

РЕДУКЦІЯ ЗМІСТУ НАВЧАННЯ ІННОВАЦІЙ У ГАЛУЗЯХ ТЕХНІЧНИХ НАУК

Статтю присвячено теоретичному аналізу актуальної проблеми розробки формалізованого змісту навчання інновацій з технічних дисциплін, що забезпечує узгодження часу, відведеного на навчання, із обсягом навчальної інформації, характеризується гнучкістю та адаптивністю до постійного оновлення, відображає специфіку предметної галузі та забезпечує поєднання рівня педагогічної майстерності викладача із прийнятною для студентів складністю пропонованих фактів, понять, відношень і структур. Запропоновано впровадження редукованого змісту, що поєднує відомі розробки в сучасних галузях навчання методології інноваційного процесу, каузального навчання та навчання соціальної відповідальності.

Ключові слова: інновації, соціальна відповідальність, технічні дисципліни, зміст, навчання, дидактична редукція.

Постановка проблеми. У доповіді Генерального секретаря щодо порядку денного в галузі сталого розвитку на період після 2015 року «Дорога до гідного життя до 2030 року: викорінення злиднів, перетворення умов життя всіх людей і захист планети» питанню інноваційного розвитку приділено досить значну увагу. Розвиток інновацій також є одним з ключових напрямів стратегії соціально-економічного розвитку Європейського Союзу на період до 2020 року під назвою «Європа 2020».

Інновації є одним із рушіїв соціально-економічного розвитку більшості країн. Це відбувається через створення нових технологій і механізмів боротьби із загрозами розвитку суспільства, а також технологій та продуктів, спрямованих на підвищення добробуту населення. Інновації завжди дифундують як в економіку, так і в суспільство. Тому навчання інновацій у будь-якій галузі технічних наук відповідає потребам майбутнього фахівця відповідного профілю.

У багатьох ВНЗ запроваджуються теми модулів, цілі модулі або ж самостійні профільні дисципліни, присвячені навчанню інновацій у конкретній технічній галузі відповідно до напрямку підготовки або спеціалізації студентів. Зміст таких тем, модулів або дисципліни важко формалізувати через динамічне оновлення теоретичних знань та емпіричних даних у галузі інновацій за будь-якою з технічних наук. Досвід показує, що багато хто з викладачів формує методику навчання з напрямку зі змістом, що відображає відомі цим викладачам інновації у відповідній галузі, або зі змістом, що відображає методологію наукових досліджень, або зі змістом, що включає представлення відповідної галузі в проекції нових технологій, методів розробки інновації, нормативних документів, що

стосуються права інтелектуальної власності, бухгалтерського обліку нематеріальних активів тощо, а також методи оцінки інновацій та побудови бізнес-планів. Другий варіант може бути наслідком об'єднання дисциплін в умовах скорочення контингенту студентів.

На погляд автора, такі підходи до навчання інновацій мають декілька обмежень. Перший, що полягає в ознайомленні студентів із відомими викладачу інноваціями, містить такі недоліки:

- є здебільшого неформалізованим та не відображає загальної специфіки інноваційного процесу;
- не призводить до сталого дидактичного ефекту, адже інновації на сучасному етапі розвитку науки та промисловості швидко застарівають;
- обмежена кількість інновацій, основні ідеї яких можуть бути розглянуті в межах часу, що відводиться на тему, модуль або дисципліну за профілем, не відображає стану інноваційного розвитку всієї галузі;
- заплутаність технічних термінів, формул, графіків тощо, що можуть супроводжувати аналіз конкретної інновації, підвищує когнітивну складність навчання.

Другий підхід, що полягає у заміні навчання інновацій навчанням основ наукових досліджень, хоча і є формалізованим та суттєво відпрацьованим у сучасній педагогічній практиці, не повною мірою відображає специфіку предметної галузі, а також, як і перший із розглянутих підходів, може викликати у студентів труднощі в розумінні складної теорії.

Третій підхід характеризується наявністю великої кількості інформації, що ускладнює орієнтацію студентів у ключових аспектах галузі.

З огляду на недоліки розглянутих підходів, постає актуальна проблема розробки формалізованого змісту навчання інновацій із технічних дисциплін, що забезпечує узгодження часу, відведеного на навчання, із обсягом навчальної інформації, характеризується гнучкістю та адаптивністю до постійного оновлення, відображає специфіку предметної галузі та забезпечує поєднання рівня педагогічної майстерності викладача із прийнятною для студентів складністю пропонованих фактів, понять, відношень і структур.

