

УДК 378.011.33:62

## РЕДУКЦІЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН: ОГЛЯД ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ

©Шматков Д. І.

*Українська інженерно-педагогічна академія*

### Інформація про автора:

**Шматков Данііл Ігорович:** ORCID: 0000-0003-2952-4070 d.shmatkov@uipa.edu.ua; кандидат педагогічних наук, доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

У статті розглянуто останні наукові публікації вчених Німеччини, Австрії, Швейцарії, Італії, Франції, Словенії та інших дослідників в галузі дидактичної редукції. Досвід європейських фахівців свідчить про можливість апробації у вітчизняній педагогічній практиці даного підходу до навчання технічних дисциплін, що містять значну кількість інформації, яку можливо скоротити. Зміст будь-яких інших дисциплін, як і зміст технічних, характеризується наявністю фонових знань та «води», тобто знань, якими можливо знехтувати у навчальних цілях. Застосування дидактичної редукції щодо конкретної дисципліни або групи споріднених дисциплін одного професійного спрямування забезпечує зменшення когнітивної складності навчання за рахунок ефективного розподілу та ізолювання навчального матеріалу, зменшення перевантаження студентів складною теорією, збільшення ефективності розуміння фундаментальних явищ, пришвидшення доступу до основних аспектів теми.

**Ключові слова:** дидактична редукція, скорочення, зменшення, абстрагування, ізолювання, зміст навчання, технічні дисципліни, огляд європейських публікацій.

**Шматков Д. І.** «Редукция содержания обучения технических дисциплин: обзор европейского опыта»

В статье рассмотрено последние научные публикации ученых Германии, Австрии, Швейцарии, Италии, Франции, Словении и других исследователей в области дидактической редукции. Опыт европейских специалистов свидетельствует о возможности апробации в отечественной педагогической практике данного подхода к обучению технических дисциплин, содержащих значительное количество информации, которую можно сократить. Содержание любых других дисциплин, как и содержание технических, характеризуется наличием фоновых знаний и «воды», то есть знаний, которыми можно пренебречь в учебных целях. Применение дидактической редукции к конкретной дисциплине или группе смежных дисциплин одной профессиональной направленности обеспечивает уменьшение когнитивной сложности обучения за счет эффективного распределения и вычленения учебного материала, уменьшение перегрузки студентов сложной теорией, увеличение эффективности понимания фундаментальных явлений, ускорение доступа к основным аспектам темы.

**Ключевые слова:** дидактическая редукция, сокращение, уменьшение, абстрагирование, изолирование, содержание обучения, технические дисциплины, обзор европейских публикаций.

**D. Shmatkov** "Reduction of teaching content of technical disciplines : review of european experience".

The article reviews recent scientific papers of scientists from Germany, Austria, Switzerland, Italy, France, Slovenia and other researchers in the didactic reduction field. Experience of European specialists indicates the possibility of approach approbation in the national pedagogical practice to teaching of the technical disciplines that contain a significant amount of information that may be reduced. The contents of any other disciplines as engineering content characterized by the presence of background knowledge and "water", in other words knowledge, which may be neglected for

educational purposes. The use of didactic reduction for a specific discipline or group of professional related disciplines would reduce the cognitive complexity of learning through the effective distribution and isolation of educational material, reduce the students overloading by the complicated theory, increase the efficiency of understanding fundamental phenomena and quick access to major aspects of the subject.

**Keywords:** didactic reduction, abstraction, isolation, teaching content, technical disciplines, European publications review.

**Постановка проблеми.** Зміст кожної технічної дисципліни, яка входить до навчальних планів підготовки майбутніх інженерів або інженерів-педагогів, має великий обсяг, що постійно зростає. Це обумовлюється динамічним розвитком науки, техніки та технології, а також високими темпами інформатизації усіх галузей, що у свою чергу призводить до безперервного збільшення обсягів теоретичних та емпіричних даних з відповідних напрямів.

