

УДК: 387. 147: 544. 777

**М.А. БОРДЮК, Н.А. БОРДЮК,
Т.М. ШЕВЧУК**

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ФОРМУВАННІ ЗНАТЬ ПРО ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ У МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ

***Резюме.** На основі узагальнення теоретичних і експериментальних педагогічних досліджень сформована блок-схема використання інформаційно-комп'ютерних технологій при формуванні знань про полімерні матеріали у майбутніх педагогів.*

***Ключові слова:** наука про полімери, модель макромолекули, комп'ютерне моделювання, формування знань, спецкурси.*

Постановка проблеми. Розвиток інформаційного суспільства [1], стрімкі зміни у соціально-економічному житті призводять до значних змін у структурі освітніх протреб і ставить перед інформаційними технологіями, що використовуються у діяльності вищих навчальних закладів, завдання підготовки випускників з якісно новим складом особистісних параметрів, які б відповідали рівню науково-технічного розвитку [2].

Одним із напрямків застосування інформаційно-комп'ютерних технологій є наука про полімери [3], в якій такі технології використовуються для моделювання і передбачення поведінки макромолекулярних систем в полях різної фізичної природи [4].

Мета роботи полягає в тому, щоб виокремити напрямки використання інформаційно-комп'ютерних технологій при формуванні знань про полімерні матеріали у майбутніх вчителів.

Виклад основного матеріалу. В роботах [5-7] розглянуті схема знань про полімерні матеріали, навчальні дисципліни та основні види діяльності, при засвоєнні знань яких, формуються основні поняття про властивості полімерних матеріалів у майбутніх вчителів фізики. При формуванні знань про макромолекулярні системи та їх властивості використовуються інформаційно-комп'ютерні технології. Інформаційно-комп'ютерні технології виступають і як об'єкт вивчення, і як інструмент предметної й педагогічної діяльності, і як засіб методичного забезпечення навчального процесу [8].

Основним напрямком використання інформаційно-комп'ютерних технологій є засвоєння знань про полімерні матеріали студентами при вивченні курсів загальної та теоретичної фізики та спецкурсів із фізики високомолекулярних систем [5, 9]. При підготовці до лекційного курсу викладач має можливість підготувати мультимедійний супровід, з використанням ілюстративного, графічного матеріалу з вивчення фізичних властивостей макромолекулярних систем, а також запропонувати комп'ютерні моделі агрегатних, релаксаційних станів полімерів; модель макромолекули; наповнених полімерних систем; фізико-хімічних процесів, що відбуваються в таких системах під дією зовнішніх та внутрішніх чинників. Побудову математичних моделей макромолекулярних утворень та явищ в них проводиться в системі динамічних керованих систем Simulink групи інженерних і наукових розрахунків MATLAB [10, 11].

Комп'ютерне моделювання явищ і процесів у гетерогенних полімерних системах дозволяє проводити дослідження властивостей таких систем з використанням віртуальної лабораторії. Прикладами таких лабораторних робіт є:

1. візуалізація процесів поширення ультразвуку в полімерних процесах та визначення швидкості поширення поздовжньої і поперечної деформацій;
2. дослідження структурних особливостей синтетичних та біополімерів за допомогою методу ядерного магнітного резонансу;

3. візуалізація процесів взаємодії радіоактивного випромінювання з структурними елементами макромолекул та визначення проникаючої здатності полімерних матеріалів;

4. дослідження процесів введення нанонаповнювача в полімерну матрицю та визначення об'ємних характеристик полімерних наноконструктивів.

Для забезпечення самостійної роботи студентів, організації індивідуальних і групових форм навчальної роботи, здійснення контролю успішності знань, умінь і навичок студентів викладач використовує комп'ютерні технології для створення навчальних та контролюючих тестів.

Створення умов для випереджувального навчання, отримання необхідної інформації для успішного вивчення властивостей полімерних матеріалів у цих курсах, інформування про сучасні досягнення науки про макромолекулярні системи викладач та студент може отримати використовуючи інтернет-ресурси науки про полімери. Важливим елементом цього ресурсу є сайти Інтернет-видань в яких оперативно публікуються матеріали про сучасні дослідження властивостей полімерів (journals.ioffe.ru/ft/2010/05/p974; gendocs.ruIV36022; www.twilpx.com/file/296880; polymsci.ru/statik.php?moderigh; cyberleninka.ru/article/n/polimerny; <http://www.ufn.ru>; <http://www.itmo.by/ifzh.html>; old.computerra.ru;ihvs.kiev.ua/ua/polimer journal).