Аналіз актуальних досліджень. У світовій педагогічній практиці підхід, спрямований на науково обґрунтоване скорочення змісту навчання з метою зниження когнітивної складності його опанування, отримав назву «дидактична редукція». Спробу аналізу європейського досвіду зроблено в попередній публікації [1], де було встановлено, 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».

Розглянемо актуальні питання з цього напрямку, представлені в закордонних публікаціях.

У роботі [4] висунуто «3-R аксіому», що полягає в поєднанні редукції, повторення і рефлексії (англ. – reduction, repetition and reflection) як ефективного методу розвитку довготривалої пам'яті. Застосування редукції обумовлено такими чинниками:

- редукований зміст створює опорні точки в мережі пам'яті;
- редукція є простою пізнавальною стратегією навчання, що використовується з метою трансформації змісту задля створення ключових інформаційних точок, та забезпечує категоризацію змісту;
- редукція допомагає в розумінні складних навчальних текстів.

В іншій науковій праці [5] зазначено, що дидактична редукція є невід'ємною складовою дидактичної опосередкованості навчального процесу.

Відомим є підхід до розробки редукovanого змісту навчання курсу з великим обсягом матеріалу [3]. Загальна мета вдосконалення до розробки цього підходу полягала в поліпшенні довгострокової доступності знань. Упровадження певного ступеню стандартизації підходів до навчання із застосуванням дидактичної редукції призвело до успішності навчання й задоволеності студентів.

У своїй роботі К. Рінке [9] зазначає про підхід, що розглядається, наступне: «те, що на перший погляд здається фізично неправильним, виявляється в багатьох випадках більш ретельного аналізу необхідним проміжним кроком, навіть якщо він спочатку виступає у формі об'їзду», автор називає редукovanу інформацію «напівпродуктами для довгострокових результатів».

Не дивлячись на низку перелічених переваг підходу, існує і критика дидактичної редукції.

Так, Г. Адольф [6] вважає помилковим намагання вирішити складні проблеми простими методами й зазначає, що дидактична редукція повинна не зменшувати складність змісту, а забезпечувати допоміжні засоби для розуміння складних зв'язків. Але, у той самий час, науковець висуває ідею про те, що процес навчання значно залежить від спрощення предметної галузі, що не повністю відповідає попереднім тезам автора. Подальші критичні аргументи також були заперечені іншими вченими. Так, зокрема, висунуті твердження про те, що дидактична редукція не пропонує відмовитися від навчання, а також про те, що зменшення складності дозволяє з цією складністю впоратися [7].

Багато вчених указують на загальність підходу і, відповідно, складність його реалізації щодо конкретних навчальних дисциплін [12; 16]. На їх думку, він визначає тільки відправні точки концептуальних змін у перспективі. Також указано на брак емпіричних і теоретичних основ підходу.

Але в іншій праці [11] дидактичну редукцію названо «добре обґрунтованою теорією».

Ураховуючи наявність деяких, не повною мірою вирішених, суперечливих питань, у розробці редукованого змісту навчання інновацій у галузях технічних наук будемо спиратися лише на беззаперечні на даний час аспекти теорії, а саме:

- за такого підходу виявляються ключові закономірності поєднання частин у ціле, відбувається категоризація змісту, системний аналіз складових, зменшується когнітивна складність навчання;
- дидактична редукція забезпечує адаптивність знань обраних моделі навчання;
- дидактична редукція забезпечує поліпшення довгострокової доступності знань.

Мета статті. Метою статті є теоретичне обґрунтування та розробка складових редукованого змісту навчання інновацій у галузях технічних наук.

Методи дослідження. Основними методами, що застосовувалися в дослідженні, є теоретичний аналіз, порівняння та узагальнення напрацювань у галузі розробки змісту навчання і його редукції, а також теоретичний метод моделювання редукованого змісту навчання інновацій у галузях технічних наук.

Виклад основного матеріалу. У дослідженні [2] визначено, що «проблема структуризації світових порогів знань і встановлення їхніх зв'язків із інноваційними та освітніми процесами може вирішуватися постановкою у відповідність кожному рівню новизни об'єктів (інновацій) необхідного набору фазових циклів інноваційно-інвестиційного циклу та свого виду порогів знань».

