

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи

з навчальної дисципліни «Аналітичні прилади»

для студентів спеціальності 152

«Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

Затверджено

редакційно-видавничою радою

університету,

протокол №1 від 28.01.22 р.

Харків

НТУ «ХПІ»

2022

Методичні вказівки для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Аналітичні прилади» для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» / уклад. М.М. Сіренко – Харків : НТУ «ХПІ. – 18 с.

Укладач: М.М. Сіренко

Рецензент С.Г. Львов

Кафедра комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики

ВСТУП

Дисципліна «Аналітичні прилади» є вибірковою дисципліною циклу професійної і практичної підготовки студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка». Її метою є одержання студентами знань із сфер застосування аналізаторів і аналітичних систем, принципів їх побудови і роботи, їх характеристик, методик проведення аналітичних вимірювань.

Програма дисципліни структурно складається з 8 тем, з яких перша тема спрямована на вивчення основ метрологічного забезпечення аналітичних вимірювань, а останні теми – на отримання знань з конструкцій і принципів дії аналітичних приладів, на вміння їх обирати і застосовувати для вимірювань. Більшість тем має декілька розділів, в яких розглядаються окремі питання програми. Після вивчення теми студенту рекомендовано відповісти на питання для самоконтролю.

Навчальною програмою передбачена підготовка студентом реферату, виконання якого здійснюється за відповідними методичними вказівками. В кінці семестру проводиться залік у вигляді тестової контрольної роботи, яка складається з 8 завдань.

Потрібно звернути увагу, що розділи тем у конспекті лекцій [1], позначені у дужках як СРС, призначені для самостійного вивчення.

Список літератури наведений наприкінці цих вказівок. Посилання на джерела інформації наведені в рекомендаціях по вивченню кожної теми.

Для інформаційно-методичного забезпечення самостійної роботи студентів створений електронний навчальний ресурс, до складу якого також входять програма навчальної дисципліни; конспект лекцій; методичні вказівки до виконання реферату; електронні джерела інформації. Доступ до цього ресурсу забезпечує викладач.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО АНАЛІТИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ І ПРИЛАДИ

Теоретичні відомості з цієї теми мають професійну метрологічну та технічну спрямованість, які дозволяють студентам оволодіти стандартними термінами і одиницями вимірюваних величин, різноманітністю та особливостями засобів, видів і методів аналітичних вимірювань, скласти уявлення про типову структурну схему побудови аналізаторів.

Ключові терміни: аналітичні вимірювання; аналізатор, аналізована газова суміш або рідина, концентрація, частка, метод аналізу.

1.1. Зміст теми і джерела інформації

Аналітичні вимірювання, прилади і системи. Узагальнена структурна схема аналітичних приладів і систем. Об'єкти аналізу і одиниці вимірювань. Методи аналізу. Професійні терміни і визначення.

Для вивчення теми рекомендуються літературні джерела [1-4]. Терміни і їх визначення приведені у [1-3], а додаткові відомості – у [4].

1.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 1

При вивченні розділу 1.1 конспекту лекцій [1] необхідно звернути увагу на цілі аналітичних вимірювань і етапи проведення аналітичних вимірювань. Рекомендується ознайомитися з класифікацією видів аналітичних приладів і вивчити визначення видів аналітичних приладів [1-4].

При ознайомленні із структурною схемою аналітичних приладів і систем (розділ 1.2 [1]) потрібно вивчити склад і призначення її блоків [2, 4]. Необхідно звернути увагу на блок підготовки проби, як особливий пристрій конструкції аналізаторів. Також потрібно зрозуміти, що тип і конструкція первинного вимірювального перетворювача визначає тип, фізичний принцип дії і сфери застосування аналізатора.

Важливо засвоїти, що об'єктами аналізу є газоподібні і рідинні суміші, а одиницями вимірювання концентрацій їх компонентів є різні їх види (молярні, масові, об'ємні) а також частки таких же видів (розділ 1.3) [1–4].
Всі види цих одиниць необхідно вивчити для професійного оволодіння роботою з аналізаторами.

Розділи 1.4 і 1.5 [1] призначені для самостійної роботи студентів (СРС) за допомогою конспекту лекцій [1] і літератури [2, 3]. У розділі 1.4 необхідно вивчити назви методів аналізу [1, 2], а в розділі 1.5 - запам'ятати професійні терміни і їх визначення [1-3].