Інший важливий напрямок (блок) застосування інформаційно-комп'ютерних технологій, зумовлений покращенням науково-методичних засад формування знань, умінь і навичок комп'ютерного моделювання в студентів у процесі вивчення спецкурсів з фізики. Комп'ютерне моделювання є одним із ефективних методів вивчення полімерних систем і процесів, що відбуваються в них. Формування основних вмінь і навичок такого моделювання реалізується в два етапи. Перший етап передбачає вивчення спецкурсу „Математичне та комп'ютерне моделювання фізичних процесів” у 9 семестрі (магістри, спеціалісти) і є доповненням до курсів загальної і теоретичної фізики [12]. Вивчення цього спецкурсу дозволяє студентам виявити той факт, що комп'ютерні моделі простіше і зручніше досліджувати, оскільки вони дозволяють проводити обчислювальні експерименти, реальне виконання яких утруднене або може дати непередбачуваний результат. В процесі вивчення цього спецкурсу викладач має можливість показати, що логічність і формалізованість комп'ютерних моделей виявляє основні фактори, що визначають властивості об'єктів і протікання процесів, а також відгук фізичних систем на зміну їх параметрів і початкових умов. Реалізація програми цього спецкурсу дає можливість студентам отримати алгоритм комп'ютерного програмування фізичних систем і явищ, властивостей: абстрагування від конкретної природи явищ – побудова якісної моделі – побудова кількісної моделі – обчислювальний експеримент – інтерпретація результатів – співставлення результатів моделювання з поведінкою реального об'єкта – уточнення моделі. В процесі вивчення цього спецкурсу студент повинен освоїти чисельні стохастичні методи і використовувати їх для моделювання фізичних процесів і явищ.

На другому етапі, в 10 семестрі, студенти вивчають спецкурс „Математичне та комп'ютерне моделювання фізичних процесів у макромолекулярних системах”. Цей спецкурс є логічним продовженням та доповненням спецкурсів „Фізика полімерів”, „Фізика поверхневих явищ в конденсованих високомолекулярних системах”, „Полімери в електричному та магнітному полях”, „Полімерні наноконструктиви та їх використання”, „Спеціальний лабораторний практикум з фізики полімерів” [13]. В основу підбору матеріалу курсу покладений синергетичний підхід, що забезпечує можливості оперативного реагування на досягнення сучасної науки про полімери. Такий спецкурс розрахований на 72 години (лекцій – 16 годин, практичних – 12 годин, лабораторних – 14 годин, самостійна робота – 30 годин). Пропонується така програма спецкурсу.

Програма курсу.

Тема 1. Моделювання макромолекули.

Моделі макромолекул. Решіткові і континуальні моделі окремо взятого полімерного ланцюга. Статистичні і динамічні алгоритми. Врахування внутрішньоструктурних і міжмолекулярних зв'язків у макромолекулі в моделі молекулярної динаміки. Алгоритми для врахування пружних і абсолютно жорстких зв'язків. Повторююча ланка макромолекули, як набір ангармонічних осциляторів. Дисперсійні сили, диполь-дипольний зв'язок. Комп'ютерне моделювання розбавлених полімерних розчинів методом Монте-Карло. Статистичні і динамічні методи Монте-Карло для полімерів. Застосування мультіканонічного методу для моделі Ізінга.

Тема 2. Використання методу молекулярної динаміки для моделювання реальних полімерних систем.

Комп'ютерне моделювання систем багатьох макромолекул методом Монте-Карло. Фізичні величини, які визначаються з комп'ютерного експерименту при моделюванні статистичних і динамічних властивостей полімерних систем. Методи пришвидшеної збіжності. Наповнені полімери та їх моделі. Межові та перехідні шари. Використання методу Монте-Карло для визначення параметрів наповнених полімерів. Гібридна самоузгоджена схема MC/RISM для комп'ютерного моделювання полімерних систем.

Тема 3. Моделювання процесів структуроутворення полімерів на основі фрактального підходу.