Більш розроблений підхід до навчання інновацій представлено в іншій праці [8], де вчений ділить інноваційний процес на складові «технологія», «імплементація» та «ринок». Відповідно до цього й формується зміст навчання курсу. Розглянемо підхід більш детально та розробимо на його підставі зміст навчання інновацій у галузях технічних наук.

Під «технологією» розуміються ті складові інновації або ж ідеї, які можуть об'єктивно бути перевіреними із застосуванням наукових методів, а саме: закономірності, матеріали та їх фізичні й хімічні властивості і склади, конструкції тощо.

Складова «імплементація» з'єднує «технологію» та «ринок». Вона включає всі необхідні аспекти створення функціональної реальності інновації: поєднання складових технології, форми і методи виробництва й розподілу в контексті структури галузі, захисту прав інтелектуальної власності, дослідження операцій тощо.

Під складовою «ринок» маються на увазі люди та організації, які будуть купувати й використовувати інновації, вигоди, які споживачі можуть

очікувати від інновації, та психологічні аспекти споживання, а також методи підвищення прибутку від продажу інновацій.

Але необхідно зазначити, що в контексті запропонованої ідеї необхідно враховувати актуальну в наш час міждисциплінарну складову – соціальну відповідальність. Актуальність зокрема обґрунтовується ідеями Європейської Комісії, відповідно до яких із метою більш ефективного задоволення потреб суспільства й етичних проблем розроблено низку ініціатив щодо досліджень, розробок та інновацій [13]. Серед таких ініціатив виокремимо:

- урахування потреб суспільства та етичних аспектів у програмах фінансування досліджень;
- розробка критеріїв ранньої оцінки наукових досліджень та інновацій;
- створення процесів більшої інтеграції соціальних потреб у галузі наукових досліджень та інновацій.

У регіональному контексті результати опитування (альфа Кронбаха = 0,99) 99 керівників різних ланок підприємств машинобудівної, харчової, будівельної, ІТ та інших технічних галузей, а також сфери освіти, проведеного автором статті у 2016 році у м. Харків, свідчить про те, що відповідальність за відносною вагою та частотою згадування є найважливішою професійною якістю їх підлеглих у тій чи іншій сферах.

Глобалізовані суспільство та світ зумовлюють те, що нові технології не залишають нічого недоторканим на планеті. Саме соціально відповідальні інновації повинні розширювати набір можливих варіантів вирішення низки моральних проблем.

У проекції поєднання таких складових інноваційного процесу, як технології, імплементація та ринок, із соціальною відповідальністю (рис. 1), будемо розглядати редукцію змісту навчання інновацій у галузях технічних наук.



Рис. 1. Складові змісту навчання інновацій

Складову «технологія» можливо редукувати із застосуванням причинно-наслідкових (каузальних) мереж (карт), що представляють собою поєднання вершин, у яких представлено фізичні основи інновації, із зв'язками між ними. Наприклад (рис. 2), розробка інновації умовно ґрунтується на використанні трьох відомих фізичних явищ (А, В і С) – явища В і С викликають явище А.

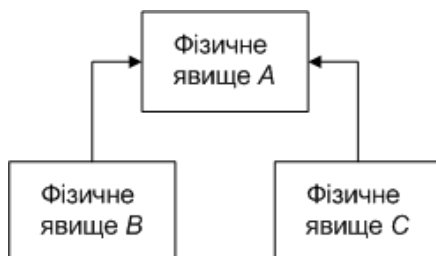


Рис. 2. Теоретична каузальна мережа фізичних основ інновації

Таким саме чином можливим є представлення формул або графіків, причому редукція змісту може відбуватися за такими напрямками:

- графічна інтерпретація впливу одних змінних на інші: явище В має більший вплив на явище А, ніж явище С (рис. 3, а);
- знехтування змінними, що не мають суттєвого впливу на величину основного фізичного явища (рис. 3, б).