Навчання технічних дисциплін обмежено кількістю кредитів, що на них відведено. Викладачі представляють предметну галузь студентам у формі найважливішої нормативно визначеної інформації, що вписується у кількість відведених годин на дисципліну. Це є першою передумовою застосування методів спрощення, зменшення та елементаризації до змісту навчання.

Другою передумовою є специфіка технічних дисциплін, які містять широкий діапазон законів, формул, залежностей, моделей, графіків, номограм тощо. Детальне ознайомлення з такими моделями обмежується як об'єктивними чинниками, тобто вимогами стандартів вищої освіти, так і суб'єктивним – інтелектуальними здібностями студентів. Необхідним є присвячення найбільш значної уваги змісту, що стосується безпосередньо предметних знань (фактів) в порівнянні з фоновими знаннями та інформацією, яку прийнято називати «водою», що досягає часом надзвичайно великих обсягів.

У зв'язку з цим, постає актуальна проблема визначення ефективних методів спрощення, зменшення та елементаризації змісту навчання із урахуванням специфіки технічних дисциплін та нормативних вимог щодо їх навчання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомими є приклади розробки застосування методів редукції в галузі вітчизняних технічних досліджень [1], спрямованих на «з'ясування основних закономірностей поєднання частин у ціле, аналіз взаємодії цих складових та визначення констант, які характеризують поведінку як окремих систем, так і системотехнічного комплексу в цілому». Але теорія редукції змісту навчання у відокремленому вигляді в Україні практично не розробляється, а процес визначення її концепцій носить поодинокий фрагментарний характер. В працях європейських учених цьому питанню приділено значну увагу. Підхід розробляється К. Рюмом (Швейцарський технологічний інститут), Д. Костою та С. Мартеллою (Університет Болоньї, Італія), Г. Футшеком (Інститут технології програмного забезпечення, Австрія), М. Геслером та А. Себе-Оферманом (Бременський університет, Німеччина) та іншими фахівцями.

**Постановка завдання.** Завданням статті є аналіз основних напрямів застосування методів редукції до змісту навчання, представлених в працях світових учених, з метою визначення можливостей адаптації підходу до вітчизняної педагогічної практики.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо філософські передумови застосування методів редукції. Основи наукового розуміння редукціонізму закладено такими філософами, як Р. Карнап, О. Нейрат, Э. Нагель, К. Гемпель, Дж. Кемені, П. Оппенгейм. Учені виділяють три основні моделі [2]:

- 1) всі істини, включаючи закони шуканої теорії, переводяться на мову базисної теорії;
- 2) всі закони шуканої теорії виводяться з законів базисної теорії;
- 3) всі спостереження шуканої теорії пояснюються також базовою теорією.

Ці три моделі, не дивлячись на свою концептуальну відмінність, не конкурують між собою, взаємодоповнюють одна одну, та спрямовуються на забезпечення певного сенсу, в якому наука може стати більш єдиною.

Адаптацію ідей редукціонізму до освітнього процесу прийнято називати «дидактичною редукцією» [3]. Цей напрям розвивається вже досить довгий час і покликаний забезпечити науково обгрунтовану трансформацію обсягу змісту навчання на протигагу довільним змінам. Термін вперше введено ще у 1967 р. німецьким вченим Г. Грюнером [3]. Саме в Німеччині напрям отримав найширшого розвитку: систематично проходять конференції, публікуються наукові та науково-методичні праці, редукції змісту певної дисципліни присвячуються розділи навчальних планів та програм тощо.

Г. Грюнером визначено, що редукція по відношенню до змісту навчання може нести вертикальний або горизонтальний характер (рис.).

