

в свою чергу, вважали, що LDE – це "гра" росіян. Однак ради-сти рідко дотримувалися інструкції і не завжди доповідали командуванню про це явище, оскільки після такої доповіді людина потрапляла на замітку відповідних служб.

Так як під час другої світової війни явище LDE було за-секречено, то після її закінчення повідомлення про нього в науковій літературі з'являлися дуже рідко, в основному через недогляд цензури. Звичайно, це явище вимагало пояснень від офіційної науки. Але вона мовчала. Дослідження явища LDE вважалося несерйозною справою. На цьому не можна захисти-ти дисертацію, отримати науковий ступінь. Тому посту-пово вивчення феномену LDE в офіційній науці стало ама-торською справою, яка не відображалась в наукових звітах.

Одним з перших феноменом LDE в 1928 році заціка-вився професор Карл Штермер, відомий ще й тим, що пер-шим зумів визначити, на якій висоті виникають полярні саява. Ефектом LDE довгий час цікавився доктор фіз.-мат. наук, завідувач лабораторією відділу фізики планет Інсти-туту космічних досліджень РАН Леонід Ксанфомаліті. Найвідоміша його робота на цю тему «Проблема зондів зовнішньої цивілізації, радіоехо і гіпотеза Бресуела».

11 жовтня 1928 вчені провели унікальний експери-мент. Доктор Штермер в Осло приймав сигнали експери-ментальної радіостанції з Голландії. Сигнал (три точки з азбуки Морзе) – пауза у півхвилини – знову сигнал і т.д. Однак в Осло на приймач кожен сигнал приходив двічі. У першій серії експериментів затримка була на три секунди, у другій – на 4, а потім на різний час від 5 до 18 секунд.

Це суперечить сучасній фізиці! І фахівці могли дати цьому явищу тільки одне пояснення. Радіохвиля, що пішла від голландської радіостанції в космос на відстань кількох сотень тисяч кілометрів від Землі, відбивається від якогось об'єкта і повертається назад. Але що це був за об'єкт, жод-них розумних версій не виникало.

І все ж офіційна наука висунула свою версію про причини існування LDE. Відомо, що LDE спостерігається на радіохвилях в діапазоні 13–30 м. У всякому разі, нема повідомлень про LDE, яке приймали б поза цим діапазоном довжин хвиль.

Було висловлено гіпотезу, що в космосі можливе і-снування плазмової флукутуючої хмари, здатної відбивати радіохвилі майже з 100% ефективністю (рис. 2). При флуку-туаціях хмари іонізованого газу, утворення може приймати форми, які концентрують і направляють сигнали в бік пев-них районів Землі.

На жаль, ця офіційна версія не пояснює багатьох опи-саних фактів явища LDE. Під час прийому LDE з відбиттям від плазмової хмари повинні спостерігатися сильні спотво-рення радіосигналів. Зокрема, було б неможливо приймати розбірливо LDE мовних сигналів, абсолютно нерозбірли-вим було б LDE цифрових видів зв'язку. Проте, за повідом-леннями спостерігали LDE цих видів зв'язку, відлуння за чистотою прийому нагадує ретрансльований сигнал, в яко-му відсутні характерні спотворення, обумовлені далеким поширенням радіохвиль.

Скоро пройде 85 років з часу офіційного відкриття цього явища. До цих пір воно науково не пояснено. Як від-бувається затримка радіосигналів, що досягає іноді 30 хви-лин і більше? Де в цей час "ходять" затримані сигнали? Чому вони досягають Землі з малими спотвореннями і з малим ослабленням? На всі ці питання немає відповіді.

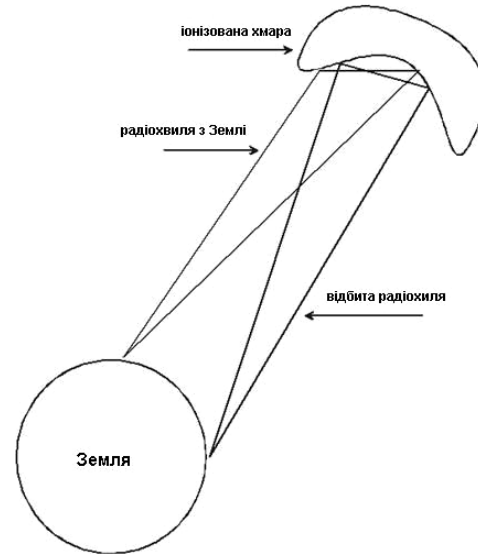


Рис. 2. Механізм LDE за офіційною гіпотезою

Ну що ж, ще здавна людині було властиво приписува-ти явища, які вона не могла пояснити, надприродним си-лам. Але з часом багато з цих раніше таємничих і непояс-нених явищ були пояснені цілком земними законами фізи-ки. Будемо вірити, що в майбутньому вдасться пояснити це таємниче явище, і в підручнику воно буде описано на під-ставі суворих формул. Хочеться сподіватись, що в майбут-ньому це зможуть зробити сьогоднішні студенти... Головне не боятися невідомого і сміливо досліджувати його.

Список використаних джерел:

1. Hals Jorden. The LDE. Nature, November № 3, 1928. – С. 18-20.
2. Долуханов М. П. Поширення радіохвиль. – М.: Зв'язок, 1965. – 399 с.
3. Macvey J. W. Whistler From Space. – London Aberland Shuman, 1973.
4. Lunan D. I. Interstellar Contact. – Henry Regnery Company, Chicago, 1975.
5. Galle J. B. Observations relatives a la radio-electricite et a ala physique du globe. – L. Onde Electrique(1930), pp. – С.257–265.

A known example of a problem situation in modern physics. It is emphasized that the development of science occurs when there is a difference between a phenomenon that is observed and the existing theory that can explain this phenomenon.

Key words: LDE, Long Delay Echo.

Отримано: 12.10.2010

УДК 372.853:53

Т. М. Попова

Чернівчеський державний морський технологічний університет

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ БАГАТОФАКТОРНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У статті обговорюються умови проведення педагогічного експерименту з впровадження культурно-історичної ком-поненти змісту природничо-наукової освіти. Аналізуються методи статистичної обробки результатів багатofакторного педагогічного дослідження.

Ключові слова: педагогічний експеримент, культурно-історична компонента, критерій Пірсона, двохфакторний дис-персійний аналіз.

