

Purpose. Try to consider the theoretical and practical issues of a differentiated approach to the formation of preparatory material during the study of the theory of boundaries.

Results. According to our research we have developed a system of exercises which can be useful in studying such notions as a module of a real number, a function, an okil point, «get into the area», the mapping of the plural.

Originality. Development of the system of exercises, so that on their basis it was possible to construct an outline of the theoretical material of the content block «The boundary of the sequence», «The boundary of the function», etc.

Conclusion. Thus, based on the analysis of theoretical sources, a system of exercises was developed to improve the material absorption by students of higher educational institutions with different levels of knowledge.

Keywords: boundaries, differentiated learning, higher mathematics, differentiated approach, competence.

Одержано редакцією 19.11.2017 р.
Прийнято до публікації 04.12.2017 р.

УДК 372.8+001.2

БОДНАР Лілія Василівна,
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри
інноваційних технологій та методики навчання
природничих дисциплін
ДЗ «Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені
К.Д. Ушинського»
e-mail: bodnar179@gmail.com

ІНФОРМАЦІЙНІ ПІДХОДИ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ

Стаття розкриває особливості інформаційних підходів у природничих та гуманітарних науках. Розглядається зміст інформації про об'єкти з точки зору інформаційних підходів. Доведено універсальність їх застосування у різних галузях дослідження: фізиці, хімії, біології, психології, лінгвістиці, а також мистецтві. Розкрита кількісна та якісна оцінка інформації при дослідженні літературних особливостей перекладу творів.

Ключові слова: інформація, невизначеність, ймовірність, ентропія, інформаційні підходи.

Постановка проблеми. У теперішній час у природничих і гуманітарних науках істотним є застосування інформаційних підходів як одного з сучасних методів дослідження. Хотілося б відмітити, що особливості природничих наук полягають у тому, що вони мають потужні інструменти для перевірки закономірностей, виявлених у процесі дослідження в той час, як у гуманітарних спостерігається необхідність урахування феномену свободи, тобто менше визначеності і більше гіпотетичності [1]. Відносно новим загальнонауковим методом є інформаційні підходи, суть якого полягає в тому, що при вивченні будь-якого об'єкта перш за все, виявляються найхарактерніші для нього інформаційні характеристики, що дають змогу його кількісного дослідження на основі знання загальних властивостей та закономірностей інформаційних процесів. Особливої ролі інформаційні підходи набули в результаті розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, що вимагає змін у відношенні до подачі інформаційно-змістового контенту при вивченні дисциплін як природничого, так і гуманітарного профілю. Тому головною проблемою дослідження є детальне визначення меж застосування інформаційних підходів у різних галузях науки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інформаційні підходи як науковий метод має велику півстолітню історію. Його розвиток почався з технічних дисциплін, які вивчають засоби зв'язку, й історично першими серед них були телеграфія і телефонія. Тому і витoki інформаційних підходів – у працях інженерів і математиків [2], [3], [4], в яких зроблено перші спроби кількісної оцінки інформації в контексті конкретних практичних завдань техніки зв'язку.

У теперішній час інформаційні підходи як метод дослідження продовжують переживати стадію розвитку. Вони знайшли своє застосування в метрології та фізиці [5], мистецтві [6], психології [7], біології [8], лінгвістиці [9], при рішенні складних задач як метод пізнання навколишнього середовища, управлінні [10], моделюванні [11], комп'ютерних тестувальних системах [12]. Пізнавальні можливості інформаційних підходів полягають у тому, що об'єкт вивчається у контексті інформації, її численних виявів. Аналіз останніх досліджень і публікацій, що стосуються вирішення цієї проблеми доводить особливості, універсальність та можливості застосування в різних галузях наукового пізнання.

Головною перевагою інформаційних підходів є створення можливості міждисциплінарного переносу досвіду досліджень і логіко-математичних методів [10]. Так, наприклад, змінився понятійний апарат психологічної науки, відбувається постійне її збагачення новими емпіричними даними. Тому сучасна психологія завдяки застосуванню численних математичних методів дослідження перейшла з гуманітарних у розряд точних наук.

Метою статті є визначення специфіки та принципів застосування інформаційних підходів у різних галузях науки.