1.3. Контрольні питання по темі 1

- 1) Які види аналітичних приладів Ви знаєте?
- 2) Назвіть основні блоки аналітичного приладу.
- 3) Дайте визначення різним видам часток і концентрацій.
- 4) Дайте визначення групам методів аналізу. Перелічить назви методів аналізу.
- 5) Дайте визначення професійним термінам в аналітичних вимірюваннях.

2. ТЕПЛОВІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ АНАЛІЗУ

Теоретичні відомості по цій темі мають професійну практичну спрямованість, яка дозволяє навчитися технічно грамотно вибирати і застосовувати теплові аналізатори для вимірювань концентрацій певних газоподібних сумішей (наприклад, водню, гелію, двоокисів вуглецю і сірки, хлору тощо).

Ключові терміни: бінарна і багатоконпонентна суміші; теплопровідність газів; термокондуктометричні, термokatалітичні і термосорбційні аналізатори.

2.1. Зміст теми і джерела інформації

Фізичні основи теплового методу аналізу. Термокондуктометричні газоаналізатори і перетворювачі. Термохімічні газоаналізатори. Термосорбційні аналізатори. Термокондуктометричні газоаналізатори із застосуванням проміжних хімічних реакцій.

Для вивчення теми рекомендуються джерела інформації [1, 2, 4].

2.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 2

При вивченні розділу 2.1 конспекту лекцій [1] потрібно звернути увагу на теплопровідність і її залежність від концентрації відповідної аналізованих газових сумішей (АГС), зрозуміти тепловий принцип визначення концентрації АГС [1, 2].

Корисним буде вивчити схему і принцип дії термокондуктометричного газоаналізатора (розділ 2.2 [1]), запам'ятати його переваги і недоліки, потрібні для оптимального вибору газоаналізаторів [1, 2, 4].

Розділи 2.3–2.6 [1] призначені для самостійного вивчення (СРС) за допомогою конспекту лекцій [1] і літератури [2]. Рекомендується вивчити конструкції, схеми і принципи дії первинних вимірювальних перетворювачів і теплових аналітичних приладів. Більш детально з різновидами теплових датчиків можна ознайомитись в літературі [2].

2.3. Контрольні питання по темі 2

- 1) Що таке теплопровідність газів і як вона використовується для їх якісного і кількісного аналізу?
- 2) Для вимірювань чого застосовуються теплові аналізатори?
- 3) Назвіть типи теплових аналізаторів.
- 4) Нарисуйте схему і поясніть принцип дії термокондуктометричного аналізатору.
- 5) На яких принципах основана дія термохімічного і термосорбційного газоаналізаторів?

3. МАГНІТНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ АНАЛІЗУ

Теоретичні відомості по цій темі мають професійну практичну спрямованість, яка дозволяє обирати і застосовувати магнітні аналізатори для вимірювань концентрацій кисню у певних газоподібних сумішах.

Ключові терміни: кисень; магнітна сприйнятливість; магнітомеханічні, магнітоєфузійні і магнітовискозометричні аналізатори.

3.1. Зміст теми і джерела інформації

Фізичні основи і застосування магнітних методів аналізу газів. Термомагнітні газоаналізатори. Магнітомеханічні газоаналізатори. Магнітоєфузійні газоаналізатори. Магнітовискозометричні газоаналізатори.

Для вивчення теми рекомендується література [1, 2].

3.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 3

При вивченні розділу 3.1 конспекту лекцій [1] бажано звернути увагу на види магнітної сприйнятливості і фізичні явища магнетизму, які використовуються у магнітних методах газоаналізу і закладені в принципи дії відповідних газоаналізаторів, насамперед кисню [2].

При ознайомленні з принципом дії термомагнітного газоаналізатору (розділ 3.2 [1]) потрібно зрозуміти суть фізичного явища термомагнітної конвекції, розібрати особливості його конструкції, запам'ятати переваги і недоліки подібних приладів [1, 2].

Розділи 3.3–3.5 [1] призначені для самостійного вивчення (СРС) за допомогою конспекту лекцій [1] і літератури [2, 4]. Рекомендується детально розібратися у схемах і принципах дії цих магнітних аналітичних приладів, їх сферах застосування. Слід звернути увагу на відмінності термохімічних приладів 1 і 2 типів, і на явище хемосорбції, що використано в аналітичному процесі термосорбційних приладів.

