

УДК [53.54 - 126]: 378.147

UDC [53.54 - 126]: 378.147

**СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ФОРМИРОВАНИЯ
ЗНАНИЙ О ПОЛИМЕРАХ
В ПРОЦЕССЕ НЕПРЕРЫВНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ
И УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ****SYNERGETIC MODEL
OF FORMING THE KNOWLEDGE
ABOUT POLYMERS IN THE PROCESS
OF SUSTAINABLE EDUCATION
OF STUDENTS AND TEACHERS
OF PHYSICS****Н. А. Бордюк,***кандидат физико-математических наук, доцент, Ровенская медицинская академия (Украина);***Т. Н. Шевчук,***кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Ровенского государственного гуманитарного университета (Украина);***В. Н. Бордюк,***кандидат педагогических наук, доцент кафедры документальных коммуникаций библиотечного дела Ровенского государственного гуманитарного университета (Украина)***N. Bordyuk,***PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Rivne Medical Academy (Ukraine);***T. Shevchuk,***PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Department of Physics, Rivne State Humanitarian University (Ukraine),***V. Bordyuk,***PhD in Pedagogics, Associate Professor of the Department of Documentary Communications and Library Science, Rivne State Humanitarian University (Ukraine)*

Поступила в редакцию 1.10.20.

Received on 1.10.20.

Предлагается синергетическая модель формирования знаний о полимерах в процессе непрерывного образования студентов и учителей физики.

Ключевые слова: полимер, синергетика, модель, физика, студент, учитель, знания, образования, система.

The article offers a synergetic model of forming the knowledge about polymers in the process of sustainable education of students and teachers of physics.

Keywords: polymer, synergetic, model, physics, student, teacher, knowledge, education, system.

Введение. Развитие фундаментальной науки в наше время дает возможность использования ее теории и принципов в сфере государственного управления и учета, приводит к сокращению доли живого труда в непосредственном производстве продукции и рост факторов, связанных с определенным уровнем развития и степенью реализации научно-технических достижений. Теоретические положения фундаментальной науки, ее подходы и методология исследований используются в образовании, главные задачи которого заключаются в формировании личности, способной к адаптации, саморазвитию, самореализации, самоанализу, самообразованию, осознанию принципа «я не знаю – я хочу знать», ориентации и сотрудничеству в информационно-технологическом и социокультурном мировом пространстве XXI века. С точки зрения теории

систему образования можно рассматривать как диссипативную структуру с нелинейными процессами в ней. С одной стороны, образование и учебный процесс (их цель, содержание, задачи) четко определены образовательными стандартами, а с другой – образование до сих пор остается почти догматическим, узкоориентированным, не способным быстро реагировать на изменения в современном мире, играет роль простого ретранслятора информации и знаний, содержание которых почти не меняется со временем. Поиск инновационных решений и новых образовательных моделей, которые могли бы решить эти проблемы, продолжается. Сегодня формирование новых стратегий образовательного пространства многие ученые видят в поле синергетики – науки, которая анализирует процессы динамики, взаимодействия и самоорганизации открытых

структур. При таком подходе учебный процесс и систему формирования профессиональной компетентности учителей можно считать синергетическими, что требует теоретических и экспериментальных исследований [1].

Данные исследования в теории и практике образования определяют перспективные направления теоретического переосмысления профессиональной подготовки будущих учителей физики, базируются на накопленном весомом опыте в области физики как фундаментальной науки и подготовке специалистов для среднего и высшего образования в этой сфере. Для осуществления подготовки учителей физики в высших педагогических учебных заведениях необходимо создать условия сочетания процессов обучения, профессиональных практик и научно-исследовательской работы. Такая система формирования теоретической и практической профессиональной компетентности требует междисциплинарных подходов – синергетических.