Фрактальні розмірності. Фрактальна розмірність випадкового блукання і її зв'язок з індексом провідності. Перколяції. Поріг перколяції. Маркування кластерів. Критичні показники і кінцеве масштабування. Фрактальні властивості перколяційних кластерів. Полімери як фрактальні об'єкти. Критичні індекси для полімерів. Регулярні фрактали і самоподібність. Процеси росту фракталів.

Тема 4. Комп'ютерне моделювання фазових переходів у полімерних системах.

Моделі ланцюга з флуктуючою довжиною зв'язку. Моделювання в розширеному ансамблі в чотирьохмірному просторі. Алгоритм Ванга-Ландау. Комп'ютерне моделювання напіврозведених і концентрованих розчинів гнучколанцюгових і жорстколанцюгових макромолекул. Фазові діаграми. Застосування методу кінцевомірного масштабування для вивчення фазових переходів з допомогою комп'ютерного експерименту. Метод аналізу гістограм для вивчення фазових переходів.

Тема 5. Комп'ютерне моделювання процесів структуроутворення в полімерних наноконструкціях.

Наночастинки та нанореактори. Типи нанорозмірних частинок. Макромолекули в порах і середовищах з замороженим безпорядком. Агрегація частинок. Атомні і молекулярні рівняння замикавання. Формування наноструктур в полімерах. Кластерна модель аморфних полімерів та оцінки її параметрів. Формування наноструктурних елементів і нанореакторів у полімерах при їх синтезі. Нанорозмірні наповнювачі та моделювання їх впливу на процеси структуроутворення в полімерних композиціях. Фуллереновмісні полімери. Молекулярний дизайн наноконтейнерів на основі вуглецевих нанотрубок. Самоузгоджена схема MC/RISM для комп'ютерного моделювання полімерних наноконструкцій.

Тема 6. Моделювання процесів деформації і термомеханічної поведінки полімерних систем.

Моделі і алгоритми моделювання деформації в полімерах. Одновісна деформація. Молекулярно-динамічне моделювання термомеханічної поведінки полімерних систем. Коефіцієнт температурного розширення. Розрахунки компонентів тензора пружності. Обчислення модулів пружності. В'язкопластична модель великих деформацій. Еволюція структури полімеру. Моделювання деформації полімерів на основі співвідношень та моделей механіки суцільного середовища.

Тема 7. Комп'ютерне моделювання процесів перенесення маси, енергії, заряду в полімерних системах.

Процеси дифузії, теплопереносу, електропровідності в полімерних системах. Рівняння перенесення. Провідність композиційного матеріалу. Випадкові сітки опорів. Перколяції. Поріг перколяції. Молекулярна динаміка і дифузія в полімерах. Дисипативні властивості і дифузія структурних елементів макромолекул. Солітонні збудження в полімерних системах. Акустичні солітони в макромолекулах різних конформацій. Солітонні збудження в полімерних нанокompозитах. Топологічні солітони в квазіоднорічному полімерному кристалі.

Тема 8. Комп'ютерний синтез лінійних і сітчастих полімерів з заданими властивостями.

Прогнозування властивостей полімерів на основі їх модельного уявлення. Вплив хімічного складу на властивості полімерів. Енергія внутрішньо- і міжмолекулярної взаємодії в полімерах, способи її зміни, моделювання. Оцінка складу мікрофаз при мікрофазовому розшаруванні. Задання параметрів синтезу лінійних і сітчастих полімерів. Алгоритм росту лінійних макромолекул і утворення сітки. Вибір мономерних ланок. Врахування зовнішніх факторів у комп'ютерному синтезі полімерів.

Базовою літературою, для читання такого курсу є посібники і монографія [4; 14-16].

Третій блок, що передбачає застосування інформаційно-комп'ютерних технологій є науково-дослідна робота студентів, написання курсових, бакалаврських, дипломних, магістерських робіт, гурткова робота. Дієвою формою висвітлення наукових досягнень студентів, їх роботи в науково-дослідних гуртках є участь в інтернет-конференціях з проблем науки про полімери. Матеріали з дослідження властивостей полімерних систем студент може зареєструвати на таких сайтах: [www.icp.ac.ru/V - mire-nauki/konferencii/russia](http://www.icp.ac.ru/V-mire-nauki/konferencii/russia); www.med-confer.com/node/1140; <http://kargin.msu.ru>; www.paxgrid.ru/conference/?c=biotech_2013; <http://polymer.isc-ras.ru>; www.paxgrind.ru/conference/?c=physchem_2013; vms_2013@ukr.net; butlerov.com/readings/.