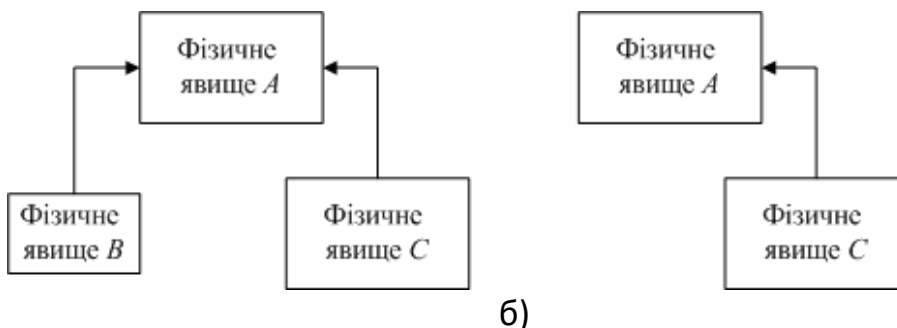


Рис. 3. Графічна редукція формул або графіків

Каузальне навчання цієї складової «технології» соціально відповідальної інновації із застосуванням зображень може супроводжуватися виділенням кольором або структурою фігури із явищем, яке може нести загрози здоров'ю чи благополуччю людини або суспільства (рис. 4), як, наприклад, застосування іонізуючого випромінювання або інших канцерогенів в інновації. Тому вже на цьому етапі можуть забезпечуватися критерії ранньої інновацій, про важливість яких говорять у Європейській Комісії.

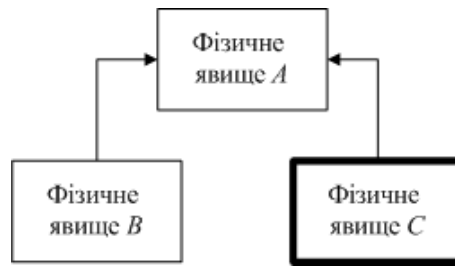


Рис. 4. Виділення чинників небезпеки інновації на каузальній мережі

Після чого студентам, відповідно до підходу [8], представляються аналогічним чином побудовані каузальні мережі складових інновації, а також поєднання фізичних основ із складовими інновації у формі тих самих каузальних мереж (рис. 5), але вже без внутрішньоблочних зв'язків, що ускладнило б розуміння студентами матеріалу. «Складові інновації» будуть включати конструктивні елементи виробів, пристроїв, споруд або операції інноваційної технології.

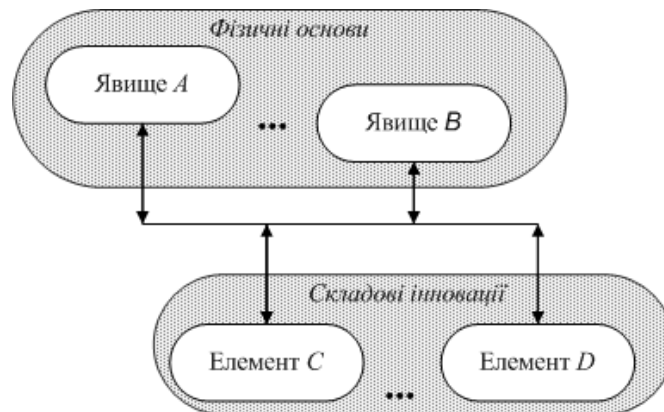


Рис. 5. Теоретична модель каузальної мережі складової «Технологія» інновації

Дидактичний ефект від застосування каузальних мереж обумовлений тим, що пам'ять людини побудована на формуванні таких зв'язків між явищами, з якими вона стикається. Розуміння причинної обумовленості було головним питанням обговорення протягом часу: від «паралелізму причин і умов» Будди, категорій причин Аристотеля та Ф. Аквінського до виділення Д. Юмом найважливішого впливу розуміння причинно-наслідкових зв'язків, яке допомагає пояснювати й пророкувати поведінку речей для керування ними, «рибної кістки», як методу структурного аналізу причинно-наслідкових зв'язків К. Ішикави та основних принципів причин-наслідків для простого інтуїтивного процесу рішення проблем. Застосовуючи причинно-наслідкове мислення, люди передбачають розвиток подій на підставі минулого досвіду.

Упровадження редукції на цьому етапі інноваційного процесу дозволяє позбавити студентів від складних для розуміння теорій, формул тощо.

Складову «імплементация» пропонується розглядати також із застосуванням каузальних мереж, які будуть включати блоки «Фізичні основи», «Складові інновації» та «Методика використання інновації», а також причинно-наслідкові зв'язки між цими блоками (рис. 6).