3.3. Контрольні питання по темі 3

- 1) Що таке магнітна сприйнятливість? Для аналізу яких речовин застосовується її значення?
- 2) Які фізичні явища використовуються у магнітному аналізі і як називаються відповідні типи магнітних газоаналізаторів?
- 3) Нарисуйте схему і поясніть принцип дії термомагнітного аналізатору. Поясніть суть фізичного явища термомагнітної конвекції.
- 4) На якому принципі вимірювань основана дія магнітомеханічних газоаналізаторів? Перелічить їх переваги і недоліки.
- 5) На якому фізичному явищі основана дія магнітоєфузійних приладів? Перелічить їх переваги і недоліки.
- 6) На якому фізичному явищі основана дія магнітовискозометричних приладів? Перелічить їх переваги і недоліки.

4. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ АНАЛІЗУ

Теоретичні відомості по цій темі мають професійну практичну спрямованість, яка дозволяє навчитися оптимально вибирати і застосовувати електрохімічні аналізатори різних видів для вимірювань концентрацій газових сумішей, насамперед, таких як CO , CO_2 , SO_2 , H_2S , COCl_2 , NH_3 , H_2 , CH_4 та інших. Також ці аналізатори використовуються для вимірювань концентрацій рідин і вологості, що обумовило їх широке застосування.

Ключові терміни: електропровідність, кондуктометричний аналізатор, поляризація, полярограф, рН-метр.

4.1. Зміст теми і джерела інформації

Кондуктометричний метод і аналізатори. Кулонометричний метод і аналізатор. Полярографічний метод. Потенціометричний метод аналізу і. Електрохімічні кондуктометричні (резистивні) перетворювачі.

Для вивчення теми рекомендується література [1, 2].

4.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 4

При вивченні цієї теми потрібно засвоїти, що електрохімічні вимірювальні перетворювачі (вони ще часто називаються осередками) самі є джерелом вихідного електричного сигналу вимірювальної інформації про концентрації компонентів АГС або їх вологості, оскільки заповнені електролітом. Різноманіття електрохімічних методів обумовлено можливістю вимірювань електричних параметрів перетворювача з АГС, таких як електропровідність електроліту, ЕРС, падіння напруги, електричний заряд, опір, ємність тощо [1, 2].

При вивченні розділу 4.1 конспекту лекцій [1] необхідно звернути увагу на те, що кондуктометричний метод є найпоширенішим при аналізі газів завдяки простоті вимірювань електропровідності (опору) електроліту при поглинанні ним аналізованого газу [1, 2]. Потрібно вивчити принципи дії кондуктометричних аналізатора і вологоміра.

Слід знати, що принцип дії кулонометричних аналізаторів оснований на вимірюванні струму або кількості електрики при електролізі аналізованої речовини, а також те, що вони вимірюють концентрації речовини в рідинах і газах, а також вологість середовища (розділ 4.2 конспекту лекцій [1, 2]).

При вивченні розділу 4.3 [1] необхідно засвоїти, що в основі принципу дії полярографів лежить електроліз досліджуваної речовини, який приводить до зміни електродних потенціалів внаслідок зміни приелектродної концентрації речовини [1, 2]. Потрібно знати, що полярографи є єдиними електрохімічними аналізаторами, які дозволяють проводити якісний аналіз (за значенням потенціалу поляризації) і кількісний аналіз (за значенням граничних струмів електролізу) багатокомпонентних розчинів без попереднього розділу компонентів.

Необхідно засвоїти, що потенціометричні методи аналізу базуються на визначенні концентрації іонів шляхом вимірювання ЕРС перетворювача (розділ 4.4 [1]). Слід знати, що для визначення концентрації водневих іонів використовують величину рН, яка є мірою концентрації водневих іонів –

іонів, що містяться в 1 л розчину [1, 2]. Також потрібно розібрати схеми і вивчити принципи дії потенціометричних аналізаторів.

Розділ 4.5 призначений для самостійного вивчення (СРС) за допомогою конспекту лекцій [1] і літератури [2, 4]. Слід знати, що електрохімічні кондуктометричні (резистивні) перетворювачі є найбільш застосованими у газоаналізаторах і основані на залежності їх опору від форми і розмірів, а також від складу і концентрації електроліту з АГС. Рекомендується вивчити конструкції і принципи дії контактних і безконтактних датчиків.