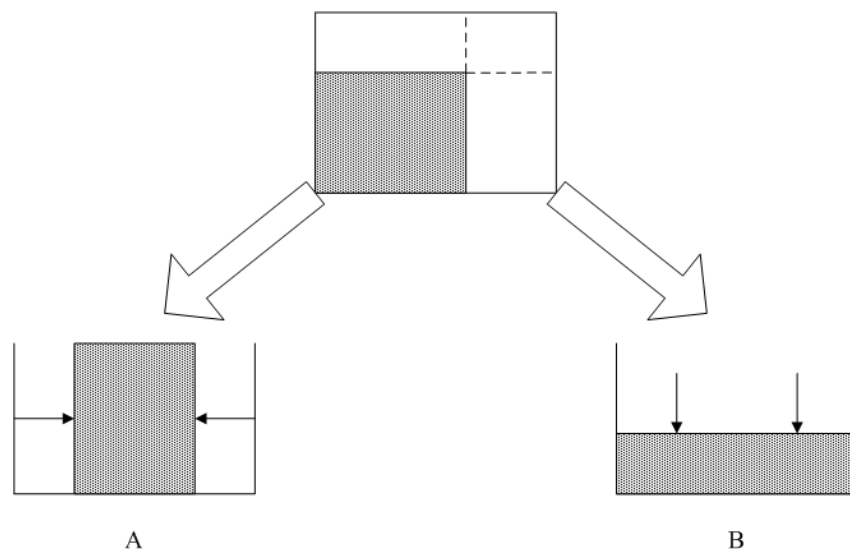


Рисунок – Види дидактичної редукції: А – вертикальна; В – горизонтальна.

Не все, що має відношення до дисципліни, підлягає вивченню та запам'ятовуванню. Велика кількість інформації ускладнює когнітивні процеси. Деякі аспекти предметної галузі повинні бути опущені. Зменшення кількості інформації є вертикальним характером редукції, тобто її кількісною складовою.

Зниження рівня навчання є горизонтальним характером редукції або її якісною складовою. Цей аспект спрямовано на захист від перевантаження студентів складними фактами.

Під час розробки змісту навчання технічної дисципліни редукція може виступати як метод апроксимації, тобто заміна одних об'єктів іншими, близькими до вихідних, з метою збільшення ефективності їх розуміння із впровадженням аналітичних або топологічних редукційних моделей.

У теперішній час відомими є наступні методи застосування дидактичної редукції [4]:

- Зведення до якісних змінних (елементаризація) – повернення фізичних величин до їх якісних характеристик
- Ігнорування чинників – опущення чинників, що не мають визначального впливу на результат експерименту
- Регрес до ранніх історичних етапів – більш ранні стадії розвитку, як правило, мають більш низький ступінь складності, що обумовлює можливість звернення до них
- Узагальнення – отримання понять більш широкого обсягу, але менш конкретного змісту
- Абстрагування та ізолювання – зосередження на одній парадигмі на протигагу аналізу багатьох різноманітних підходів
- Ілюстративне або символічне представлення – використання графічних засобів представлення концепцій

- Застосування знайомих моделей та аналогій – розгляд ситуацій на основі знайомих або відомих моделей.

Застосування дидактичної редукції повинно відповідати принципам технічної точності, можливості удосконалення та адекватності [5]. Технічна точність полягає у тому, що редукований зміст навчання не повинен містити будь-яких протиріч. Можливості удосконалення передбачають модернізацію змісту з урахуванням нових фактів та досвіду проведення курсу. Адекватність полягає у відповідності педагогічних зусиль інтелектуальним здібностям студентів.

Важливими є розробки в галузі проблемного навчання [6]. Під час застосування цього методу дидактична редукція має двофазну структуру. Відбуваються наступні переходи: від вивчення управління проектом розв'язання проблеми до його застосування; від фокусування на методиці до безпосереднього вирішення проблем; від розуміння простих проблем як базисних до розуміння комплексних проблем в якості базисних; роль викладача від наставницької переходить в тренерську. Підхід забезпечує достатні рівні самоорганізації та співробітництва, не порушуючи баланс між ними.

Розглянемо застосування підходу в практиці навчання університетських дисциплін.

Реалізацію методів дидактичної редукції пропагують учені багатьох країн.

