бағаналы және бір бағаналы иондық хроматографиямен анықтау мысалдары



Сурет. Емдік-минералды судағы аниондарды (мг/мл) бөлу: 1 – фторид (0,8); 3 – бромат (0,01); 4 – хлорид (122); 5 – нитрит (0,5); 6 – бромид (46); 7 – перхлорат (0,07); 8 – нитрат (1,5); 9 – фосфат (1,6); 10 – сульфат (51,0). Жылжымалы фаза: 9,0 мМ натрий карбонаты

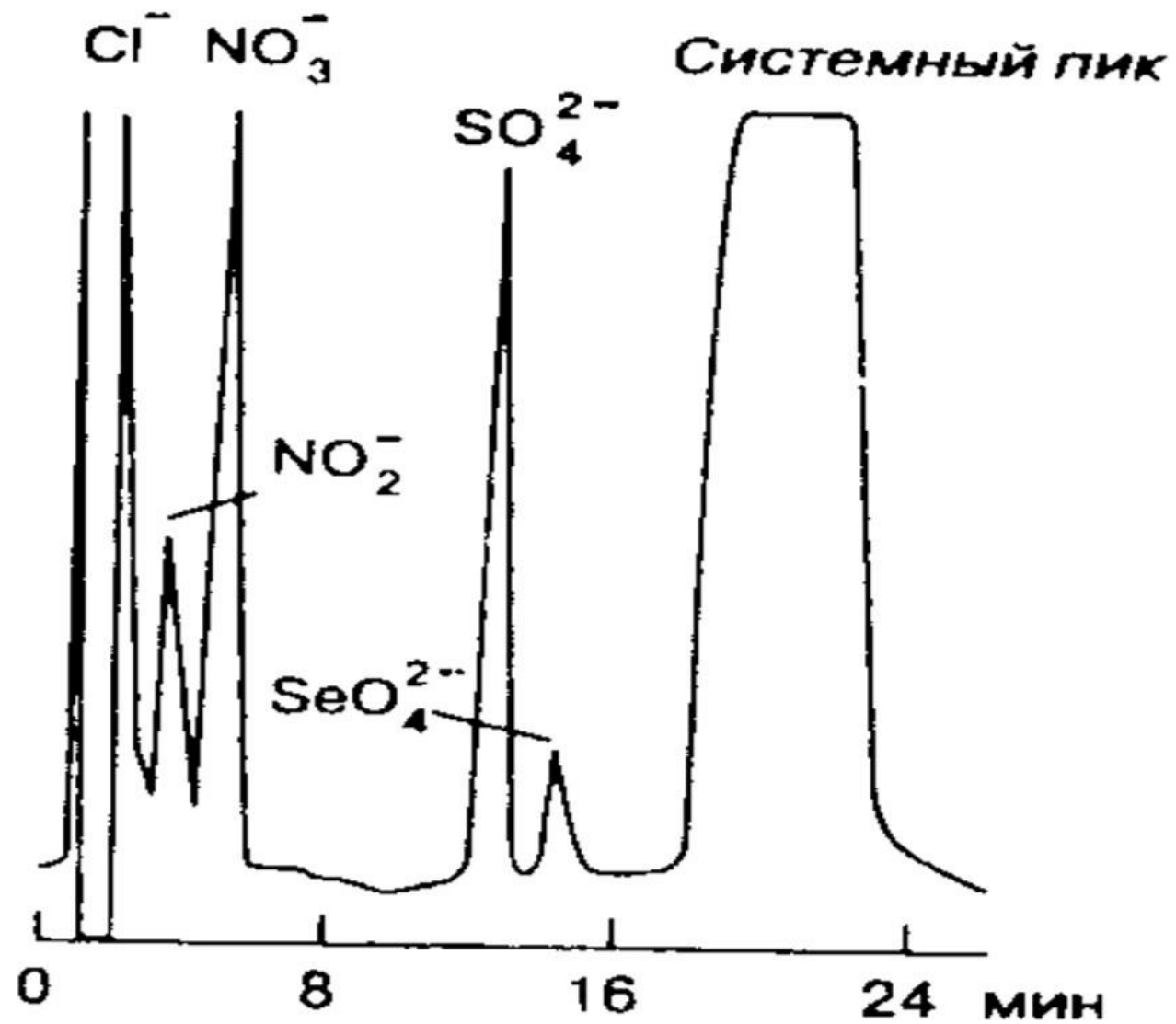


Сурет. Ауыз судағы аниондарды (мг/л) анықтау: 1 – фторид (0,04); 3 – бромат (следы); 4 – хлорид (16,2); 5 – нитрит (не опр.); 6 – бромид (0,03); 7 – перхлорат (0,04); 8 – нитрат (3,9); 9 – фосфат (0,15); 10 – сульфат (18,3). Жылжымалы фаза: 9,0 мМ натрий карбонаты

Топырақтағы және түпкі шөгінділердегі ластануды иондық хроматографиялық әдіспен анықтау үшін оларды су сығындысына ауыстырғаннан кейін суды талдау жағдайлары қолданылады.

Қызықты мысал - қалалық топырақтағы аниондардың күрделі қоспасының компоненттерін анықтау, мұндай топырақтың сулы сығындысының хроматограммасы суретте көрсетілді.

Қалалық топырақта хлоридтер көп, бұл мұзға қарсы қоспаларды қолданудың салдарынан болады. Иондық хроматографияны ацетат, формат сияқты органикалық иондарды, алифатты аминдер мен гидразиндерді анықтау үшін де қолдануға болады.



РСурет. Топырақтың су сорғышының хроматограммасы. Болат баған (250x4,6) мм, Vydac 302 IC. Жылжымалы фаза - 4 мМ фтал қышқылы, рН 4,6. Кондуктометриялық детектор

Ауада иондық хроматография арқылы жоғары полярлы және реакциялық қосылыстар анықталады.

Бұл негізінен агрессивті бейорганикалық газдар, альдегидтер, аминдер. Газдар жеке ұстағыштардың көмегімен сіңеді және сәйкес анион ретінде анықталады. Мысалы, күкірт диоксиді сульфат ионы түрінде, азот диоксиді нитрат ионы түрінде, сутегі хлориді хлорид ионы түрінде.

Формальдегид пен ацетальдегидті анықтау әдісі олардың форматтар мен ацетат иондарына дейін тотығуына негізделген. Аминдер мен гидразиндерді анықтау үшін оларды ауадан силикагельге сорып, күкірт қышқылының сулы-метанол ерітіндісімен десорбциялайды.

Иондық хроматографияның кең практикалық қолданылуы бар. Суды дайындау кезінде шикі судың сапасын бақылауға, тұщыландыру қондырғыларының жұмысын бақылауға мүмкіндік береді.

Электр станцияларының суын бақылау кезінде бу сапасын, ауыз суды талдау кезінде, бу генераторларының тазартылған суын талдау кезінде пайдалы. Атом энергетикасында иондық хроматография радиоактивті қалдықтарды бақылауда, бірінші және екінші контурдағы суды талдауда қолданылады.



СҰРАҚТАР ???