Аналіз останніх досліджень. Остаточні підсумки будь-якого педагогічного дослідження вважаються досто-вірними тільки після «спеціальної» статистичної обробки отриманих результатів. Слово «спеціальної» взято нами в лапки тому, що експериментаторові негласно надане право

самостійно обирати методи статистичних розрахунків для кожного окремого взятого педагогічного дослідження. Ви-бір конкретних математичних методів залежить від бага-тьох факторів і умов проведення експерименту: цілі, задачі, форми, складність, кількість осіб, які приймали участь в

експерименті, якість експериментального і контрольного навчання, кількість досліджуваних факторів впливу на результативність навчання тощо.

Сучасні фахівці з математичної статистики (П.М. Воловик, Дж. Гласс і Дж. Стенлі, А.А. Кивирялг, О.В. Сидоренко, Г. Шеффе та ін.) пропонують педагогам-дослідникам такі загальні розрахункові методи з:

- 1) виявлення відмінностей у рівні досліджуваної ознаки,
- 2) оцінювання зсуву значень досліджуваної ознаки;
- 3) виявлення відмінностей у розподілі ознаки;
- 4) виявлення ступеня узгодженості змін;
- 5) аналізу змін ознаки під впливом умов, що контролюються [5, с.34].

Щодо підсумків експериментального навчання перевіряються пункти 3-5. З метою виявлення відмінностей у розподілі ознаки експериментатори звичайно обирають критерій Пірсона (χ^2 – критерій). І як показує досвід, за критерієм Пірсона завжди можна зробити висновки про наявність статистично значущої відмінності в результатах навчання учнів експериментальних та контрольних класів на рівні достовірності 95%. Водночас, як показав аналіз статистичної обробки останніх педагогічних досліджень, не всі експериментатори ретельно проводять і доводять статистичні розрахунки за методом Пірсона до логічного закінчення. Статистична значущість отриманих результатів має не тільки бути «присутньою» в процесі експериментального навчання, а й виходити із «зони невизначеності» до «зони значущості». Тому при використанні методу Пірсона необхідно будувати «весь значущості», де враховуються критичні значення критерію Пірсона на рівні достовірності 99%. Отже, для реального встановлення статистичної значущості отриманих результатів з експериментального навчання отримані значення критерію Пірсона мають бути більшими за критичними значеннями критерію Пірсона на рівні достовірності 99%, тобто попадати до зони значущості.

Для статистичного виявлення ймовірності експерименту, ступеню узгодженості змін та аналізу змін признаку під впливом умов, що контролюються, педагогам-дослідникам пропонуються наступні методи [5]:

- 1) r_s – коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (для визначення щільності та напрямку кореляційного зв'язку між двох ознак і двох ієрархій);
- 2) S – критерію тенденцій Джонкіра (для вияву тенденцій зміни ознак при переході від вибірки до вибірки при порівнянні трьох і більш вибірок);
- 3) L – критерію тенденцій Пейджа (для порівняння показників, вимірених у трьох та більш умовах на одній та тій же вибірці випробуваних, що дозволяє виявити тенденції в змінах ознаки при переході від умови до умови);
- 4) T – метод Тьюкі (при порівнянні пар вибірових середніх та визначенні й побудові довірчого інтервалу для різниці вибірових середніх);
- 5) **однофакторний дисперсійний аналіз Фішера** (аналізує зміну ознак під впливом фактору, що контролюється);
- 6) **двохфакторний дисперсійний аналіз Фішера** (аналізує зміну ознак під впливом двох факторів, що контролюються).

Перераховані статистичні методи встановлюють достовірність теоретичних положень, що пропонуються педагогами в своїх дослідженнях та перевіряються в процесі експериментального навчання. І тільки після встановлення достовірності отриманих експериментальних результатів дослідник може робити висновки про ефективність розробленої методичної системи, загальну тенденцію її впливу нахід та результативність навчально-пізнавальної діяльності учнів та студентів, розвиток їх умінь, навичок, здібностей.

Постановка проблеми. Найбільш складним методом математичної статистики в педагогічних дослідженнях є перевірка теоретичних і методичних положень експерименту, коли виникає необхідність контролю впливу та взаємодію декількох факторів на результативність, ефективність навчально-виховного процесу. Так, наприклад, наше дослідження [4] з реалізації культурно-історичної компоненти

змісту природничо-наукової освіти в загальноосвітній школі поставило перед нами **проблему** статистичної обробки результатів експериментального навчання з виявлення ймовірності і достовірності взаємовпливу наукових знань і знань культурно-історичної спрямованості на формування природничо-наукових знань учнів та їхньої загальної культури.

Отже, **метою** даної роботи є розгляд умов проведення педагогічного експерименту з впровадження культурно-історичної компоненти змісту природничо-наукової освіти та використання можливостей критерію Пірсона і двофакторного дисперсійного аналізу Фішера при статистичній обробці результатів експериментального навчання.

Виклад основного матеріалу. Цілеспрямованість, цілісність, науковість, зв'язок навчання з життям, доступність, системність, оптимальність, системність, послідовність, поєднання освіти і самоосвіти, розвитку і саморозвитку, виховання і самовиховання методологічних і дидактичних засад, а також практичних положень впровадження культурно-історичної компоненти змісту природничо-наукової освіти у навчально-виховний процес загальноосвітньої школи, запропоновані в монографії [1], перевірялись у ході педагогічного експерименту з метою апробації, коригування, опрацювання і визначення доступності, доцільності та ефективності результатів дисертаційного дослідження.

У процесі створення умов педагогічного дослідження було:

- *по-перше*, встановлено експериментальну базу дослідження;
- *по-друге*, заплановано проведення педагогічного експерименту;
- *по-третє*, визначено питання, які вирішуватиме пед-експеримент:
- дослідна перевірка педагогічної доцільності побудованої дидактичної моделі реалізації культурно-історичної компоненти змісту сучасної природничо-наукової освіти та її основних складових;
- вивчення впливу наукових знань культурно-історичної спрямованості на підвищення навчально-пізнавальної активності, розвиток рівня самостійної і навичок пошукової діяльності учнів та формування їхнього гуманного відношення до явищ довкілля, встановлення можливої їхньої взаємозалежності;
- визначення доступності та ефективності дидактичної системи в процесі формування вмінь і навичок учнів щодо усвідомлення культурно-історичної значущості отриманих наукових знань;
- коригування, опрацювання, визначення доступності й ефективності дидактичної системи практичного впровадження знань культурно-історичної спрямованості в навчально-виховний процес з дисциплін природничо-наукового циклу;
- визначення освітніх функцій культурно-історичної компоненти змісту навчання фізики, астрономії, хімії, біології, географії в процесі формування культурно-наукового світогляду учнів загальноосвітньої школи.