Так, групою італійських та французьких науковців на підставі цього напрямку розроблено програмний засіб навчання теорії графів, який спрямовано на розуміння логічної структури численної кількості експериментів [7]. Автори зазначають, що програмний засіб спрощує сприйняття предметної галузі за рахунок її раціонального зменшення.

Австрійським ученим Г. Футшеком пропонується застосування «крайньої дидактичної редукції» (крайня ступінь зменшення) під час навчання структур даних, програмування або моделювання даних [8]. Автор відзначає, що для отримання більших освітніх результатів наприкінці процесу, необхідним є зменшення деталей змісту навчання на його початку. Обсяг зменшення деталей змісту або рівень абстракції залежатиме від цілей, навчальної ситуації та інтелектуальних здібностей студентів. Г. Футшеком виділено нову функцію дидактичної редукції, яка полягає у пришвидшенні доступу до основних аспектів теми.

Значну увагу в працях європейських вчених приділено навчанню метрологічних дисциплін. Так, К. Рюм пропонує емпіричні та аналітичні редукційні методи із застосуванням відповідних математичних моделей, заснованих на теорії обробки сигналів і теорії систем [9]. Математичні моделі можуть містити як кількісні змінні, так і якісні. Саме математичний опис взаємозв'язків служить очевидним доступом до наук про вимірювання. Кращим доказом цього є важливі питання визначення похибок і невизначеностей вимірювань. Ці величини визначаються насамперед теоретично за допомогою відповідних моделей, а потім – із застосуванням емпіричних методів. Математичні моделі не тільки описують властивості і поведінку об'єктів, а й застосовуються в якості певного рівня передбачення. Часовий і просторовий горизонт прогнозування сильно залежить від правильності моделі, з одного боку, а також від точності початкових і граничних умов, з іншого боку. Автор ґрунтовно доводить те, що редукційний підхід спрощує аналіз предметної галузі і сприяє загальному розумінню структурних питань в галузі метрології. Також відзначається можливість адаптації підходу до будь-яких дисциплін з галузей природних і технічних наук, медичних наук, економічних і фінансових наук, соціальних наук, психологічних наук тощо, тобто напрямів, де використовуються вимірювання.

Застосовувати засоби моделювання як дидактичну редукцію під час написання навчальних книг з фізики пропонують словенські учені М. Фор`ян та Д. Слишко [10]. Ними розроблено алгоритм зменшення когнітивної складності навчання таких понять як вільне падіння, закон Гука, закон Тертя, імпульсне наближення, модель демпфірування тощо. Авторами обґрунтовано, що під час висвітлення багатьох понять у навчальній літературі студентам подається велика кількість інформації, яку можливо відкинути, наприклад, незначні явища, не зменшуючи ефективність навчання. Робиться акцент на аналізі найбільш важливих фізичних явищ шляхом їх ідеалізації. Крім того, М. Фор`ян та Д. Слишко зазначають, що методам дидактичної редукції приділено недостатньо уваги під час формулювання оперативних цілей

навчання дисципліни. Хоча, як зазначають науковці [11], у курсі фізики вищої школи, спрощені і ідеалізовані моделі відіграють фундаментальну роль у навчанні понять і законів.

Варто зазначити, що практика застосування дидактичної редукції розповсюдилась далеко за межі Європейського Союзу. Так, китайські вчені розглядають застосування редукції до теорії множин та аналізують питання існування кінцевих скорочень нескінченних баз знань [12]. Бангладешські науковці вказують на те, що університетські навчальні книги з математики характеризуються представленням занадто високого рівня матеріалу, «не звертаючи уваги на концепцію дидактичних методик редукції» [13]. Ними доведено, що врахування цих концепцій призводить до покращення ефективності навчання математики.