Виклад основного матеріалу. Першим кроком інформаційних підходів є збір інформації і виділення з неї змістової складової – знань. Саме інформація визначає напрямок руху матерії, саме вона стає носієм сенсу всіх процесів, що протікають у Всесвіті. Визначення інформації – це розкриття невизначеності, яка невід'ємна від поняття ймовірності.

У період зародження інформаційного підходу в ньому домінував кількісний аспект. Спроби виміряти кількість інформації здійснювалися неодноразово. Р. Хартлі заклав основи теорії інформації, визначивши міру кількості інформації для об'єктів з рівними ймовірностями, при яких немає об'єктивних причин вважати, що одне з них настане раніше за інше [2]. Простим прикладом може бути монета або гральний кубик. При киданні монети (ймовірність $P = 2$) отримуємо інформацію $I = 1$ біт. Для кубика ($P = 6$). При киданні двох кубиків отримуємо вдвічі більше інформації, ніж при киданні одного: інформація незалежних повідомлень адитивна, а числа рівноймовірних можливостей перемножуються. Чим вибір більший, тим більше кількості інформації при розкритті невизначеності.

$$I = \log_2 N, (1),$$

де N – це загальна кількість варіантів для вибору.

Виникнення та створення інформації нерозривно пов'язане з поняттям ентропія.

Отримання інформації супроводжується зниженням ентропії. З другого боку, ентропія пов'язана з енергією, тобто одержання інформації пов'язано із затратами енергії. Ентропія може і не змінюватися тоді як буде змінюватися енергія. При ізотермічних процесах складова енергії системи, в яку входить ентропія дорівнює нулю.

Це було враховано К. Шенноном і запропоновано визначення кількості інформації для об'єктів з різними ймовірностями, тобто поява яких залежить від умов проведення експерименту (залежність прогнозу погоди від пори року). Наприклад, в повідомленні про погоду в залежності від сезону відомості про те, що буде – дощ або сніг, можуть

мати різну ймовірність. Отже, значного поширення в науці набула запропонована К. Шенноном логарифмічна міра кількості інформації [3]:

$$I = -\sum_0^N P_i \log_2 P_i \quad (2)$$

де P_i – ймовірність для різних об'єктів.

Наступна формула Л. Больцмана показує кількість ентропії і відповідає формулі Р. Хартлі. Їх тлумачення – ідентичне. Л. Больцман припустив слідуючий зв'язок між ентропією і термодинамічною ймовірністю:

$$S = k \ln W \quad (3),$$

де k – константа Больцмана, яку можна обчислити застосувавши формулу до конкретної термодинамічної системи; S – ентропія; W – термодинамічна ймовірність. У формулі (3) стоїть ймовірність визначеного макроскопічного стану, а в (2) кількість елементів, з яких здійснюється вибір, тобто множини, з якої визначається інформація.

Якщо розглянути кристалічне і аморфне тіло з точки зору кількості інформації, то в аморфному тілі її більше і ентропія більша. Це пов'язано з упорядкованістю атомів. Впорядковане їх розташування в кристалі, зберігається на великих відстанях (дальній порядок) кристалів. В аморфних тілах впорядкованість у розташуванні частинок спостерігається тільки на дуже малих відстанях (ближній порядок). Крім того, в ряді аморфних тіл навіть ця місцева впорядкованість носить лише приблизний характер. Саме через це аморфні тіла більш стійкі до радіаційного опромінювання. Тому радіаційно стійкі прилади для ядерних реакторів у більшості випадків виготовляються саме з аморфної речовини.

У біології, яка вивчає живу природу, поняття «інформація» зв'язується з доцільною поведінкою живих організмів. Така поведінка будується на основі отримання і використання організмом інформації про навколишнє середовище.