На основі вивчення дидактичної й навчальної літератури з історії наукових та географічних відкриттів, методики вивчення знань культурно-історичної спрямованості у навчально-виховному процесі з фізики, астрономії, хімії, біології, географії, вимог до знань і вмінь учнів загальноосвітньої школи, які висуваються Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти до освітньої галузі «Природознавство» було складено програму циклу спецкурсів за вибором «Історія природознавства і розвиток культури людства» для X-XI (XII) класів. *Метою* циклу спецкурсів є посилення гуманістичної спрямованості природничо-наукової освіти, що спрямовано на:

- ✓ *засвоєння природничо-наукових знань і законів, відомостей про ключові відкриття та історію розвитку методів наукового пізнання природи і формування на цій основі уявлень про наукову картину світу;*
- ✓ *оволодіння вміннями узагальнювати, аналізувати та систематизувати науковий та культурно-історичний матеріал у самостійному дослідженні;*

- ✓ *розвиток* навчально-пізнавальної самостійності, інтелектуальних і творчих здібностей у процесі придбання та пошуку нових знань, розв'язання задач, відтворення культурно-історичних аналогів, історичних наукових дослідів і т.д.;
- ✓ *національно-патріотичне виховання, виховання культурної особистості* з емоційно-ціннісним ставленням до соціокультурних явищ минулого, сучасного та майбутнього в процесі ознайомлення з історією розвитку природничих наук, техніки та технологій; *виховання* поважного відношення до творців науки, техніки, мандрівників і наукового знання як важливої компоненти загальнолюдської, європейської і національної культури;
- ✓ *використання отриманих знань і вмінь* для життєвого розвитку, розв'язання практичних задач сучасності, забезпечення безпеки свого життя, охорони довкілля, збереження і відтворення культури.

Проведення педагогічного експерименту було спрямоване на:

- перевірку розробленої дидактичної системи;
- з'ясування взаємозалежності рівнів знань учнів з фізики, астрономії, хімії, біології, географії від розвитку їх загальнокультурних якостей і навпаки;
- уточнення теоретичних засад формування методологічної концепції дослідження і дидактичної системи, які забезпечували б розвиток навчально-виховного процесу з дисциплін освітньої галузі «Природознавство»;
- аналіз змісту навчання фізики, астрономії, хімії, біології, географії в школі в контексті теми дослідження.

Запропонована дидактична система реалізації культурно-історичної компоненти змісту навчання фізики, астрономії, хімії, біології, географії впроваджувалась учителями як на уроках, так і в позакласній роботі, з використанням різноманітних видів навчально-пізнавальної діяльності, відповідно до методичних рекомендацій. Педагогічний експеримент був спрямований на перевірку наших припущень щодо впливу наукових знань культурно-історичної спрямованості на формування гуманної особистості учнів, їхнього науково-культурного світогляду, що у свою чергу відображається в активізації навчально-пізнавальної діяльності, підвищенні ефективності, результатів успішності навчання дисциплін освітньої галузі «Природознавство» та загального культурно рівня школярів.

Для проведення експерименту були підготовлені наступні матеріали:

- методичні рекомендації щодо формування культурно-історичного середовища в умовах шкільного кабінету фізики, хімії, біології, географії;
- методика впровадження нарративної форми у навчально-виховний процес:
 - про історію досліджень та відкриттів,
 - про біографію і творчі досягнення вченого, мандрівника, дослідника,
 - про діалог національної, європейської та світової культур при вивченні культурно-історичних явищ природничих наук,
 - про культурно-історичні віртуальні діалоги видатних вчених-природознавців, інженерів, винахідників, мандрівників;
- програма циклу спецкурсів за вибором «Історія природознавства і розвиток культури людства»;
- розроблені методичні рекомендації використання різноманітних дидактичних форм і засобів реалізації культурно-історичної складової змісту природничо-наукової освіти щодо:
 - проведення уроків фізики, астрономії, хімії, біології, географії різноманітних типів, відповідно до навчальних програм,
 - використання культурно-історичних аналогів та їх відтворення у навчально-виховному процесі,
 - використання елементів музейної педагогіки в процесі формування наукових знань учнів,
 - розкриття культурно-історичного потенціалу екскурсійного методу та міжпредметних регіональних екскурсій

сій в процесі реалізації культурно-історичної складової змісту природничо-наукової освіти;

- впровадження наукових знань культурно-історичної спрямованості при навчанні учнів розв'язувати різноманітні задачі та виконанні лабораторних робіт;
- рекомендацій з організації самостійної пошуково-дослідницької діяльності учнів.

Експеримент здійснювався у VII-XI класах загальноосвітніх шкіл I-III ступенів м. Керчі АР Крим. З метою забезпечення чистоти експерименту при відборі шкіл і класів для його проведення ми використовували спосіб вирівнювання умов, що передбачало невілювання відмінності між основними суб'єктами навчально-виховного процесу в контрольних та експериментальних класах, а конкретно: *між учителями* (кожен учитель, який брав участь у експерименті, водночас працював у експериментальному та контрольному класі); *між учнями* (експериментальні і контрольні класи визначались з урахуванням результатів аналізу рівня знань та інтелектуального розвитку школярів на початку експерименту таким чином, щоб забезпечити приблизно однаковий склад учнів у обраних класах). У експерименті приймали участь 428 учнів.

Вивчення, коригування та узагальнення результатів апробації запропонованої дидактичної системи проводилось безпосередньо в спілкуванні з учнями, при вибірково-м відвідування уроків і обговоренні з учителями методики впровадження та потенційних можливостей реалізації культурно-історичної компоненти змісту природничо-наукової освіти в експериментальних класах, аналізу результативності експериментального навчання. Особлива увага приділялась динаміці розвитку успішності вивчення природничих наук і водночас росту культурного рівня учнів: науково-культурного світогляду, вмінь і навичок творчо-пошукової діяльності, здібностей до застосування методів наукового пізнання в процесі самостійного отримання знань, ціннісного оцінювання досліджуваних явищ.