Основная часть. Синергетические принципы исследований в различных сферах жизнедеятельности человека возникли на границе работы мировых научных школ. Это научная школа немецкого физика Г. Хакена (генерация лазеров, самоорганизация, иерархия неустойчивости), австрийского биолога К. Л. фон Бергаланфи (общая теория систем), брюссельская школа И. Пригожина (диссипативные структуры, самоорганизация в физико-химических процессах) [24], школы Р. Тома, А. Арнольда, Т. Рене, Г. Уитни (теория катастроф), чилийской школы В. Матурана и Ф. Верелла (теория аутопоэзиса живых систем), школа Б. П. Белоусова, А. М. Жаботинского (основа биоритмов живого), научной школы А. А. Самарского, С. П. Курдюмова (теория самоорганизации в вычислительном эксперименте), биофизической школы М. В. Волькенштейна и Д. С. Чернявского (жизнь с точки зрения физики), теории фракталов Б. Мальдеброта Синергетические подходы и модели в своих нынешних исследованиях используют зарубежные и украинские ученые, в частности: П. Гленсдорф, Г. Николис (термодинамика неравновесных систем), Б. Б. Кадомцев (динамика и информация), С. П. Капица (теория роста населения), С. Ф. Френкель, И. М. Цыгельний, Б. С. Колупаев (молекулярная кибернетика), Ю. Л. Климонтович (теория турбулентности), В. В. Галавнин (синергетика и гравитация), А. С. Баланкин, В. С. Иванова (синергетика, фракталы в материаловедении), Ю. Головач, А. Олемской, К. фон Фербер, В. Пальчиков (синергетика и сетевые системы, эволюция языка), Д. А. Хар-

ченко, И. А. Князь (синергетика системы дефектов), Л. М. Зеленый, А. В. Милованов (фрактальная топология и странная кинетика), М. Б. Менский (концепция сознания в контексте квантовой механики), Ч. Пул, Ф. Оуэнс (нанотехнологии), В. Ведрал, М. Пленио, Э. Стин, Т. Крохмальский (квантовый компьютер). В физике полимеров также используются синергетические закономерности при анализе процессов структурообразования и свойств высокомолекулярных систем. Это находит отражение в трудах Ю. С. Липатова, В. Козлова, В. У. Новикова, А. К. Микитаева (кластерная модель, фрактальность полимеров), В. В. Новикова (синергетика полимеров), Н. Шенга, К. Уини, А. В. Елецкого, Д. Пауля, Л. Робенсон, И. Парка (полимерные нанокомпозиты), Ю. Г. Яновского, Ю. Н. Карнет (механические свойства полимерных композитов), Н. А. Бордюка, Б. С. Колупаева (фрактальная совместимость полимеров, фрактальность полимерных ауксетиков), А. И. Олемского (неравновесные стохастические системы в неупорядоченных гетерополимерах), А. Мюллера, С. Роя (строительные блоки полимерных структур) и др.

Синергетическая методология является ведущей в научных исследованиях в области гуманитарных и экономических наук, о чем свидетельствуют работы Д. Глейна, М. Хакен-Креля, И. Стенгреса, И. А. Евина, В. Б. Занга, М. А. Басина, Р. Баранцева, Л. И. Маневича, В. Г. Буданова, С. П. Курдюмова, Е. П. Князевой, Г. Г. Маленецкого, А. П. Назеретяна [5].

При изучении особенностей структурной организации и свойств макромолекулярных систем в курсе общей физики вузов педагогического направления предлагается использование модельных представлений полимеров и процессов, происходящих в них [6]. В частности, модели макромолекул (свободно-сочлененная цепь, персистентная модель с изотропной гибкостью, модель последовательных жестких стержней, спиральные макромолекулы, гауссова цепь), механизмы гибкости, моделирования внутренне- и межмолекулярного взаимодействия в полимерной цепи и колебательного спектра структурных элементов макромолекул; модель фона для макромолекулы и механизмы переноса механической и тепловой энергии и др.

В учебной работе со студентами, при формировании знаний о полимерных материалах, преподаватель использует иллюстративные виды наглядности и демонстрации в динамическом режиме процессов и

явлений. С этой целью можно использовать материалы интернет-ресурсов, а именно «Полимеры. Пластические массы», «Умные полимеры», «Полимеры будущего», «Полимеры в контексте нано» и др. ([youtube.com.ua/tag/полимеры/1-14](https://www.youtube.com.ua/tag/полимеры/1-14)).

