

---

---

# МЕТОДИКА И СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

## METHODS AND MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

---

---

УДК 378.147

### АНАЛИЗ ПАТЕНТОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

*М. В. ШИШОНОК*<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Представлен авторский опыт создания и внедрения в учебный процесс аналитических обзоров современных патентов. Обоснованы актуальность и результативность включения данных обзоров в учебные книги, лекции и творческие задания в рамках контролируемой самостоятельной работы студентов. Предложено создание образовательного продукта в форме базы знаний.

**Ключевые слова:** поисковые творческие задания; химия; полимеры; патент; обзор; анимация; база знаний.

### ANALYSIS OF PATENTS IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCE DISCIPLINES

*M. V. SHISHONOK*<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Belarusian State University, 4 Niezaliezhnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

The author's experience of creating and implementing analytical reviews of modern patents into the educational process is presented. The actuality and effectiveness of including reviews in educational books, lectures, and creative assignments within the framework of controlled independent work of students are substantiated. It is proposed to create an educational product in the form of a knowledge base.

**Keywords:** search creative tasks; chemistry; polymers; patent; review; animation; knowledge base.

---

#### Образец цитирования:

Шишонок МВ. Анализ патентов в преподавании естественно-научных дисциплин. *Университетский педагогический журнал*. 2023;2:18–25.  
EDN: GDKSTJ

#### For citation:

Shishonok MV. Analysis of patents in the teaching of natural science disciplines. *University Pedagogical Journal*. 2023;2:18–25. Russian.  
EDN: GDKSTJ

---

#### Автор:

*Маргарита Валентиновна Шишонок* – кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета.

#### Author:

*Margarita V. Shishonok*, PhD (chemistry), docent; associate professor at the department of high-molecular compounds, chemical faculty.  
999250@gmail.com

## Введение

Многолетний опыт научных исследований в области химии полимеров и опыт преподавателя-практика показали плодотворность привлечения в учебный процесс современных патентов – научно-технических разработок, а также позволили создать авторский прием (анализ патентов), который был внедрен в обучение. Результаты внедрения воплотились в новой форме подачи учебного материала в учебниках и на лекциях, а также в новом варианте контролируемой самостоятельной работы.

Дисциплины, посвященные химии, физике и технологии полимеров, являются востребованными для обучения студентов и магистрантов по ряду специальностей. Большинство химиков, инженеров и технологов имеют прямое отношение к полимерам, составляющим основу материаловедения, электроники, био- и нанотехнологий. Полимерные материалы необходимы практически во всех отраслях науки и промышленности, например в стройиндустрии, машиностроении, авиакосмической технике, сельском хозяйстве, фармацевтике, медицине, косметологии и робототехнике. Наука о полимерах и их технология развиваются стремительно, что обуславливает необходимость разработки современных учебных пособий и форм организации учебных занятий. Новые достижения сначала публикуются в патентах.

Цель настоящей публикации – представление авторского опыта разработки оригинальных аналитических обзоров патентов и внедрения их в учебный процесс как примеров использования фундаментальных научных закономерностей в современных технологиях.

Актуальность привлечения патентов к изложению учебного материала обусловлена новизной содержащейся в них информации. Патент – документ, удостоверяющий официальное признание научно-технического решения изобретением и право изобретателя на него. Патенты содержат до 90 % новой информации, и только 10 % этих сведений публикуются в иной литературе значительно позже. Патент представляет собой сравнительно сложный документ, включающий так называемую формулу изобретения, описание изобретения, примеры воплощения. Обычно патенты не раскрывают или раскрывают не полностью суть нового изобретения (ноу-хау) и редко содержат явное указание на законы, явления, а также химические реакции, посредством которых достигнут успех в решении конкретной проблемы.

Смысл анализа патента состоит в том, чтобы найти законы, явления и реакции, обусловившие решение проблемы. Таким образом, аналитический процесс представляет собой поисковую творческую работу.

## Обзоры патентов как часть учебника

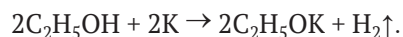
В учебных пособиях<sup>1</sup> представлены авторские аналитические обзоры патентов. Выявленные в патентах научные закономерности, которые обеспечили успех в решении определенной задачи, позволяют читателю (учащемуся) оценить практическую значимость фундаментальных дисциплин и современных разработок, а также их связь. Описания научно-технических решений обязательно включают в себя соответствующие уравнения химических реакций, поясняющий текст и оригинальные авторские рисунки, созданные по принципу «одна картинка стоит многих тысяч слов».

Ниже приведен пример такого описания (см.: глава «Полимерные наноматериалы» (рубрика «Научно-техническое решение») в книге<sup>2</sup>).

**Научно-техническое решение.** Деформация соединений включения обеспечивает получение нанорулонов.

**Проблемная ситуация.** Для получения нанoeлектронных компонентов необходимы наноструктурированные материалы, в том числе нанорулоны.