Характеристиками розвитку знань, умінь, навичок, активності навчально-пізнавальної діяльності, росту культурного рівня учнів були визначені наступні показники:

- *стійка навчально-пізнавальна цікавість до матеріалу, що вивчається;*
- *уміння актуалізувати отримані знання при відповідях, тестуванні, виконанні різноманітних видів навчальної діяльності (відтворення експериментів, виконання лабораторних робіт, розв'язання і складання задач, виконання учнівських рефератів, проектів тощо);*
- *уміння розглядати: природні явища, закони, історію їх відкриттів та використання в техніці, медицині, житті тощо; питання життєвої й творчої діяльності вчених, інженерів, винахідників і мандрівників з різних точок зору;*
- *проводити аналіз, узагальнення отриманих наукових знань культурно-історичної спрямованості;*
- *стійкий ріст громадянських якостей (соціальна активність, демократизм, незалежність особистісних переконань і т.д.), моральних якостей (фактичність, духовність, сумлінність, чесність, поважність тощо), інтелектуальних якостей (здатність до розуміння іншого, самоаналізу, самоосвіти, самовдосконалення, творча активність і критичність мислення, ерудованість і т.п.), загальної культури (культура спілкування, поведінки, розумової праці, естетична, екологічна культура тощо).*

Ефективність впроваджуваної дидактичної системи оцінювалась за двома критеріями: рівень знань, передбачених навчальною програмою, і ступень оволодіння загальнокультурними якостями. Аналіз даних, отриманих у ході педагогічного експерименту, мав на меті перевірку доступності та ефективності дидактичної системи, її вплив на ріст результативності навчання та загальнокультурних якостей учнів на основі порівняння знань і вмінь учнів контрольних і експериментальних класів.

Контрольні роботи з перевірки знань учнів, їх умінь і навичок проводились за навчальними програмами. Перевірка росту загальнокультурних якостей учнів здійснювалась за тестом «Оцінювання рівня інтелігентності особистості»,

описаному професором В.І. Андрєєвим [1]. На вибір даного тесту нас спонукали визначення слова «інтелігентність» пояснювальними словниками. За словником іноземних слів [6, с.277], інтелігентність (від лат. *intelligentis* – розумний, той, хто розуміє) – розумова розвиненість, підготовленість до розуміння теоретичних питань, до опанування науковим знанням, культурність. Словник С.І. Ожегова називає «інтелігенцію» людьми розумової праці, які володіють освітою та спеціальними знаннями в різноманітних галузях науки, техніки і культури, а «інтелігентну людину» – людиною, яка володіє великою внутрішньою культурою [3, с.249].

Автор обраного нами тесту визначає «інтелігентність» як інтегральну характеристику високогуманних і прогресивних громадянських, моральних та інтелектуальних якостей особистості в єдності з високою загальною культурою [1, с.11]. Таким чином, тлумачення слова «інтелігентність» словниками і автором тексту, а з іншого боку, врахування психологічних особливостей учнівських колективів дало нам можливість адаптувати обраний тест під вікові особливості школярів як «Тест з оцінки рівнів розумової розвиненості, громадянськості, духовності, загальної культури учнів».

Нами було обрано 5 зрізів знань у різних за віком класах. Одночасно учні виконували контрольні роботи і відповідали на запитання тесту. Отримані значення середньоарифметичних оцінок за контрольні роботи і за відповіді на тестові запитання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1
Середні бали за виконання контрольних робіт і відповіді на запитання тесту

Зріз	Результати виконання контрольних робіт		Результати тестування	
	Експериментальні класи	Контрольні класи	Експериментальні класи	Контрольні класи
1.	6,34	5,43	5,23	4,90
2.	6,69	5,53	5,45	5,02
3.	6,93	5,62	5,68	5,09
4.	7,11	5,91	5,83	5,11
5.	7,48	6,71	6,28	5,21

Попередні підсумки педагогічного експерименту (див. табл. 1) дають можливість провести порівняльний аналіз ефективності експериментальної та традиційної методики навчання дисциплін природничо-наукового циклу. Порівняльний аналіз результатів виконання контрольних робіт і відповідей на запитання тесту дає можливість зробити висновок про тенденцію підвищення результатів навчання в експериментальних класах у порівнянні з результатами, отриманими в контрольних класах (рис. 1 і 2).

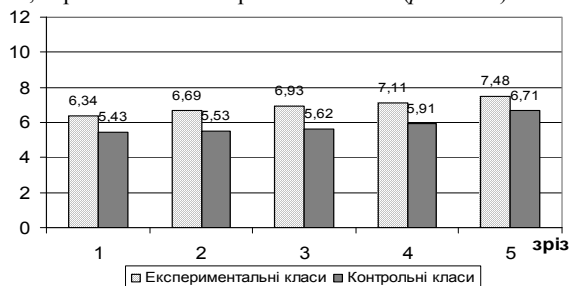


Рис. 1. Діаграма результатів контрольних робіт, отриманих у ході педагогічного експерименту



Рис. 2. Діаграма результатів тестування, отриманих у ході педагогічного експерименту

Для оцінювання статистичної значущості між отриманими результатами був використаний критерій Пірсона (метод χ^2) [2, с.113-120; 5, с.286].

Проводилась перевірка *нуль-гіпотези*: відмінність у результатах виконання контрольних робіт і результатів тестування учнів експериментальних класів обумовлено чисто випадковими причинами, утворені цими результатами вибірки, належать до сукупності з однаковим законом розподілу.

За таблицями [2, с.328; 5, с.288] встановлюємо критичне значення $\chi_{крит}^2 = 19,675$ за числом $\nu = k - 1 = 12 - 1 = 11$, де $k = 12$ – кількість обчислювальних розрядів (12-бальна шкала оцінювання) та за рівнем значущості $\alpha = 0,05$.