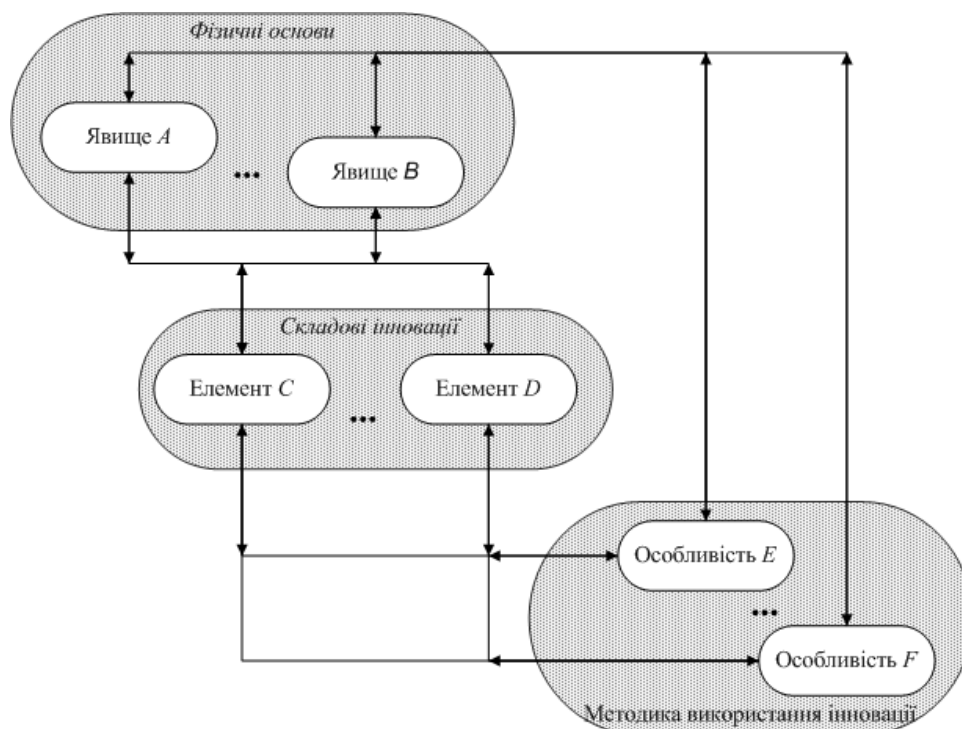


Рис. 6. Теоретична модель каузальної мережі складової «Імплементация» інновації

Специфіку блоків «Фізичні основи» та «Складові інновації» вже було розглянуто. Методика використання інновації відображає особливості імплементации інновації як із позиції розробника, так і з позиції користувача. Також цей блок може містити такі складові соціальної відповідальності, як безпечність, якість тощо, або ж поєднання моральних дилем, актуальність розв'язання яких у процесі розробки інновацій підкреслюється в сучасній науці [17]. Згідно з цими дослідженнями, встановлено, що розробники часто стикаються з проблемою морального перевантаження в намаганнях зробити світ кращим та безпечнішим за умови дотримання ефективності та технологічності інновації. Але більша кількість зобов'язань підвищує складність їх виконання, тому розуміння механізмів вирішення моральних дилем, що стосуються інновацій, є важливим для студентів.

Таким чином, відповідно до розглянутого підходу, редукуються елементи змісту, що включають форми й методи виробництва та розподілу в контексті структури галузі, захист прав інтелектуальної власності, дослідження операцій. Але додається методика використання інновації з позиції розробника та користувача із урахуванням соціальної відповідальності.

Текстова інформація, що представляється студентам до цієї частини інноваційного процесу, може бути впорядкована за формою описів винаходів, тобто містити лише формалізовані дані щодо галузі та рівня техніки, сутності інновації, відомостей щодо її реалізації та технічного результату. Така формалізація забезпечує надання студентам лише фактів з мінімалізацією фонових знань та відкиданням «води».

Крім того, вбачається можливим навчання видів моральних дилем, що супроводжують розробку та використання інновацій, відомих етичних аспектів та класифікації видів відповідальності. Розповсюдженою практикою пояснення відповідальності в контексті розробки інновації є розгляд «Проблеми вагонетки» (Ф. Фут, 1967), що відповідає такому відомому методу дидактичної редукції, як застосування аналогій.

Таким чином, у поєднанні графічних та текстових методів висвітлення розділу «імплементация» забезпечується зменшення когнітивної складності навчання інновацій майбутніх інженерів через формалізацію й системний аналіз складових.

В останній складовій інноваційного процесу здебільшого розглядають економічні та маркетингові аспекти. Цей підхід, як і взагалі доцільність його розгляду, є цілком аргументованою та важливою, адже тягар ринкової реалізації інновації найчастіше лежить на плечах її розробника.