Поняття «інформація» використовується також у зв'язку з дослідженнями механізмів спадковості. Генетична інформація передається у спадок і зберігається у всіх клітинах живих організмів. Гени являють собою складні молекулярні структури, що містять інформацію про будову живих організмів. Остання обставина дозволила проводити наукові експерименти з клонування, тобто створення точних копій організмів з однієї клітини. Молекули ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти) складаються з чотирьох різних складових (нуклеотидів), які утворюють генетичний алфавіт. Інформаційна ємність знака цього алфавіту становить:

$$4 = 2^1, \text{ тобто } I = 2 \text{ біт.}$$

Отже, можна оцінити кількість інформації в будь-якому організмі. Наприклад, організм людини містить $\sim 10^{25}$ амінокислотних залишків. Тобто, згідно формули (1) це відповідає великій кількості інформації. В енергетичному еквіваленті вона складає [8]:

$$I = kT \ln(10^{25}) \approx kT \cdot 10^{25} \cdot \ln 10^{25} \approx 10^{26} kT \approx 10^6 \text{ Дж, при } T=300\text{K} \quad (4)$$

Таким чином, в будь-якому живому або неживому об'єкті, явищі чи процесі міститься кількість інформації. Це необхідно враховувати при їх описанні.

У мистецтві можливість зробити вибір дає інтуїція.

Важливим елементом дослідження інформаційних характеристик в музиці є музичне мислення. Одним із ракурсів розгляду процесу музичного мислення є також інформаційні підходи, які у світовому становленні сучасного інформаційного суспільства та інформаційної культури набувають все більшої актуальності [6]. Всі великі діячі мистецтва творили на інтуїтивному розумінні гармонії, але всі ознаки інформаційних характеристик присутні в їх творах. Інформаційні аспекти музичного мислення С. Полозов розглядає з точки зору здатності оперувати музичними інформаційними елементами [6]. Саме інтуїція складає ту інформаційну складову музичної композиції, яка дає можливість зробити вибір при розкритті невизначеності.

Говорячи про музичне мислення, мається на увазі творчий задум діяча мистецтва. Отже, музичне мислення не тільки генерує музичну думку, створюючи музичне повідомлення, а й осмислює, пізнає, оцінює проникаючи в нього музичну інформацію, якою володіють усі учасники музичної комунікації. Музичне мислення, пізнаючи дійсність, творить нову реальність у вигляді матеріальних інтелектуальних продуктів - нотних і акустичних текстів, які стають надбанням музичної культури.

Фізіологи і психологи навчилися визначати кількість інформації, яку людина може сприймати за допомогою органів почуттів, утримувати в пам'яті і обробляти.

В психології інформаційні підходи розглядаються як основний метод, в якому людина є складною системою обробки інформації. Особливість наукового мислення в психології – інформаційні підходи до досліджень. Запропонована нами модель мислення дає докладний опис параметрів мислення [13]. Наприклад, замість швидкості мислення розглядаються компоненти цього параметра такі, як інтуїція, швидкість обробки інформації та ін. Тому мислення взагалі розглядається як процес обробки інформації. Згідно моделі формулюються 2 диференціальних рівняння:

$$\begin{aligned} \frac{dN_1}{dt} &= I + \alpha N_1 - \beta N_2 \\ \frac{dN_2}{dt} &= I' - \alpha' N_1 + \beta' N_2 \end{aligned} \quad (5),$$

де N_1 , N_2 – кількість ефективних та неефективних елементів мислення; I , I' – параметри інтуїції; α , α' , β , β' - параметри переробки інформації.

За допомогою сформульованих рівнянь створені комп'ютерні тести мислення, які дозволяють одержати більш детальну інформацію ніж відомі тести П. Торренса, Г. Айзенка та ін.

Інформаційні підходи доцільно застосовувати і в сучасній лінгвістиці, а саме в дослідженні якості перекладу. Лінгвісти досить часто, вдаються до кількісних характеристик, коли досліджують, описують певні мовні явища, їхні взаємні залежності.

Застосування кількісного підходу для дослідження закономірностей структури мови вимагає одержання числових оцінок, які найбільш повно та якісно відображають характер побудови кожного окремого слова, дозволяючи поширення цих закономірностей на великі групи слів [14, 15].

З розвитком комп'ютерних технологій текстовий аналіз дозволяє дослідникам надійно та швидко оцінювати структуру мови, на якій говорять і пишуть люди, а також тонкощі у їхніх мовних стилях. Це надзвичайно важливо для аналізу літературних текстів та їх перекладів. Програми текстового аналізу дозволяють вирішувати проблеми, пов'язані з використанням окремих слів у повсякденному житті та творчій діяльності, соціальних та ситуаційних коливаннях та психологічних втручаннях. Останні висновки в цій області показують, що математичний аналіз текстів із застосуванням законів Д. Зіпфа викликає особливий інтерес.