Розрахунок статистики критерію Пірсона проводиться на основі експериментально отриманої таблиці 1 за формулами:

$$1) \chi^2 = \sum_{i=1}^{12} \frac{|f_i(E) - f_i(K)|^2}{f_i(K)}$$

де f_i – відносна частота кількості результатів контрольних робіт, що мали оцінку в i балів; 2) якщо f_j – відносна частота кількості результатів тестів, що мали оцінку в j балів, то

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{12} \frac{|f_j(E) - f_j(K)|^2}{f_j(K)}$$

Визначене за таблицею [2, с.113-120; 5, с.286] критичне значення χ^2 -критерію для прийнятого в психолого-педагогічних дослідженнях рівня значущості $\alpha = 0,05$

дорівнює $\chi_{кр}^2 = 19,675$. У процесі статистичної обробки результатів експериментального навчання отримані емпіричні значення критерію Пірсона: $\chi_{ЕМП_2}^2 = 43,729$ – за результатами контрольних робіт і $\chi_{ЕМП_2}^2 = 26,361$ – за результатами тестування:

$$\chi_{ЕМП_1}^2 = 25,687 > \chi_{кр}^2 \quad \text{і} \quad \chi_{ЕМП_2}^2 = 28,129 > \chi_{кр}^2$$

Отримані емпіричні значення критерію Пірсона показують наявність статистично значущої відмінності в результатах виконаних контрольних робіт і тестування учнів експериментальних та контрольних класів на рівні достовірності 95%.

Для встановлення рівня значущості отриманих результатів побудуємо «вісь значущості». Чим більше відхилення емпіричних частот від теоретичної, тим буде більшою величина χ^2 . Тому зона значущості розташовується вправо, а зона незначущості зліва від зони невизначеності між χ^2 -критеріями для $\alpha = 0,05$ і $\alpha = 0,01$. За цими ж таблицями визначено $\chi_{кр}^2 = 24,725$ для $\alpha = 0,01$.

Отримані емпіричні значення χ^2 -критерію лежать у зоні значущості (рис. 3), що дає можливість не прийняти нуль-гіпотезу. Таким чином, відмінність у результатах виконання контрольних робіт і результатів тестування учнів експериментальних класів обумовлено не випадковими причинами.

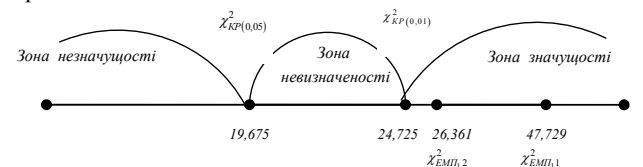


Рис. 3. «Вісь значущості», побудована за результатами експериментального навчання

Виявлене підвищення успішності навчання і результатів тестування учнів ми пояснюємо доступністю і достатньою ефективністю запропонованої дидактичної системи з упровадження культурно-історичної компоненти змісту природничо-наукової освіти в загальноосвітній школі.

Аналіз даних, отриманих у ході експериментального навчання, дозволив:

Таблиця 2

Дисперсійний двофакторний комплекс з оцінки впливу фактора А і фактора В – варіант І

Зріз	А ₁ – експериментальні класи			А ₂ – контрольні класи			Індивідуальні суми всіх 5-и значень
	В ₁	В ₂	Індивідуальні суми по А ₁ (В ₁ +В ₂)	В ₁	В ₂	Індивідуальні суми по А ₂ (В ₁ +В ₂)	
1	6,34	5,43	11,78	5,23	4,90	10,13	21,90
2	6,69	5,53	12,22	5,45	5,02	10,46	22,69
3	6,93	5,62	12,55	5,68	5,09	10,76	23,32
4	7,11	5,91	13,02	5,83	5,11	10,94	23,96
5	7,48	6,71	14,19	6,28	5,21	11,49	25,68
Суми по комірках	34,57	29,20		28,45	25,33		
Суми по градаціям А ₁ і А ₂	63,76			53,79			
Загальна сума							117,55

Таблиця 3

Дисперсійний двофакторний комплекс з оцінки впливу факторів А і В на успішність навчання та підвищення загальної культури учнів – варіант ІІ

Зріз	В ₁ – результати контрольних робіт			В ₂ – результати тестування			Індивідуальні суми всіх 5-и значень
	А ₁	А ₂	Індивідуальні суми по В ₁ (А ₁ +А ₂)	А ₁	А ₂	Індивідуальні суми по В ₂ (А ₁ +А ₂)	
1	6,34	5,23	11,57	5,43	4,90	10,33	21,90
2	6,69	5,45	12,14	5,53	5,02	10,54	22,69
3	6,93	5,68	12,61	5,62	5,09	10,71	23,32
4	7,11	5,83	12,94	5,91	5,11	11,02	23,96
5	7,48	6,28	13,76	6,71	5,21	11,92	25,68
Суми по комірках	34,57	28,45		29,20	25,33		
Суми по градаціям В ₁ і В ₂	63,02			54,53			
Загальна сума							117,55

Таблиця 4

Величини, необхідні для розрахунку F-критеріїв Фішера у двофакторному дисперсійному аналізі для зв'язаних вибірок

Позначення	Розшифрування позначення	Емпіричні значення
T_B	суми за градаціями фактора А (I)	63,76; 53,79
$\sum T_A^2$	сума квадратів цих сум	$\sum T_A^2 = 63,76^2 + 53,79^2 = 6958,66$
T_B	суми за градаціями фактора В (II)	63,02; 54,53
$\sum T_B^2$	сума квадратів цих сум	$\sum T_B^2 = 63,02^2 + 54,53^2 = 6944,91$
T_I^2	індивідуальні суми всіх 5-и значень	21,90; 22,69; 23,32; 23,96; 25,68
$\sum T_I^2$	сума квадратів індивідуальних сум	$\sum T_I^2 = 21,90^2 + 22,69^2 + 23,32^2 + 23,96^2 + 25,68^2 = 2771,77$
$\sum T_{AB}^2$	сума квадратів сум по комірках (I)	$\sum T_{AB}^2 = 34,57^2 + 29,20^2 + 28,45^2 + 25,33^2 = 3498,62$
$\sum T_{A1}^2$	сума квадратів індивідуальних сум по градаціям А ₁ і А ₂ (I)	$\sum T_{A1}^2 = 11,78^2 + 12,22^2 + 12,55^2 + 13,02^2 + 14,19^2 + 10,13^2 + 10,46^2 + 10,76^2 + 10,94^2 + 11,49^2 = 1396,21$
$\sum T_{B1}^2$	сума квадратів індивідуальних сум по градаціям В ₁ і В ₂ (II)	$\sum T_{B1}^2 = 11,78^2 + 12,14^2 + 12,61^2 + 12,94^2 + 13,76^2 + 10,33^2 + 10,54^2 + 10,71^2 + 11,02^2 + 11,92^2 = 1393,26$
n	кількість зрізів знань	n = 5

1) розкрити загальну спрямованість впливу дидактичної системи на результативність навчання, розвиток умінь, навичок, здібностей учнів;

2) виявити тенденцію підвищення загального культурного рівня учнів, що також має вплив на активізацію навчально-пізнавальної і творчо-пошукової діяльності учнів загальноосвітньої школи;

3) з'ясувати взаємозалежність підвищення рівнів знань з фізики, астрономії, хімії, біології, географії від розвитку загальнокультурних якостей учнів.