Але в сучасному світі існує проблема невикористання запатентованих інновацій. Так, за результатами аналізу баз ДП «Укрпатент» встановлено, що в Україні станом на квітень 2016 року не використовувалися принаймні 45 % від приблизно 11000 інновацій, запатентованих у 2015 році. У 2014 році було зареєстровано близько 13772 винаходів і корисних моделей, на які було видано та офіційно зареєстровано лише 266 ліцензій. У 2015 році на 11167 винаходів і корисних моделей приходилось лише 300 офіційно зареєстровано ліцензій. Проблема невикористання інновацій підкреслюють і в ЄС [14]. За даними досліджень Bloomberg [10], не використовує значну частку зі своїх інновацій світовий лідер у галузі патентування, Японія. У США, другій країні світу за кількістю патентів, що отримуються щорічно, на кожний долар, інвестований у науково-дослідну діяльність, приходиться два патенти [15]. Тобто розробники таким чином захищають свої інновації і самі їх не комерціалізують.

Окрім невикористання запатентованих інновацій, існують і такі проблеми, як патентний тролінг, завищені ціни на запатентовані інновації й надмірне патентування в галузі медицини та біотехнологій тощо.

Інноваційний розвиток призводить до економічного зростання країн. Дієвість зазначених явищ задля економічного зростання викликає сумніви, а знання економіки та маркетингу інновацій можуть нести в собі й негативні для суспільства наслідки за прикладом розглянутих проблем.

Тому в означеному контексті, на погляд автора, необхідною є редукція змісту, що стосується навчання економіки та маркетингу, залишаючи це завдання викладачам відповідних дисциплін економічного напрямку, задля навчання студентів відповідальної поведінки на ринку інновацій. Тут, окрім ознайомлення із розглянутими показовими прикладами, можуть бути проаналізовані, зокрема, ощадливі інновації, що визначаються як реінжиніринг продуктів та послуг, пропонування якісних товарів за дуже низькими цінами людям із низьким рівнем доходів, та інші аспекти соціальної відповідальності із застосуванням знайомих студентам аналогій, регресу до ранніх історичних етапів тощо.

Таке спрямування редукції в складовій «ринку», на противагу навчанню отримання індивідуальних вигод, спрямовується на розуміння студентами окремих механізмів побудови суспільного благополуччя.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отже, редукований зміст навчання інновацій у галузях технічних наук, що пропонується, буде характеризуватися такими ознаками його формалізації:

- зміст навчання включає складові «технологія», «імплементация» та «ринку», які є підпорядкованими ідеї соціальної відповідальності розробників та користувачів інновацій;

- складова «технологія» висвітлюється через представлення причинно-наслідкових зв'язків у межах блоків «Фізичні основи» та «Складові інновації», а також зв'язків між цими блоками;

- складова «імплементация» розглядається в поєднанні каузальних мереж, що містять блоки «Фізичні основи», «Складові інновації», «Методика використання інновації» та зв'язки між вершинами цих блоків, і впорядкованою фактичною інформацією щодо специфіки імплементации інновації, зокрема в контексті соціальної відповідальності;

- складова «ринку» представляється в контексті соціально відповідальної комерціалізації розроблених інновацій.

Цю ідею спрямовано на узгодження часу, відведеного на навчання, із обсягом навчальної інформації, створення гнучкості та адаптивності змісту до постійного її оновлення, відображення специфіки предметної галузі, забезпечення поєднання рівня педагогічної майстерності викладача із прийнятною для студентів складністю пропонованих фактів, понять, відношень і структур, а також на формування соціально відповідального стилю мислення майбутніх фахівців. Розробка може застосовуватись у вищій школі під час навчання тем модулів, цілих модулів або ж самостійних профільних дисциплін з метою формування відповідних професійних компетенцій. Перспектива подальших досліджень полягає в експериментальній перевірці ефективності методики навчання інновацій майбутніх інженерів, у якій застосовується розроблений зміст.