Повинні бути виконані не тільки стандартні вимоги до перекладу, але водночас переклад має відповідати оригінальному тексту та мові перекладу з точки зору законів Д. Зіпфа. Це означає, що переклад матиме структурні особливості рідної мови перекладу.

Зокрема Д. Зіпф поклав, що слова з великою кількістю букв зустрічаються в тексті рідше коротких слів. Грунтуючись на цьому постулаті, він вивів два універсальних закони.

Перший закон зв'язує частоту появи слова в тексті з рангом цієї частоти. Словам, які зустрічаються найчастіше, присвоюється ранг 1, а тим, які рідше, – 2 і тощо. Д. Зіпф виявив: якщо помножити ймовірність наявності слова в тексті на ранг його частоти, то отримаємо приблизно сталу величину [16]:

$$f = \frac{k}{r}, \quad (6),$$

де k – константа Зіпфа, значення якої різне для різних мов; f – частота входження слова; r – ранг слова.

З математичної точки зору, графік цієї залежності є гіперболою з різким підйомом у міру наближення до початку координат і довгим, пологим, майже горизонтальним. Ці дані свідчать про те, що, якщо найпоширеніше слово буде зустрічатися в тексті 100 разів, то наступне за поширеністю — приблизно 50 разів. Мірою популярності слова є його положення в частотному словнику мови. Більш популярне слово знаходиться ближче до початку словника, ніж менш популярне [16]. Виділена область показує межі наявності ключових слів, що несуть смислове наповнення досліджуваного тексту.

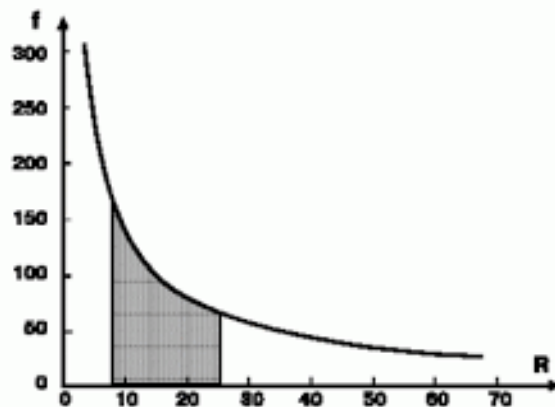


Рис. 1. Графік залежності частоти слова f від його рангу r .

Як тільки положення слова в частотному словнику досягає того місця на гіперболі, де в міру наближення до початку координат починається істотний підйом кривої, ситуація змінюється.

Нами оцінено якість перекладу більш змістовно ніж на філологічному рівні. Інформаційні характеристики Зіпфа були проілюстровані на прикладі твору Шекспіра «Гамлет» [9]. Проведені кількісні оцінки твору оригіналу та близько 10 перекладів. Значення констант для різних мовних груп по-різному змінюється в залежності від характеристик тексту. Для російських текстів відношення константи (k) до кількості слів в тексті приблизно дорівнює 0,08, для англійських – 0,1. Переклад Б. Пастернака відтворив дух і музику шедевра та виявився літературно близьким до російської мови $k = 0,0684$, у порівнянні з перекладом А. Радлової, що є прямим «дослівним» перекладом твору великого майстра. Показано, що важливою вимогою до перекладу є його структурна відповідність мові, в якій переклад здійснювався. Тільки інформаційні підходи дають можливість здійснити таке тестування перекладу.

Висновки. Можливості використання інформаційних підходів в науці, освіті та житті не вичерпні. У кожному випадку при використанні інформаційних підходів необхідно вирішувати специфічні задачі, які пов'язані з розвитком відповідних галузей науки і суспільства в цілому. Приведені приклади показують, що інформаційні підходи можуть ефективно застосовуватися при рішенні задач як природничих, так і гуманітарних наук. Такі підходи вже застосовуються при проведенні наукових досліджень в фізиці, хімії, біології тощо. Наприклад, загальні питання розвитку організмів розглядаються з позиції зміни ентропії і відповідно накопичення інформації. Використання інформаційних підходів в освіті будуть мати різні напрямки та з часом кардинально модернізують освітню систему.