Изучение студентами специальности «Физика» курса «Теоретическая физика» дает возможность раскрывать вопрос макромолекулы, высокомолекулярных соединений, полимерных нанокомпозитов и их свойств при рассмотрении таких тем: а) «Колебательные и вращательные движения молекулы», «Нормальные координаты», «Распространение звука в твердых телах», «Сжатие. Коэффициент Пуассона» (раздел «Классическая механика»); б) «Модель сплошной среды», «Теория локального поля» (раздел «Классическая электродинамика»); в) «Излучение и фотоэффект» (раздел «Квантовая физика»); г) «Термодинамические свойства твердых тел», «Неравновесная термодинамика», «Диффузия, теплопроводность», «Метод Гиббса» (раздел «Термодинамика и статистическая физика»).

Формирование знаний о полимерных материалах у будущих учителей физики способствует совершенствованию фундаментальной подготовки педагогов общеобразовательных учебных заведений. Такая подготовка требует в учебном процессе как от преподавателя, так и от студента единого видения целостной структуры науки о полимерах, а также ее место и роль в системе фундаментальных и прикладных наук. Изучение свойств макромолекулярных систем в курсе общей и теоретической физики предполагает сотрудничество преподавателя и студента в научном и методическом направлениях.

Для студентов физических специальностей педагогических университетов эффективным способом формирования знаний по физике, химии синтетических и биополимеров является проведение выборочных (спецкурсов, спецсеминаров) курсов [7]. Целью введения таких видов занятий является раскрытие значения науки о полимерах в жизнедеятельности человечества, изучения и исследования новых направлений теоретического и экспериментального описания структурообразований и свойств синтетических макромолекулярных систем и биополимеров; расширение научного мировоззрения студентов при теоретическом и экспериментальном изучении свойств полимеров и формирования методических возможностей и направлений использования усвоенного материала при преподавании физики в

общеобразовательной школе, высшем учебном заведении.

Рассматривая образование как диссипативную структуру с нелинейными процессами в ней, предполагается привлечение студентов высших учебных заведений к фундаментальным исследованиям, которые проводятся по программам научно-исследовательской работы вуза, региона, страны. Одним из перспективных направлений является исследование свойств полимерных материалов. Обусловлено это тем, что особенности современного этапа развития науки о полимерах заключаются в активных исследованиях структуры и динамики сложных полимерных систем, позволяет построить концептуальную модель макромолекулярных систем [7, 8].

Реализация таких задач предусматривает включение вопросов физики полимеров в фундаментальную и профессиональную подготовку будущих учителей физики общеобразовательных учебных заведений. Такая подготовка требует в учебном процессе от преподавателя единого видения целостной структуры науки о полимерах, а также ее место и роль в системе фундаментальных и прикладных наук. Управление фундаментальными исследованиями в области науки о полимерах студентами обеспечивается синергетическими подходами.

Непрерывность формирования знаний о полимерных материалах обусловлена самообразованием и повышением квалификации учителей физики, которая сочетает очные и дистанционные формы обучения. Такой подход предполагает интеграцию информационных и педагогических технологий, обеспечивает интерактивность взаимодействия субъектов обучения и высокую производительность учебного процесса. В систему самообразования учителей физики, по вопросам физики полимеров и ее изучения в курсе физики общеобразовательной школы, предлагается включить литературные источники [8, 9] и интернет-ресурсы.

Система формирования знаний о высокомолекулярных соединениях и их физических свойствах у учителей физики сочетает следующие компоненты: непрерывную профессиональную подготовку, последиplomное (повышение квалификации) образование и самообразование, научно-исследовательскую работу и руководство научной деятельностью учащихся по исследованию свойств полимеров. Такая система является открытой и связанной с внешней средой, которая создается информационным пространством, открытиями и достижениями в

области физики макромолекулярных систем в фундаментальной и прикладной науке.

В таких условиях формирование знаний, практических умений и навыков, творческих способностей и творческой активности обеспечивает основательную подготовку будущего специалиста и способствует его творческой работе. В соответствии с этим учитель физики работает и учится по принципу «образование в течение жизни». Такой подход обеспечивает синергетичность знаний, возможность их коррекции с учетом современных достижений науки и техники.