ЛІТЕРАТУРА

1. Редукція змісту навчання технічних дисциплін : огляд європейського досвіду / Д. І. Шматков // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Збірник наукових праць. – 2015. – Вип. 48–49. – С. 160–165.
2. Система світових порогів знань для інноваційної діяльності та освіти / Р. Й. Когут, О. М. Печеник, М. Є. Тернюк, О. В. Шандиба // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Збірник наукових праць. – 2015. – Вип. 47. – С. 30–36.
3. Approaches to Teaching Biometry and Epidemiology at Two Veterinary Schools in Germany / R. Zeimet, L. Kreienbrock, M. G. Doherr // Journal of Veterinary Medical Education. – 2016. – Vol. 43. – No. 2. – URL : <http://jvme.utpjournals.press/doi/abs/10.3138/jvme.0915-152R1>.
4. Be a Mindsetter : The essential guide to inspire, influence and impact / W. Greenwald, M. Gobran, D. Roberts. – London : LID Publishing LTD, 2015. – 208 p.
5. Didaktická transformace aneb od “didaktického zjednodušení” k “didaktické rekonstrukci” / P. Knecht // Orbis scholae. – 2007. – Vol. 2, N. 1. – S. 67–81.
6. Didaktische Reduktion / G. Adolph // Lernen & Lehren. – 2010. – Nr. 97. – S. 2–3.
7. Didaktische Reduktion bedingt didaktische Komplexion / D. Pukas // Lernen & Lehren. – 2010. – Nr. 98. – S. 92–94.
8. Fitzgerald E. Inside Real Innovation : How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market and Get the Economy Moving / Eugene Fitzgerald, Andreas Wankerl, Carl J. Schramm. – World Scientific, 2011. – 233 p.
9. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik / K. Rincke // Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015. – 2016. – Band 36. – S. 5.
10. How Japan Could Tap Its Hidden Economic Potential / M. Takahashi. – URL : <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-11-16/japan-s-hidden-and-untapped-potential-to-boost-the-economy>.
11. Martin Lehner: Didaktische Reduktion / G. Bisovsky // Die Österreichische Volkshochschule. – 2013. – Nr. 247. – S. 42.
12. Nickolaus R. Didaktische Modelle und Konzepte für die Planung und Analyse beruflicher Lehr-Lernprozesse / B. Bonz // Didaktik und Methodik der Berufsbildung. – Baltmannsweiler, 2009 – S. 33–59.
13. Options for strengthening responsible research and innovation : Report of the expert group on the State of art in Europe on responsible research and innovation / van den Hoven, J. (Ed.). – Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2013. – 72 p.
14. Report of the Expert Group on Patent Aggregation / P. Giuri, D. Hirsch, K. Szepanowska-Kozłowska, H. Selhofer et al. – European Union, 2015. – 80 p.
15. Science and Engineering Indicators 2014. – URL : <https://www.nsf.gov/statistics/seind14/>
16. Tramm T., Reetz L. Berufliche Curriculumentwicklung zwischen Persönlichkeits-, Situations- und Wissenschaftsbezug / R. Nickolaus et al. (Hrsg.) / Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik. – Regensburg, Germany : Bad Heilbrunn, 2010. – S. 220–226.
17. van den Hoven J. Engineering and the Problem of Moral Overload / J. van den Hoven, G. J. Lokhorst, I. van de Poel // The Journal of Philosophy. – 2012. – Vol. 18. – Issue 1. – P. 143–155.

REFERENCES

1. Shmatkov, D. (2015). Reduktsiia zmistu navchannia tekhnichnykh dystsiplin: ohliad yevropeiskoho dosvidu [Content Reduction of the Technical Disciplines Teaching: European Experience Review]. *Problems of engineering-pedagogic education*, 48–49, 160–165.