Отже, розроблена і впроваджена дидактична система практичної реалізації культурно-історичної компоненти змісту навчання природничо-наукових дисциплін у загальноосвітній школі спрямована на підвищення ефективності навчання, загальнокультурного рівня учнів і є продуктивною.

За допомогою двофакторного дисперсійного аналізу нами проведено остаточну статистичну обробку результатів педагогічного дослідження із взаємозалежності підвищення рівнів знань учнів з природничо-наукових дисциплін від розвитку їх загальнокультурних якостей [2, с.253-260].

Дисперсійний двофакторний аналіз дозволяє оцінити й уточнити водночас вплив двох факторів на результати, отримані в ході педагогічного експерименту. Ми припустили фактор А як фактор впливу знань культурно-історичної спрямованості на успішність навчання природничо-наукових дисциплін та підвищення загальної культури учнів, а фактор В визначили як фактор безвпливової дії знань культурно-історичної спрямованості на успішність навчання природничо-наукових дисциплін та підвищення загальної культури учнів. Отже, сформуємо 4 гіпотези, які перевірятимуться методом двофакторного дисперсійного аналізу. Гіпотези стосуються, по-перше, впливу фактора А окремо від фактора В; по-друге, впливу фактора В окремо від фактора А; по-третє, впливу взаємодії градацій факторів А і В:

H_{01} – відмінності в результатах контрольних робіт і тестування в експериментальних класах, обумовлені дією фактора А, є менш вираженими, ніж випадкові відмінності між показниками результативності навчання в контрольних класах;

H_{11} – відмінності в результатах контрольних робіт і тестування в експериментальних класах, обумовлені дією фактора В, є менш вираженими, ніж випадкові відмінності між показниками результативності навчання в контрольних класах;

H_{02} – відмінності результатів контрольних робіт і тестування в контрольних класах, обумовлені дією фактора А, є більш вираженими, ніж випадкові відмінності між показниками результативності навчання в експериментальних класах;

H_{12} – індивідуальні відмінності результатів контрольних робіт і тестування в експериментальних (достатньо високий ріст успішності навчання природничо-наукових дисциплін та підвищення загального культурного рівня учнів) і контрольних класах (деяка помітність росту успішності навчання природничо-наукових дисциплін та підвищення загального культурного рівня учнів), що спостерігались упродовж педагогічного експерименту, обумовлені взаємодією індивідуальних відмінностей, спричинених умовами експерименту, і не є випадковими.

Для проведення двофакторного дисперсійного аналізу з таблиці 1 «Середні бали за виконання контрольних робіт і відповіді на запитання тесту» створюємо дві робочі таблиці 2 і 3 двофакторного дисперсійного комплексу для зв'язаних вибірок з метою визначення F-критерію Фішера.

Подальші розрахунки F-критеріїв Фішера при використанні двофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок припускають розрахунок деяких емпіричних даних. Саме з них формувалась робоча таблиця 4.

Продовження таблиці 4

a	кількість градаций фактора A	$a = 2$
b	кількість градаций фактора B	$b = 2$
N	загальна кількість індивідуальних значень	$N = 20$
$(\sum x_i)^2$	квадрат загальної суми всіх значень	$(\sum x_i)^2 = 117,55^2 = 13817,77$
$(\sum x_i)^2 / N$	константа, що буде відніматись з усіх SS	$(\sum x_i)^2 / N = 117,55^2 / 20 = 690,89$
$\sum x_i^2$	сума квадратів індивідуальних значень	$\sum x_i^2 = 6,34^2 + 6,69^2 + 6,93^2 + 7,11^2 + 7,48^2 + 5,43^2 + 5,53^2 + 5,62^2 + 5,91^2 + 6,71^2 + 5,23^2 + 5,45^2 + 5,68^2 + 5,83^2 + 6,28^2 + 4,90^2 + 5,02^2 + 5,09^2 + 5,11^2 + 5,21^2 = 702,23$

Далі були виконані операції двохфакторного дисперсійного аналізу.

1. Розраховувались суми квадратів:

$$SS_A = \sum T_A^2 / n \cdot b - (\sum x_s)^2 / N = 6958,66 / 5 \cdot 2 - 690,89 = 4,98;$$

$$SS_B = \sum T_B^2 / n \cdot a - (\sum x_s)^2 / N = 6944,91 / 5 \cdot 2 - 690,89 = 3,60;$$

$$SS_I = \sum T_I^2 / a \cdot b - (\sum x_s)^2 / N = 2771,77 / 2 \cdot 2 - 690,89 = 2,06;$$

$$SS_{AB} = \sum T_{AB}^2 / n - (\sum x_i)^2 / N - SS_A - SS_B = 3498,62 / 5 - 690,89 - 4,98 - 3,60 = 0,26;$$

$$SS_{AI} = \sum T_{AI}^2 / b - (\sum x_i)^2 / N - SS_A - SS_I = 1396,21 / 2 - 690,89 - 4,98 - 2,06 = 0,18;$$

$$SS_{BI} = \sum T_{BI}^2 / a - (\sum x_i)^2 / N - SS_B - SS_I = 1393,26 / 2 - 690,89 - 3,60 - 2,06 = 0,08;$$

$$SS_{3AG} = \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / N = 702,23 - 690,89 = 11,34;$$

$$SS_{ABI} = SS_{3AG} - SS_A - SS_B - SS_I - SS_{AB} - SS_{AI} - SS_{BI} = 11,34 - 4,98 - 3,60 - 2,06 - 0,26 - 0,18 - 0,08 = 0,18.$$