4.3. Контрольні питання по темі 4

- 1) В чому основна відмінність електрохімічного перетворювача від датчиків інших типів?
- 2) Для вимірювань чого використовуються кондуктометричні прилади? Який їх принцип дії?
- 3) На чому оснований принцип дії кулонометричного приладу?
- 4) Поясніть суть полярографічного методу аналізу.
- 5) Поясніть принцип дії рН-метру.

5. ОПТИЧНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ АНАЛІЗУ

Теоретичні відомості по цій темі мають професійну практичну спрямованість, яка дозволяє впевнено орієнтуватися серед широкого спектру сучасних оптичних аналізаторів різних видів, оскільки вони основані на вибіркового поглинанні, випромінюванні або розсіянні компонентами аналізованої речовини світлового випромінювання у видимому, інфрачервоному (ІЧ) і ультрафіолетовому (УФ) діапазонах довжин хвиль. Також ця тема ознайомлює з видами люмінесценції та принципами роботи і побудови люмінесцентних датчиків і аналізаторів. Тому її ретельне вивчення дозволить навчитися оптимально вибирати і застосовувати оптичні прилади для аналізу певних газів і рідин.

Ключові терміни: абсорбція, спектр поглинання, інтенсивність випромінювання, ультрафіолет, інфрачервоне випромінювання, колориметр, турбідиметр, нефелометр, люмінесценція, фотолюмінесценція.

5.1. Зміст теми і джерела інформації

Характеристика спектрів поглинання речовин. Теоретичні основи оптичного абсорбційного методу аналізу. Класифікація абсорбційних аналітичних приладів. Схеми і принципи роботи бездисперсних абсорбційних аналізаторів. Колориметричні аналізатори. Турбідиметри. Нефелометри. Фізичні основи люмінесцентного методу аналізу. Фотолюмінесценція.

Для вивчення теми рекомендується література [1, 2, 4].

5.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 5

При ознайомленні з оптичними методами аналізу необхідно засвоїти різницю між абсорбційним, турбідиметричним, нефелометричним і люмінесцентним методами.

Вивчення розділу 5.1 конспекту лекцій [1] базується на розумінні, що будь-яка речовина має свій характерний спектр поглинання, який складається із сукупності окремих спектральних ліній [2, 4]. Відповідно кількість атомів в молекулі досліджуваної речовини визначає кількість отриманих аналізатором спектральних ліній.

При вивченні розділу 5.2 [1] необхідно вивчити закон Бугера-Ламберта-Бера, який дозволяє реалізувати вимірювання інтенсивності випромінювання і побудувати оптичний абсорбційний аналізатор для визначення концентрації газів або рідин. Слід звернути увагу на визначення спектральної щільності, пов'язаної з концентрацією відповідної речовини, оскільки значна частина аналізаторів побудована на вимірюванні цієї оптичної характеристики речовини [2].

При ознайомленні з класифікацією абсорбційних приладів (розділ 5.3 [1]) потрібно зрозуміти різниці між УФ і ІЧ, а також між дисперсними і бездисперсними аналізаторами [2], оцінити їх переваги і недоліки.

Завданням при вивченні розділів 5.4-5.6 [1] є розбір схем і зрозуміння принципів дії бездисперсних абсорбційних аналізаторів, оскільки вони покладені в основу побудови більшості сучасних оптичних приладів [2]. При цьому розділи 5.5 і 5.6 [1] підлягають повністю самостійному вивченню.

При ознайомленні з колориметрами потрібно засвоїти, що вони основані на явищі поглинання електромагнітного випромінювання видимої частини спектру (розділ 5.7 [1]) і їх принцип дії побудований на законі Бугера-Ламберта-Бера для розсіювання світла у дисперсному середовищі [2].

При вивченні турбидиметрів (розділ 5.8 [1]) слід звернути увагу на те, що вони основані на явищі розсіювання світла і вимірюванні світлового потоку, що проходить через аналізоване середовище, а інтенсивність відбитого світла лінійно залежна від концентрації часток у ньому [2].