Список використаної літератури.

1. Bodnar L.V., Donchev I.I., Kutsenko L. Yu., Tolpekina G.N. Specificity of natural sciences teaching //Scientific and methodological basis for teaching natural sciences and engineering in higher education, Issue №1, Israel: Ariel University, 2017. – pp. 12-16.
2. Hartley R.V.L. Transmission of Information, Bell System Technical Journal, 1928, – pp. 535–563.
3. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Изд-во иностранной литературы, 1963.— 830 с.
4. Винер Н. Кибернетика и общество – М.: Издательство иностранной литературы, 1958. – 199 с.
5. Жмудь В.А. Информационный подход к задачам метрологии и физики //Автоматика и программная инженерия. - №3(13). – Новосибирск: ПАО «Новосибирский институт программных систем», 2015. – С. 80-109.
6. Полозов С.П. Роль информационного подхода в музыкально-семиотических исследованиях //Музыкальная семиотика: перспективы и пути развития. – Астрахань: Астраханский институт повышения квалификации и переподготовки, 2013. – С. 54-61.
7. Пешкова В.Е. Информационный подход к анализу психики как системы //Научно-методический электронный журнал «Концепт». – Т. 20. – Киров: изд-во «МЦИТО», 2014. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2014/54559.htm>
8. Букалов А.В. Количество информации в живых организмах и энергия вакуума //Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. - №2. – К., 2002. – Режим доступа: <http://physics-life.narod.ru/02-2/as2-f202.html>
9. Kiv A., Bodnar L., Britavska O., Sedov E., Yaremchuk N., Yakovleva M. Quantitative analysis of translation texts //Computer Modelling & New Technologies, 18 (12C), 2014. pp. 260-263.
10. Цветков В.Я., Корнаков А.Н. Информационный подход в управлении //Успехи современного естествознания. - №3. – М.: «Академия естествознания», 2010. – С. 137-138.
11. Дешко И.П. Информационный подход в моделировании //Образовательные ресурсы и технологии. - №6. – Москва: Частное образовательное учреждение высшего образования «Московский университет имени С.Ю. Витте», 2016. – С. 21-26.
12. Chang H.H., Ying Z.A. A global information approach to computerized adaptive testing //Applied Psychological Measurement, Vol. 20, No. 3, 1996. pp. 213-229.
13. Liliia Bodnar, Rita Polyakova, Natalia Yaremchuk. Modelling of processes in operative and long-time memory, EWCOME, Warsaw: SWPS, 2014. – p. 4.
14. Азарова Л.Є. Лінгво-інформаційний підхід як базисна форма дослідження складних номінацій на структурному рівні //Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Філологічна». Вип. 53. – С. 13-16.
15. Кисленко Ю.І. Інформаційний підхід до аналізу структурного рівня мовної організації //Штучний інтелект. — № 4. – Київ, 2010.— С. 90-101.
16. Zipf G.K. Human Behavior and the Principle of Least Effort: Addison-Wesley Cambridge, 1949. – pp. 573.
17. Висоцька В.А., Шестакевич Т.В. Основы математической статистики: Методичні вказівки до лаб. роб. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2016. – 38 с.

References.