2. Визначались числа ступенів свободи:

$$df_A = a - 1 = 2 - 1 = 1; \quad df_B = b - 1 = 2 - 1 = 1;$$

$$df_I = n - 1 = 5 - 1 = 4; \quad df_{AB} = df_A \cdot df_B = 1 \cdot 1 = 1;$$

$$df_{AI} = df_A \cdot df_I = 1 \cdot 4 = 4; \quad df_{BI} = df_B \cdot df_I = 1 \cdot 4 = 4;$$

$$df_{ABI} = df_A \cdot df_B \cdot df_I = 1 \cdot 1 \cdot 4 = 4;$$

$$df_{3AG} = N - 1 = 20 - 1 = 19.$$

3. Розраховувались математичні очікування сум квадратів:

$$MS_A = SS_A / df_A = 4,98 / 1 = 4,98;$$

$$MS_B = SS_B / df_B = 3,60 / 1 = 3,60;$$

$$MS_I = SS_I / df_I = 2,06 / 4 = 0,51;$$

$$MS_{AB} = SS_{AB} / df_{AB} = 0,26 / 1 = 0,26;$$

$$MS_{AI} = SS_{AI} / df_{AI} = 0,18 / 4 = 0,045;$$

$$MS_{BI} = SS_{BI} / df_{BI} = 0,08 / 4 = 0,02;$$

$$MS_{ABI} = SS_{ABI} / df_{ABI} = 0,18 / 4 = 0,045.$$

Розраховувались емпіричні значення F -критеріїв Фішера та визначались їм відповідні числа свободи (df_1 за чисельником і df_2 за знаменником):

$$F_{A(1,4)} = MS_A / MS_{AI} = 4,98 / 0,045 = 110,67, \quad df_1 = 1, df_2 = 4;$$

$$F_{B(1,4)} = MS_B / MS_{BI} = 3,60 / 0,02 = 180,00, \quad df_1 = 1, df_2 = 4;$$

$$F_{I(4,4)} = MS_I / MS_{ABI} = 0,51 / 0,045 = 11,33, \quad df_1 = 4, df_2 = 4;$$

$$F_{AB(1,4)} = MS_{AB} / MS_{ABI} = 0,26 / 0,045 = 5,78, \quad df_1 = 1, df_2 = 4.$$

Визначались критичні значення F -критерію з таблиці критеріїв Фішера [5, с.341]:

$$F_{KP(1,4)} = \begin{cases} 7,71 (P \leq 0,05) \\ 21,20 (P \leq 0,01) \end{cases}; \quad F_{KP(4,4)} = \begin{cases} 6,39 (P \leq 0,05) \\ 16,69 (P \leq 0,01) \end{cases}.$$

Був виконаний порівняльний аналіз отриманих емпіричних і теоретичних критичних значень F -критеріїв Фішера з метою перевірки висунених гіпотез (при $F_{EMП} < F_{KP}$ гіпотеза приймається, при $F_{EMП} \geq F_{KP}$ гіпотеза відхиляється).

Отже:

1) $F_{KP(1,4)}$ для $P \leq 0,05 < F_{KP(1,4)}$ для $P \leq 0,01 < F_{A(1,4)}$ гіпотеза H_{01} відхиляється;

2) $F_{KP(1,4)}$ для $P \leq 0,05 < F_{KP(1,4)}$ для $P \leq 0,01 < F_{B(1,4)}$ гіпотеза H_{11} відхиляється;

3) $F_{KP(4,4)}$ для $P \leq 0,01 > F_{I(4,4)} > F_{KP(4,4)}$ для $P \leq 0,05$ гіпотеза H_{02} відхиляється ($P < 0,05$);

4) $F_{KP(1,4)}$ для $P \leq 0,01 > F_{KP(1,4)}$ для $P \leq 0,05 > F_{AB(1,4)}$ гіпотеза H_{12} приймається.

Відповідно до висунених гіпотез *двохфакторний дисперсійний аналіз результатів експериментального навчання дає можливість зробити висновки:*

– *по-перше*, відмінності в результатах контрольних робіт і тестування в експериментальних класах, обумовлені дією фактора A , є більш вираженими, ніж випадкові відмінності між показниками результативності, тобто, методично доцільне впровадження знань культурно-історичної спрямованості в навчально-виховний процес з природничо-наукових дисциплін має вплив на успішність навчання та підвищення загального культурного рівня учнів;

– *по-друге*, відмінності в результатах контрольних робіт і тестування в контрольних класах, які показують більш нижчий рівень успішності навчання та підвищення загального культурного рівня учнів контрольних класів у порівнянні з експериментальними класами, не є випадковими при традиційній методиці навчання дисциплін освітньої галузі «Природознавство»;

– *по-третє*, індивідуальні відмінності в показниках достатньо високого росту успішності навчання природничо-наукових дисциплін та підвищення загального культурного рівня учнів експериментальних класів та індивідуальні відмінності в показниках деякої помітності росту успішності навчання фізики та підвищення загального культурного рівня учнів контрольних класів, що спостерігались упродовж педагогічного експерименту, не є випадковими і обумовлені взаємодією індивідуальних відмінностей, спричинених умовами навчання в експериментальних класах (за запропонованою методичною системою практичної реалізації культурно-історичної складової змісту навчання фізики, астрономії, хімії, біології, географії) і контрольних класів (за традиційною методикою навчання-викладання).

Виявлене підвищення успішності навчання фізики та загального культурного рівня учнів експериментальних класів ми пояснюємо доступністю і достатньою ефективністю розробленої дидактичної системи практичної реалізації культурно-історичної складової змісту навчання природничо-наукових дисциплін у загальноосвітній школі.

Отже, можна дійти таких **висновків**.

Для перевірки достовірності запропонованих науковцями теоретичних засад педагогічного дослідження обов'язково виконується педагогічний експеримент та опрацьовуються отримані результати експериментального навчання. Вибір математичних методів обробки отриманих результатів дослідником має бути обґрунтований і докладно описаний. Для визначення статистичної значущості результатів, отриманих у ході експериментального навчання, обирається χ^2 -критерій Пірсона. Для перевірки достовірності отриманих

результатів дослідником застосовується той критерій або метод розрахунків, який відповідає психолого-педагогічним умовам експериментального навчання.

При вивченні впливу двох факторів на підвищення ефективності й результативності експериментального навчання доцільно використовувати двохфакторний дисперсійний аналіз.