Зверніть увагу, що нефелометри (розділ 5.9 [1]) на відміну від турбидиметрів побудовані на явищі розсіювання світла і вимірюванні відбитого цим середовищем світлового потоку [2].

Потрібно уважно розібрати побудову типових схем і принципи роботи колориметрів, турбидиметрів і нефелометрів.

При ознайомленні з розділом 5.10 [1] потрібно згадати, що світло має квантову природу, тому люмінесценція основана на випромінюванні збуджених часток, яке визначається надлишком енергії над тепловим випромінюванням [1]. Слід звернути увагу на те, що в залежності від роду збудження люмінесценцію розділяють на фотолюмінесценцію, катодолюмінісценцію, радіолюмінісценцію, хемілюмінесценцію і триболюмінісценцію. Корисним буде запам'ятати їх фізичні принципи.

В матеріалах розділу 5.11 [1] потрібно вивчити побудову і принципи дії фотолюмінісцентних датчиків і аналізаторів [2].

5.3. Контрольні питання по темі 5

- 1) На яких принципах основані оптичні методи?
- 2) Дайте визначення абсорбційному, турбідиметричному, нефелометричному і люмінесцентному оптичним методам.
- 3) Наведіть математичний вираз закону Бугера-Ламберта-Бера.
- 4) Перелічіть види оптичних абсорбційних аналізаторів.
- 5) Нарисуйте схему і поясніть принцип дії бездисперсного абсорбційного аналізатору.
- 6) На яких принципах побудовані колориметри, турбідиметри і нефелометри? Для вимірювань чого вони застосовуються?
- 7) Які фізичні принципи покладені в основу фотолюмінесценції і хемілюмінесценції? В чому їх різниця?
- 8) Які фізичні принципи покладені в основу катодолюмінісценції і радіолюмінесценції? В чому їх різниця?
- 9) Поясніть фізичну суть триболюмінесценції.
- 10) Поясніть принцип дії люмінесцентного датчика.

6. ІОНІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ І ПРИЛАДИ

Теоретичні відомості по цій темі мають професійну практичну спрямованість, яка дозволяє ознайомитись з фізичним явищем і способами іонізації, зрозуміти принципи роботи і побудови іонізаційних детекторів і аналітичних приладів.

Ключові терміни: іонізація, іонізаційні детектори і прилади.

6.1. Зміст теми і джерела інформації

Іонізація і її способи. Радіоіонізаційний аналізатор газів. Полум'яно-іонізаційний детектор і аналізатор. Лазерна іонізація.

Для вивчення теми рекомендуються літературні джерела [1, 2].

6.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 6

При ознайомленні з темою потрібно засвоїти, що іонізаційні методи ґрунтовані на іонізації аналізованої речовини і вимірюванні іонного струму, пропорційного її концентрації [1, 2]. Потрібно вивчити способи іонізації газів і види іонізаційних приладів, а також розібрати принципи роботи радіоіонізаційного і полум'яно-іонізаційного детекторів і аналізаторів, ознайомитись з принципом лазерної іонізації.

6.3. Контрольні питання по темі 6

- 1) Які фізичні принципи покладені в основу іонізації?
- 2) Дайте характеристику способам іонізації.
- 3) Поясніть схему і принцип дії радіоіонізаційного аналізатору.
- 4) Поясніть схему і принцип дії полум'яно-іонізаційного детектору.

7. МАС-СПЕКТРОМЕТРИ

Теоретичні відомості по цій темі мають професійну практичну спрямованість, яка дозволяє ознайомитись з основами мас-спектрометрії, видами і метрологічними характеристиками мас-спектрометрів, зрозуміти їх принципи роботи і побудови.

Ключові терміни: мас-спектрометр, іонізація.

7.1. Зміст теми і джерела інформації

Основи мас-спектрометрії. Узагальнена схема мас-спектрометра. Принцип дії мас-спектрометра з розділенням іонів в магнітному полі.

Для вивчення теми рекомендуються літературні джерела [1, 2].

7.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 7

При ознайомленні з цією темою слід зрозуміти, що мас-спектрометричний метод аналізу оснований на іонізації речовини і розділенні

іонів на окремі пучки по компонентах, що відрізняються відношенням маси іона до його заряду [1, 2]. Потрібно ретельно розібрати узагальнену схему і зрозуміти принцип дії мас-спектрометра. Також слід вивчити схему і принцип дії мас-спектрометра з розділенням іонів у однорідному магнітному полі, ознайомитись з метрологічними і технічними характеристиками цих приладів. Слід звернути увагу на особливості принципу поділу іонів на окремі пучки у часопротічному мас-спектрометрі.