1. Bodnar, L.V., Donchev, I.I., Kutsenko, L.Yu., Tolpekina, G.N. (2017). Specificity of natural sciences teaching. Israel: Ariel University. Scientific and Methodological Basis for Teaching Natural Sciences and Engineering in Higher Education, 1, 12-16.
2. Hartley, R.V.L. (1928). Transmission of Information. Bell System Technical Journal, 7, 535–563.
3. Shannon, C.E. (1963) Works on Information Theory and Cybernetics. Moscow: Publishing House of Foreign Literature (in Russ.).
4. Wiener, N. (1958). Cybernetics and Society. Moscow: Publishing House of Foreign Literature (in Russ.).
5. Zhmud, V.A. (2015). Informational approach to the problems of metrology and physics. Novosibirsk: Novosibirsk Institute of Software Systems. Automation and software engineering, 3 (13), 80-109 (in Russ.).
6. Polozov, S.P. (2013). The role of the information approach in musical-semiotic research. Astrakhan: Astrakhan Institute for Advanced Studies and Retraining, 54-61 (in Russ.).
7. Peshkova, V.E. (2014). Information approach to the analysis of the psyche as a system. Scientific-Methodical Electronic Journal «Concept» (No. 20) Kirov: MTSITO [Interregional Center for Innovative Technologies in Education]. Retrieved from <http://e-koncept.ru/2014/54559.html> (in Russ.).
8. Bukalov, A.V. (2002). The amount of information in living organisms and the energy of a vacuum. Physics of Consciousness and Life, Cosmology and Astrophysics (No. 2). Kiev: International Institute of Sociotics. Retrieved from <http://physics-life.narod.ru/02-2/as2-f202.html> (in Ukr.)
9. Kiv, A.E., Bodnar, L.V., Britavska, O.P., Sedov, E.P., Yaremchuk, N.V., Yakovleva, M.V. (2014). Quantitative analysis of translation texts. Computer Modelling & New Technologies, 18 (12C), 260-263.

10. Tsvetkov, V.Ya., Kornakov, A.N. (2010). Information Management Approach. Moscow: Academy of Natural Science. Succeedings of Modern Natural Science, 3, 137-138 (in Russ.).
11. Deshko, I.P. (2016). Information approach in modeling. Moscow: University named after S.Yu. Witte. Educational Resources and Technologies, 6, 21-26 (in Russ.).
12. Chang, H.H., Ying, Z.A. (1996). A global information approach to computerized adaptive testing. Applied Psychological Measurement, 3, 213-229.
13. Bodnar, L.V., Polyakova, R.O., Yaremchuk, N.V. (2014, August). Modelling of processes in operative and long-time memory. [Electronic version] EWCOME, 4. Warsaw: SWPS.
14. Azarova, L.E. (2015). Lingvo-informational approach as the basic form of research of complex nominations at the structural level. Ostrog: Publishing house of the National University «Ostroh Academy», 53, 13-16 (in Ukr.).
15. Kislenco, Yu.I. (2010). Information approach to the analysis of the structural level of the linguistic organization. Artificial Intelligence, 4, 90-101 (in Ukr.).
16. Zipf, G.K. (1949). Human Behavior and the Principle of Least Effort. Cambridge: Addison-Wesley.
17. Vysotska, V.A., Shestakevych, T.V. (2016). Fundamentals of Mathematical Statistics. (Methodological Guidelines for Lab. Work). Lviv: Publishing house of the National University «Lviv Polytechnic» (inUkr.).

BODNAR Liliia,

PhD (Pedagogical Sciences), Associate Professor of the Department of Innovation Technology and Methods of Teaching of Natural Sciences, K. D. Ushynsky South Ukrainian National Pedagogical University.

INFORMATION APPROACHES AS THE RESEARCH METHOD.

Abstract. Introduction. Nowadays, using information approaches as research method is important in modern natural sciences and humanities. The main problem of the work is the illustration of a wide of spectrum of approaches in different areas of science.

Purpose. The purpose of the work to show principles of the application the information approaches in different areas of science.

Methods. Analysis of literature sources.

Results. We have illustrated that mathematical of analysis the literature texts more meaningfully then on the philological level. The information parameters of Zipf were found for Shakespeare's «Gamlet». The B. Pasternak's translation turned out to be literaturrelly closer to Russian Language.

Originality. This is the first analysis of the problem in the literature.

Conclusion. The possibilities of application the information approaches in science and life are very wide. The provided examples show that information approaches can be effective in solving the tasks of natural sciences and humanities. Such approaches already have been using in physics, chemistry, biology and other sciences. For example, evolution of organisms is considered from the point of view of the entropy and, consequently, of the information growth. It is important to underline that last time the information approaches are effectively used in humanities. Application of information approaches has many directions and will essentially modernize the education system in the future.

Keywords: information, uncertainty, probability, entropy, information approaches.

*Одержано редакцією 17.11.2017 р.
Прийнято до публікації 04.12.2017 р.*