Повышение квалификации учителей физики осуществляется по модульному принципу, поэтому учебная информация о свойствах полимерных материалов и возможности их изучения в курсе физики общеобразовательной школы может быть включена в профессиональную подготовку. В частности, в профессиональную подготовку предлагается включить курс «Современное состояние науки о полимерах и перспективы ее развития». В программе такого курса предполагается рассмотрение четырех модулей.

Модуль 1. Фундаментальные проблемы науки о полимерах.

Модуль 2. Молекулярная кибернетика и бионика.

Модуль 3. Технологические принципы и актуальные проблемы полимерного материаловедения.

Модуль 4. Перспективы развития науки о полимерах.

Такая структурированность материала этого курса дает возможность учителям физики ознакомиться с фундаментальными подходами исследования и изучением макромолекулярных систем, их технологическими применениями (полимеры в жизнедеятельности человечества), а также перспективами исследований и использования (молекулярные компьютеры, искусственный интеллект, нанотехнологии в медицине). В профессиональной подготовке учителей физики предлагается спецкурс «Факультативные курсы по физике полимеров в общеобразовательной школе».

Открытость, нелинейность, неустойчивость системы непрерывного образования учителей физики в процессе формирования комплекса знаний о полимерах и их свойствах предполагает использование синергетической модели (рисунок).

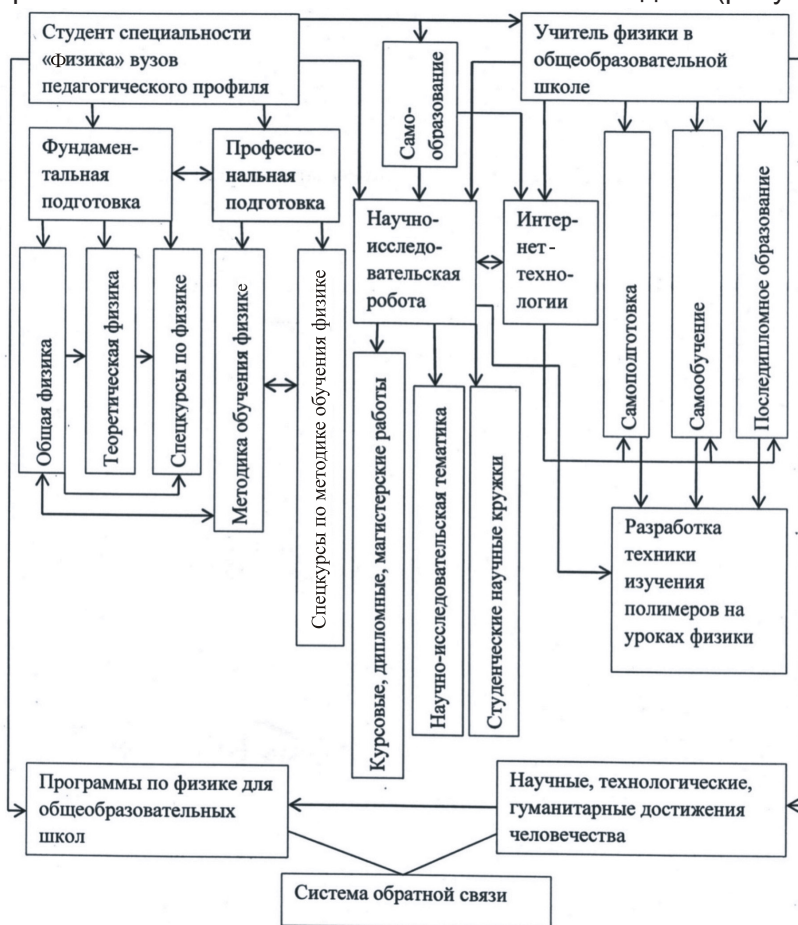


Рисунок 1 – Синергетическая модель процесса непрерывного образования при формировании знаний о макромолекулярных системах