7.3. Контрольні питання по темі 7

- 1) Які фізичні принципи покладені в основу мас-спектрометрії?
- 2) Які Ви знаєте види мас-спектрометрів?
- 3) Прокоментуйте схему і принцип дії мас-спектрометра.
- 4) Поясніть принцип дії мас-спектрометра з розділенням іонів у однорідному магнітному полі.

8. ХРОМАТОГРАФІЯ І ХРОМАТОГРАФИ

Теоретичні відомості по цій темі мають професійну практичну спрямованість, яка дозволяє ознайомитись з основами хроматографії, видами і метрологічними характеристиками хроматографічних детекторів, зрозуміти принципи роботи і побудови хроматографів. Це дасть можливість впевнено орієнтуватися у широкому спектрі сучасних хроматографічних приладів.

Ключові терміни: хроматографія, хроматограф, детектор.

8.1. Зміст теми і джерела інформації

Основи хроматографії. Схема і принцип дії хроматографу. Хроматографічні детектори і їх види. Хроматографічні колонки. Методи хроматографії.

Для вивчення теми рекомендуються літературні джерела [1, 2].

8.2. Методичні рекомендації до вивчення теми 8

При ознайомленні з основами хроматографії (розділ 8.1 конспекту лекцій [1]) слід засвоїти, що хроматографічний метод призначений для якісного і кількісного аналізу багатокомпонентних сумішей речовин і оснований на попередньому розділенні складної аналізованої речовини на компоненти з подальшим визначенням концентрації аналізованих елементів за допомогою інших методів аналізу [2]. Рекомендується розібрати і зрозуміти процес хроматографії на прикладі абсорбційного приладу.

При вивченні узагальненої структурної схеми газового хроматографу (розділ 8.2 [1]) слід розібрати призначення, взаємодію блоків цього приладу і зрозуміти технологічні процеси хроматографії [2].

У розділі 8.3 [1] розглянуті види і метрологічні характеристики хроматографічних детекторів [2], які потрібно ретельно вивчити.

Розділи 8.4 і 8.5 конспекту лекцій [1] призначені для самостійного вивчення. Рекомендується ознайомитись з колонками, як основним конструктивним елементом хроматографів, їх параметрами і видами (розділ 8.4 [1]). Щоби зрозуміти різноманіття можливостей хроматографії, рекомендується ознайомитись з її методами (розділ 8.5 [1]), які покладені в основу роботи сучасних автоматичних хроматографів.

8.3. Контрольні питання по темі 8

- 1) В чому полягає принцип хроматографії?
- 2) Що таке хроматограф і для чого він призначений?
- 3) Поясніть процес хроматографії.
- 4) Які основні блоки хроматографу і які їх функції?
- 5) Перелічить характеристики хроматографічних детекторів.
- 6) Які детектори є селективними, а які є універсальними?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Аналітичні прилади».
2. Аналітичні екологічні прилади та системи: монографія / Порєв В. А., Дашковський О. А., Миндюк Я. Л., Приміський В. П. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 336 с.
3. Аналіз газів. Словник термінів : ДСТУ ISO 7504:2018. – [Чинний від 01.01.2019]. – Офіц. вид. – Київ : Держстандарт України, 2018. – 30 с.
4. Аналізатори газів для контролю викидів промислових підприємств. Загальні технічні вимоги і методи випробування : ДСТУ 2603-94. – [Чинний від 01.07.1995]. – Офіц. вид. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 47 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійної роботи

з навчальної дисципліни «Аналітичні прилади»

для студентів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна
техніка»

Укладач:

СІРЕНКО Микола Миколайович

Відповідальний за випуск (завідувач кафедри) Ю.В.Хомяк

Роботу рекомендував до друку (експерт РВР) Б.М.Горкунов

Комп'ютерна верстка М.М.Сіренко

Редактор _____

План 2022 р., поз.

Підп. до друку (дата підпису проректора)_____.

Гарнітура Times New Roman.

Видавничий центр НТУ «ХПІ».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

—