2. Terniuk, N., Shandyba, E., Kohut, R. & Pechenik, A. (2015). Systema svitovykh porohiv znan dlia innovatsiinoi diialnosti ta osvity [System of Global Knowledge Thresholds for Innovative Activity and Education]. *Problems of engineering-pedagogic education*, 47, 30–36.
3. Zeimet, R., Kreienbrock, L., & Doherr, M. G. (2016). Approaches to Teaching Biometry and Epidemiology at Two Veterinary Schools in Germany. *Journal of Veterinary Medical Education*, 43(4), 332–343. Retrieved from: <http://jvme.utpjournals.press/doi/abs/10.3138/jvme.0915-152R1>.
4. Gobran, M., Greenwald, W., & Roberts, D. (2015). *Be a Mindsetter: The essential guide to inspire, influence and impact others*. LID Editorial.
5. Knecht, P. (2007). Didaktická transformace aneb od “didaktického zjednodušení” k “didaktické rekonstrukci”. *Orbis scholae*, 2(1), 67–81.
6. Adolph, G. (2010). Didaktische Reduktion. *Lernen & Lehren*, 97, 2–3.
7. Pukas, D. Didaktische Reduktion bedingt didaktische Komplexion. *Lernen & lehren*, 98, 92–94.
8. Fitzgerald, E., Wankerl, A., & Schramm, C. J. (2011). *Inside Real Innovation: How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market and Get the Economy Moving*. World Scientific.
9. Rincke, K. (2016). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015*, 36, 5.
10. Takahashi, M. (2016). *How Japan Could Tap Its Hidden Economic Potential*. Retrieved from: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-11-16/japan-s-hidden-and-untapped-potential-to-boost-the-economy>
11. Bisovsky, G. (2013). Martin Lehner: Didaktische Reduktion. *Die Österreichische Volkshochschule*. 247. 42.
12. Bonz, B. (2009). Didaktische Modelle und Konzepte für die Planung und Analyse beruflicher Lehr-Lernprozesse. *Didaktik und Methodik der Berufsbildung* (pp. 33-59). Hohengehren, Germany: Schneider-Verl.
13. van den Hoven, J. (Ed.). (2013). *Options for strengthening responsible research and innovation: report of the Expert Group on the State of Art in Europe on Responsible Research and Innovation*. Publications Office of the European Union.
14. Giuri, P., Hirsch, D., Szepanowska-Kozłowska, K., Selhofer, H., Temple Lang, J. & Thumm, N. (2015). *Report of the Expert Group on Patent Aggregation*. Publications Office of the European Union.
15. Science and Engineering Indicators 2014. – Retrieved from: <https://www.nsf.gov/statistics/seind14/>
16. Tramm, T., & Reetz, L. (2010). Berufliche Curriculumentwicklung zwischen Persönlichkeits-, Situations- und Wissenschaftsbezug. *Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Bad Heilbrunn*, 220–226.
17. van den Hoven, J., Lokhorst, G. J. & van de Poel, I. (2012). Engineering and the Problem of Moral Overload. *The Journal of Philosophy*, 18 (1), 143–155.

РЕЗЮМЕ

Шматков Даниил. Редукция содержания обучения инноваций в областях технических наук.

Статья посвящена теоретическому анализу актуальной проблемы разработки формализованного содержания обучения инноваций по техническим дисциплинам, обеспечивающего согласование времени, отведенного на обучение, с объемом учебной информации, характеризующегося гибкостью и адаптивностью к

постоянному обновлению и обеспечивающего сочетание уровня педагогического мастерства преподавателя с приемлемой для студентов сложностью предлагаемых фактов, понятий, отношений и структур. Предложено внедрение редуцированного содержания, объединяющего известные разработки в современных областях обучения методологии инновационного процесса, каузального обучения и обучения социальной ответственности.

Ключевые слова: инновации, социальная ответственность, технические дисциплины, содержание, обучение, дидактическая редукция.

SUMMARY

Shmatkov Daniil. Reducing the learning content about innovation in the fields of engineering sciences.

The article is devoted to theoretical analysis of actual problems of development of formalized learning content about innovation in the fields of technical disciplines, which provide coordination of teaching hours with the amount of learning information, and characterized by flexibility and adaptability to constant updates, and reflecting the specific subject area and provides a combination of teachers' teaching skills with reasonable complexity of the offered facts, concepts, relationships and structures for students. The main methods used in the study are theoretical analysis, comparison and synthesis of ideas in the development of learning content and its reduction, and theoretical modeling method of the reduced learning content about innovation in the fields of engineering sciences. The article suggests implementation of reduced content that combines modern development from known areas that include teaching of methodology of innovation process, causal learning and teaching of social responsibility in accordance with the ideas of Innovation Union. In addition to solving this problem, development is directed at the formation of socially responsible style of thinking of the future specialists. The proposed course content includes the following topics: representation of causal relationships within the blocks of information "Physical basis" and "Elements of Innovation" and relations between these blocks; combination of causal networks that contain blocks "Physical basis", "Elements of Innovation", "Methods of using innovation" and relations between the tops of the blocks, and ordered factual information about the specific implementation of the innovation, particularly in the context of social responsibility; socially responsible commercialization of innovation. The application of didactic reduction deprives students to understand the complex theory, formulas, graphs, monograms, etc. There are reduced elements of content, including forms and methods of production and distribution in the context of the structure of the industry, intellectual property rights, operations research and some economical and marketing aspects of the innovation process. Development can be used in higher school in the process of studying topics of modules, whole modules or specialized engineering courses. The prospect of further research is experimental verification of the effectiveness of teaching methods of innovation of the future engineers, where designed content is used.

Key words: innovation, social responsibility, technical discipline, content, teaching, didactic reduction.