Выводы. Синергетичность системы формирования знаний о структурной организации и свойствах макромолекулярных систем у студентов и учителей физики и диссипативные процессы в ней обеспечивают высокий научно-методический уровень изучения и преподавания этого материала в курсе физики вуза и общеобразовательной школы,

внедрения в практику деятельности учебных заведений спецкурсов и факультативных курсов по физике полимеров, организацию и проведение научно-исследовательской работы студентов и учащихся по изучению свойств и технологического применения полимерных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершунский, Б. С. Философия образования для XXI века (в поисках практико-ориентированных образовательных концепций) / Б. С. Гершунский. – Москва : «ИнтерДиалект+», 1997. – 697 с.
2. Пригожин, И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – Москва : Прогресс, 1986. – 432 с.
3. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. – Москва : Мир, 1980. – 405 с.
4. Джеймс Глейк. Хаос. Создание новой науки / Джеймс Глейк. – СПб. : Амфора, 2001 – 398 с.
5. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии / Г. Хакен – Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2003. – 320 с.
6. Шевчук, Т. Н. Формирования знаний о макромолекулярных системах у будущих учителей физики при изучении курса «Физика полимеров»/ Т. Н. Шевчук, Н. А. Бордюк // Весті БДПУ. Серія 3. – 2018. – № 4 (98). – С. 32–36.
7. Бордюк, М. А. Фізика полімерів. Спеціальний курс. Практикум. Програма: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М. А. Бордюк, Т. М. Шевчук, Б. С. Колупаєв. – Рівне: видавець О. Зень, 2014. – 264 с.
8. Бордюк, М. А. Фізика полімерів. Спеціальний курс. Лекція: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М. А. Бордюк, Т. М. Шевчук, Б. С. Колупаєв. – Рівне : видавець О. Зень, 2014. – 484 с.
9. Гросберг, А. Ю. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов. – Москва : Интеллект, 2010. – 304 с.

REFERENCES

1. Gershunskiy, B. S. Filosofiya obrazovaniya dlya XXI veka (v poiskakh praktiko-orientirovannykh obrazovatel'nykh kontseptsiy) / B. S. Gershunskiy. – Moskva : «InterDialekt+», 1997. – 697 s.
2. Prigozhin, I. Poryadok iz khaosa: Novyy dialog cheloveka s prirodoy / I. Prigozhin, I. Stengers. – Moskva : Progress, 1986. – 432 s.
3. Khaken G. Sinergetika / G. Khaken. – Moskva : Mir, 1980. – 405 s.
4. Dzheymys Gleyk. Khaos. Sozdaniye novoy nauki / Dzheymys Gleyk – SPb. : Amfora, 2001 – 398 s.
5. Khaken G. Tayny prirody. Sinergetika: ucheniye o vzaimodeystvii / G. Khaken – Moskva-Izhevsk : Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2003. – 320 s.
6. Shevchuk T.N. Formirovaniya znaniy o makromolekulyarnykh sistemakh u budushchikh uchiteley fiziki pri izuchenii kursa «Fizika polimerov»/ T. N. Shevchuk, N.A. Boryduk // Vests BDPU.Seryya 3. – 2018. – № 4 (98). – S. 32–36.
7. Boryduk, M. A. Fyzyka polimeriv. Spetsialinyy kurs. Praktykum. Prohramy: Navchalinyy posibnyk dlya studentiv vyshchyykh navchalinykh zakladiv / M. A. Boryduk, T. M. Shevchuk, B. S. Kolupayev. – Rivne: vydavets O. Zen, 2014. – 264 s.
8. Boryduk, M. A. Fyzyka polimeriv. Spetsialinyy kurs. Lektsiya: Navchalinyy posibnyk dlya studentiv vyshchyykh navchalinykh zakladiv / M. A. Boryduk, T. M. Shevchuk, B. S. Kolupayev. – Rivne : vydavets O. Zen, 2014. – 484 s.
9. Grosberg, A. Yu. Polimery i biopolimery s tochki zreniya fiziki / A. Yu. Grosberg, A. R. Khokhlov. – Moskva : Intelekt, 2010. – 304 s.