Узагальнюючи результати дослідження використання інформаційно-комп'ютерних технологій при формуванні знань про полімерні матеріали у майбутніх вчителів фізики можна запропонувати таку блок-схему (див. рис. 1).

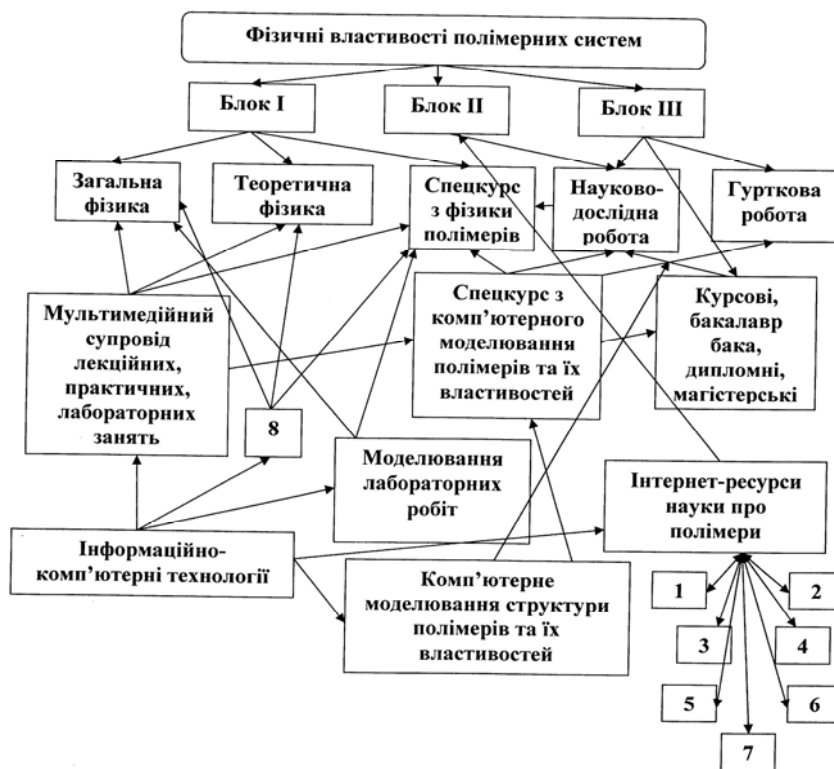


Рис. 1. Блок-схема використання інформаційно-комп'ютерних технологій

Умовні позначення до рис.1 (сайти енциклопедично-інформаційного спрямування з фізико-хімії полімерів):

- 1 – сайти теоретичного та експериментального матеріалів науки про полімери;
- 2 – сайти сучасних досліджень та публікацій науки про полімери;
- 3 – web-сайти кафедр вищих навчальних закладів на яких вивчаються полімери;
- 4 – сайти літератури науки про полімери;
- 5 – сайти створення підручників з фізико-хімії полімерів;
- 6 – сайти Інтернет-конференцій з науки про полімери;
- 7 – комп'ютерні програми для створення навчальних, розвиваючих, контролюючих тестів з фізики полімерів.