Проведені нами статистичні розрахунки підтвердили, що використання вчителем наукових знань культурно-наукової спрямованості має вплив не тільки на стійке підвищення успішності навчання та загального культурного рівня учнів, а й створює умови для активізації їхньої навчально-пізнавальної й творчо-пошукової діяльності, розвитку вмінь, навичок, здібностей, формування культурно-наукового світогляду учнів.

Педагогічний експеримент підтвердив, що результативність та ефективність використання запропонованої дидактичної системи у навчально-виховному процесі з природничо-наукових дисциплін безпосередньо залежить від кваліфікованого її впровадження професійно грамотними вчителями, які володіють широким науково-культурним світоглядом, великим запасом культурологічних і наукових знань, вміють їх узагальнювати і обирати саме ті, від яких залежить глибоке і якісне засвоєння навчального матеріалу.

Перспективою подальших розвідок є подальше дослідження дидактичних можливостей культурно-історичної складової змісту навчання дисциплін освітньої галузі «Природознавство».

Список використаних джерел:

1. Андреев В.И. Пакет десяти тестов на оценку интеллигентности, конкурентоспособности и творческого потенциала личности / В.И. Андреев. – Казань : СКМ, 1992. – 47 с.
2. Кывырыял А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике. – Таллин: Валгус, 1980. – 334 с.
3. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова / РАН. Ин-т рус. яз. им. В.В. Вернадского; [4-е изд., доп.]. – М. : Азбуковник, 1999. – 944 с.
4. Попова Т.М. Культурно-історична складова змісту навчання фізики в загальноосвітній школі: теорія, методика, практика : [монографія] / Т.М. Попова. – Керч : РВВ КДМУ, 2009. – 348 с.
5. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. – СПб. : ООО «Речь», 2007. – 350 с.
6. Словарь иностранных слов / [под ред. И.В. Лехина, Ф.Н. Петрова]. – М. : Гос. изд-во иностр. и национальных словарей, 1955. – 856 с.

The conditions of carrying out of pedagogical experiment on introduction cultural-historical components of the maintenance of natural-science education in a secondary school are discussed in the article. Methods of statistical processing of results of multifactor pedagogical research are analyzed.

Key words: a pedagogical experiment, a cultural-historical component, the Pierson's criterion, the two-factorial dispersive analysis.

Отримано: 15.06.2010.

УДК 53 (07)

¹М. І. Садовий, ¹О. М. Трифонова, ²В. П. Сергієнко

¹Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

²Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова

СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА ПЕРІОДИЧНУ СИСТЕМУ ЕЛЕМЕНТІВ У МЕТОДИЦІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

У методичних дослідженнях проблема удосконалення та еволюції змісту і форми періодичної таблиці елементів Менделєєва не розглядалась. Відбулось значне відставання методики вивчення таблиці від її наукового становлення. В даній статті ми пропонуємо один з методичних варіантів ліквідації цього відставання.

Ключові слова: періодичний закон, сучасні погляди, методика навчання, періодична таблиця Д.І.Менделєєва, синтез елементів.

Постановка проблеми. Минулого року виповнилось 170 років з дня народження видатного російського хіміка Дмитра Івановича Менделєєва і 135 років з дня створення ним періодичної системи елементів. За минулий час таблиця, що наочно демонструє періодичний закон, неодноразово доповнювалася і розширювалася. Над удосконаленням таблиці працював Н.Бор, *рис. 1*.

Аналіз актуальних досліджень. До останнього часу в науковій і навчальній літературі приводилася так звана коротка форма таблиці. Аналізу еволюції вказаних таблиць у дидактиці фізики не проводилось. У методичних дослідженнях проблема удосконалення та еволюції змісту і форми таблиці також не розглядалась. Відбулось значне відставання методики вивчення таблиці від її наукового становлення. На нашу думку, таке відставання необхідно ліквідувати.

Тому **мета даної статті** – розглянути окремі методичні питання визначеної проблеми.

Виклад основного матеріалу. Сучасний, розширений варіант таблиці Менделєєва складений на підставі останніх рішень ІЮПАК – Міжнародного союзу теоретичної і прикладної хімії (International Union of Pure and Applied CHEMISTRY – IUPAC). Ця організація, створена в 1919 році, координує дослідження, що вимагають міжнародного узгодження, контролю і стандартизації, рекомендує і затверджує хімічну термінологію, включаючи назви елементів.

Нова форма таблиці [2] була схвалена XVII Менделєєвським з'їздом у вересні 2003 року. До таблиці внесені найостанніші характеристики всіх відомих на сьогоднішній день елементів. Вона буде корисна всім, хто вивчає хімію і фізику або просто цікавиться сучасною наукою.

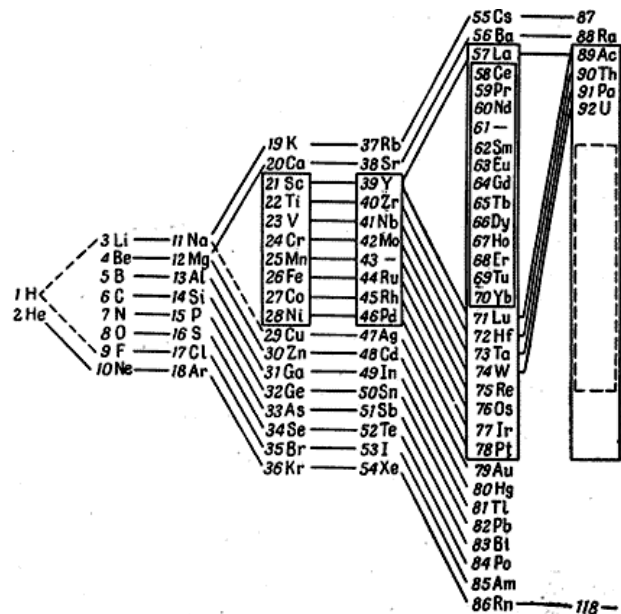


Рис. 1. Періодична система елементів, запропонована Н. Бором в 1921 році

Першого березня 1869 року Д.І. Менделєєв опублікував періодичний закон і його наслідок – таблицю елементів. У 1870 році вчений назвав систему «природною», а через рік – «періодичною». Таблиця (далекий праобраз сучасної), що демонструє закон, була представлена Д.І. Менделєєвим під назвою «Досвід системи елементів,