Таким чином, досвід європейських фахівців свідчить про можливість апробації у вітчизняній педагогічній практиці підходу до навчання технічних дисциплін, що містять значну кількість законів, формул, залежностей, моделей тощо. Крім того, як і зміст будь-яких інших дисциплін, зміст технічних характеризується наявністю фонових знань та «води», тобто знань, які можливо скоротити. Застосування дидактичної редукції у навчальному процесі забезпечує ефективний розподіл та ізолювання навчального матеріалу, зменшення перевантаження студентів складною теорією, збільшення ефективності розуміння фундаментальних явищ, пришвидшення доступу до основних аспектів теми. Всі вказані переваги забезпечують зменшення когнітивної складності навчання.

Але, незважаючи на очевидні переваги розробки методів дидактичної редукції, учені зазначають занадто загальну розробленість підходу, що не забезпечує універсальність в проекції застосування одного методу до усіх курсів університетської освіти [14]. Чітко виявляється необхідність розробки конкретних заходів щодо кожної окремої дисципліни або групи споріднених дисциплін одного професійного спрямування. Тому часто дидактичну редукцію характеризують професійно-дидактичним підходом.

**Висновки.** Отже, на підставі проведеного огляду європейського досвіду, можливо припустити, що застосування методів редукції до змісту навчання технічних дисциплін майбутніх інженерів та інженерів-педагогів у вітчизняній педагогічній практиці може нести в собі значні переваги, через те, що, окрім очевидних дидактичних можливостей, за такого підходу виявляються ключові закономірності поєднання частин у ціле, відбувається системний аналіз складових, зменшується когнітивна складність навчання.

**Перспективи подальших досліджень.** Додаткового аналізу потребує напрям спрощення навчальних текстів як складової дидактичної редукції.

#### Список використаних джерел

1. Редукція моделі системотехнічного комплексу до рівня багатоеlementної фізичної системи / В. О. Бичковський // Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія : Радіотехніка. Радіоапаробудування. – 2011. – Вип. 44. – С. 54-57.
2. Internet Encyclopedia of Philosophy / J. Fieser, B. Dowden eds. – Access mode : <http://www.iep.utm.edu/red-ism/>
3. Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik / G. Grüner // Die Deutsche Schule. – 1967. – No. 59. – P. 414-430.
4. Entwicklung und Evaluation von didaktisch optimierten realen und hypermedialen Experimenten für ein Physikpraktikum für Ernährungswissenschaften zum Thema Flüssigkeiten und Wärme / M. Hofmann. – Wien, 2011. – 132 p.
5. Kompendium Chemiedidaktik / M. A. Anton. – Bad Haibrunn, 2008. – 272 p.
6. Didactic Conception : guideline to the project "PIA2" funded with support from the European Commission / M. Gessler, A. Sebe-Opfermann. – 2014. – 12 p.
7. GraphsJ 3: A modern didactic application for graph algorithms / G. Costa, C. D'Ambrosio, S. Martello // Journal of Computer Science. – 2014. – Vol. 10 (7). – P. 1115-1119.
8. Extreme Didactic Reduction in Computational Thinking Education / G. Futschek // X World Conference on Computers in Education. July 2-5, 2013. – Toruń, Poland. – Access mode: [http://wcce2013.umk.pl/publications/Short\\_Papers/086-Futschek-SP-ext\\_msy.pdf](http://wcce2013.umk.pl/publications/Short_Papers/086-Futschek-SP-ext_msy.pdf)
9. From Verbal Models to Mathematical Models – A Didactical Concept not just in Metrology /K.H. Ruhm// Joint International IMEKO TC1+TC7+TC13 Symposium August 31st – September 2nd, 2011. –

Jena, Germany. – Access mode: <http://www.db-thueringen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-24167/ilm1-2011imeko-002.pdf>

10. Simplifications and Idealizations in High School Physics in Mechanics: A Study Of Slovenian Curriculum And Textbooks / M. Forjan, J. Sliško // *European J of Physics Education*. – 2014. – Vol. 10, Is. 3. – P. 20-31.