Висновки. Впровадження в навчальний процес інформаційно-комп'ютерних технологій при формуванні знань про полімерні матеріали у майбутніх вчителів фізики дає можливість студентам використовувати ймовірнісне мислення і гібридний інтелект як адаптивну систему інформаційної взаємодії; застосовувати методи комп'ютерного моделювання для моделей явищ і процесів, що відбуваються в макромолекулярних системах і прогнозувати їх властивості та області застосування в практичній діяльності людини; використовувати набуті знання, уміння і навички в своїй професійній діяльності як педагога.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бебик В.М. Глобальне інформаційне суспільство: поняття, структура, комунікації /В.М.Бебик //Інформація і право. – 2011. – №1(1). – С.41-49.
2. Володін П.В. Науково-технічний прогрес як об'єкт соціально-філософського дискурсу /П.В.Володін //Гуманітарний вісник ЗДІ.А – 2013. – №52. – С.115-124.
3. Гросберг А.Ю. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики /А.Ю.Гросберг, А.Р.Хохлов. – М.: Интеллект, 2010. – 304с.
4. Иванов В.А. Методы компьютерного моделирования для исследования полимеров и биополимеров /В.А.Иванов, А.Л.Рабинович, А.Р. Хохлов (ред.). – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 585 с.
5. Бордюк М. Вивчення властивостей полімерних матеріалів у курсі фізики педагогічних ВНЗ /М.Бордюк //Фізика та астрономія в школі. – 2009. – №1(70) – С.45-48.
6. Бордюк М.А. Формування знань про полімерні матеріали у майбутніх вчителів фізики /М.А.Бордюк //Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2012. – Вип.32. – С.33-38.
7. Бордюк М.А. Основні напрямки формування знань про полімерні матеріали у майбутніх педагогів /М.А.Бордюк, Т.М.Шевчук, Н.А.Бордюк //Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: науковий збірник: наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. – 2012. – Випуск 3(46). – С.136-141.
8. Мартинюк М.Т. ІКТ як засіб формування професійної компетентності майбутнього учителя /М.Т.Мартинюк, Н.М.Стеценко //Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – 2008. – Ч. 3. – С.225-229.
9. Бордюк М. Теоретичні основи і науково-методичні засади вивчення властивостей полімерних матеріалів у спецкурсах із фізики вищої школи /М.Бордюк //Нова педагогічна думка. – 2008. – №3. – С.69-75.
10. Дьяконов В.П. МАТЛАВ 6/6.1/6.5+ Simulink 4/5. Основы применения /В.П.Дьяконов – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 768с.
11. Бордюк М.А. Модельні представлення макромолекули в спецкурсах „Фізика полімерів” вищих педагогічних закладів /М.А.Бордюк, В.А.Мащенко //Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – 2008. – Ч. 3. – С.29-35.
12. Мащенко В. Технології формування вмінь і навичок комп'ютерного моделювання в

- студентів галузі знань „0402 фізико-математичні науки” в процесі вивчення спецкурсів /В.Мащенко, М.Бордюк //Нова педагогічна думка. – 2009. – №1. – С.37-41.
13. Бордюк М.А. Спецкурси з фізики полімерів. Програми навчальних дисциплін (за вимогами кредитно-трансферної системи) галузі знань 0402 “Фізико-математичні науки” для спеціальності: 6.040203;7.04020301; 8.04020301 – фізика /М.А.Бордюк, Т.М.Шевчук. – Рівне: РДГУ, 2012. – 164с.
 14. Аскадский А.А. Компьютерное материаловедение полимеров. Т.1. Атомно-молекулярный уровень /А.А.Аскадский, В.И.Кондращенко. – М.: Научный мир, 1999. – 554с.
 15. Биндер К. Моделирование методом Монте-Карло в статистической физике /К.Биндер, Д.Хеерман. – Москва: Наука, 1995. – 144с.
 16. Поршнева С.В. Моделирование микроканонического ансамбля методом Монте-Карло в пакете MATLAB [Электронный ресурс] /С.В.Поршнева – Режим доступа: www.txponenta.ru/educat/systemat/porshnev/izing_model/main.asp. – Назва з екрану.

Н.А. БОРДЮК, Н.А. БОРДЮК, Т.Н. БОРДЮК. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗНАНИЙ О ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ В БУДУЩИХ ПЕДАГОГАХ

Резюме. Обобщение теоретических и экспериментальных педагогических исследований по изучению формирования знаний о полимерах в будущих учителей физики дало возможность создать блок-схему использования в этом процессе информационно-компьютерных технологий.

Ключевые слова: наука о полимерах, модель макромолекулы, компьютерное моделирование, формирование знаний, спецкурсы.

M.A. BORDYUK, N.A. BORDYUK, T.M. SHEVCHUK. MAIN AREAS OF INFORMATION AND COMPUTER TECHNOLOGY IN THE FORMATION OF KNOWLEDGE ABOUT POLYMER MATERIALS FOR FUTURE TEACHERS

The summary. Generalization of theoretical and experimental research on the pedagogical knowledge formation of polymers in future physics teachers made it possible to create a block diagram used in the process of information and computer technologies.

Key words: the science of polymers, the model of a macromolecule, computer modeling, creation of knowledge, special courses.

Одержано редакцією 22.03.2013 р.