11. Simplifications and idealizations in high school physics in thermodynamics, electricity and waves: A study of Slovenian textbooks / M. Forjan, J. Sliško // *Lat. Am. J. Phys. Educ.* – 2014. – Vol. 8, No. 2. – P. 241-247.

12. Reductions and Saturation Reductions of Abstract Knowledge Bases/ L. Xu, J. Zhao // *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*. – 2014. – No. 301. – 139-151.

13. The taxonomy for learning, teaching and assessing. Current practices at polytechnics in Bangladesh and its effects in developing students' competences / F. Haolader, M. Ali, K. Foysool // *International journal for research in vocational education and training 2*. – 2015. – Vol. 2. – P. 99–118.

14. Areas of Vocational Educational Research / J. P. Pahl ; Z. Zhao, F. Rauner eds. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. – 274 p.

### References

1. Bychkovsky, VO 2011, 'Reduktsiya modeli systemotekhnichnoho kompleksu do rivnya bahatoelementnoyi fizychnoyi systemy', *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrayiny Kyivskyyu politekhnichnyy institut, Seriya Radiotekhnika. Radioaparotobuduvannya*, iss. 44, pp. 54-57.

2. Fieser, J. & Dowden, B (eds.), *Internet Encyclopedia of Philosophy*, <<http://www.iep.utm.edu/redu-ism/>>.

3. Grüner, G 1967, 'Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik', *Die Deutsche Schule*, no. 59, pp. 414-430.

4. Hofmann, M 2011, *Entwicklung und Evaluation von didaktisch optimierten realen und hypermedialen Experimenten für ein Physikpraktikum für Ernährungswissenschaften zum Thema Flüssigkeiten und Wärme*, Wien.

5. Anton, MA 2008, *Kompendium Chemiedidaktik*, Bad Haibrunn.

6. Gessler, M & Sebe-Opfermann, A 2014, *Didactic Conception : guideline to the project "PIA2" funded with support from the European Commission*.

7. Costa, G, D'Ambrosio, C & Martello, S 2014, 'GraphsJ 3: A modern didactic application for graph algorithms', *Journal of Computer Science*, vol. 10 (7), pp. 1115-1119.

8. Futschek, G 2013, 'Extreme Didactic Reduction in Computational Thinking Education', *X World Conference on Computers in Education*, 2-5 July, 2013, Toruń, Poland, <[http://wcce2013.umk.pl/publications/Short\\_Papers/086-Futschek-SP-ext\\_msy.pdf](http://wcce2013.umk.pl/publications/Short_Papers/086-Futschek-SP-ext_msy.pdf)>.

9. Ruhm, KH 2011, *From Verbal Models to Mathematical Models – A Didactical Concept not just in Metrology Joint International IMEKO TC1+TC7+TC13*, Symposium August 31st – September 2nd, 2011, Jena, Germany, <<http://www.db-thueringen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-24167/ilm1-2011imeko-002.pdf>>.

10. Forjan, M & Sliško, J 2014, 'Simplifications and Idealizations in High School Physics in Mechanics: A Study Of Slovenian Curriculum And Textbooks', *European J of Physics Education*, vol. 10, iss. 3, pp. 20-31.

11. Forjan, M & Sliško, J 2014, 'Simplifications and idealizations in high school physics in thermodynamics, electricity and waves: A study of Slovenian textbooks', *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, vol. 8, no. 2, pp. 241-247.

12. Xu, L & Zhao, J 2014, 'Reductions and Saturation Reductions of Abstract Knowledge Bases', *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, no. 301, pp. 139-151.

13. Haolader, F, Ali, M & Foysool, K 2015, 'The taxonomy for learning, teaching and assessing. Current practices at polytechnics in Bangladesh and its effects in developing students' competences', *International journal for research in vocational education and training 2*, vol. 2, pp. 99–118.

14. Pahl, JP, Zhao, Z & Rauner F (eds.) 2014, *Areas of Vocational Educational Research*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Стаття надійшла до редакції 30.11.2015р.