**Решение проблемы.** Для получения нанорулонов предложено использовать ультразвуковое облучение соединений включения графита [1]. Графит условно относят к полимерам со слоистой структурой (рис. 1). Расстояние между слоями составляет 3,35 Å. Углеродные слои связаны сравнительно слабыми силами межмолекулярного взаимодействия. Соответственно, в межслоевое пространство графита способны проникать ионы, атомы и молекулы, образуя соединения включения. Подобный процесс называют интеркаляцией (англ. *intercalation* – включение) (рис. 2). Движущей силой интеркаляции является диффузия. При 200 °С в вакууме графит образует соединение включения с калием (рис. 3). Соединение включения контактирует с этанолом (рис. 4). В результате протекает окислительно-восстановительная реакция (рис. 5):



Выделяющийся газообразный водород увеличивает расстояние между слоями графита. Происходит

<sup>1</sup>Шишонок М. В. Химия высокомолекулярных соединений : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2021. 624 с. ; Она же. Высокомолекулярные соединения : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2012. 535 с. ; Она же. Современные полимерные материалы : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2017. 278 с. ; Она же. Полимерные материалы медицинского назначения : учеб. пособие. Минск : РИВШ, 2018. 272 с. ; Она же. Высокомолекулярные соединения : учеб.-метод. комплекс. Минск : БГУ, 2016. 227 с. ; Она же. Модификация полимеров : электрон. учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования второй ступени (магистратура) по спец. «химия». Минск : БГУ, 2020. 171 с.

<sup>2</sup>Шишонок М. В. Химия высокомолекулярных соединений : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2021. 624 с.

эксфолиация (англ. *exfoliation* – расслоение) (рис. 6). В результате графит распадается на индивидуальные слои, которые являются наночастицами. Как следствие, формируется дисперсия индивидуальных

графитовых слоев – графенов – в этаноле. Последующее облучение системы ультразвуком вызывает деформацию графенов – скручивание их в нанорулоны (рис. 7–9).

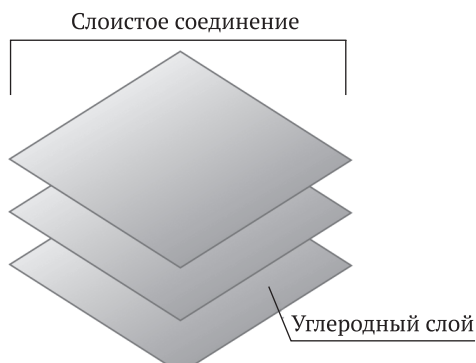


Рис. 1. Слоистая структура  
Fig. 1. Layered structure

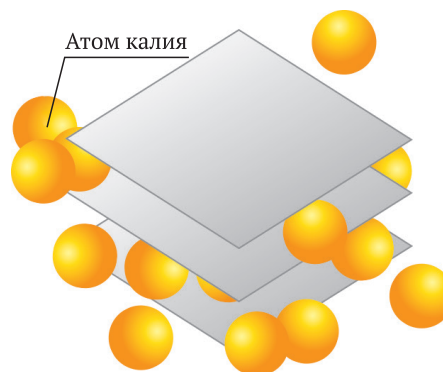


Рис. 2. Интеркаляция  
Fig. 2. Intercalation

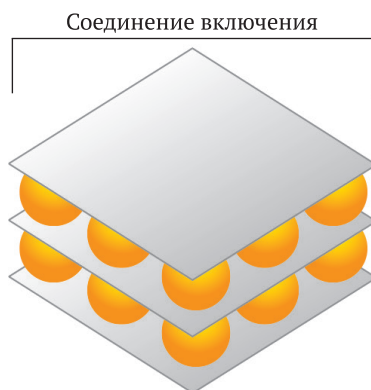


Рис. 3. Соединение включения с калием  
Fig. 3. Inclusion compound with potassium

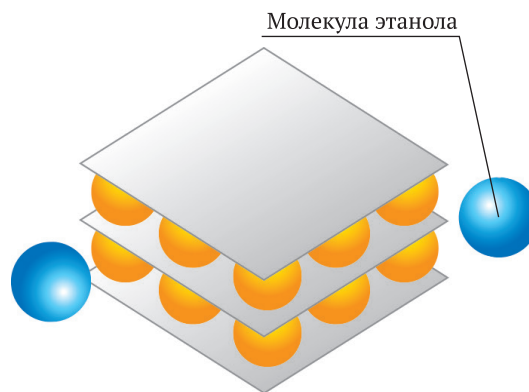


Рис. 4. Обработка этанолом  
Fig. 4. Ethanol treatment

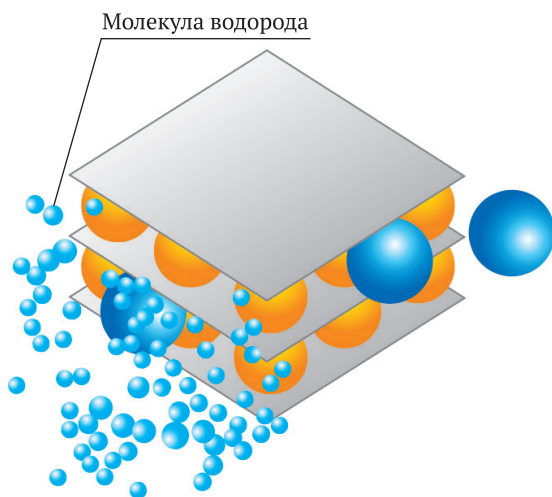


Рис. 5. Окислительно-восстановительная реакция  
Fig. 5. Redox reaction

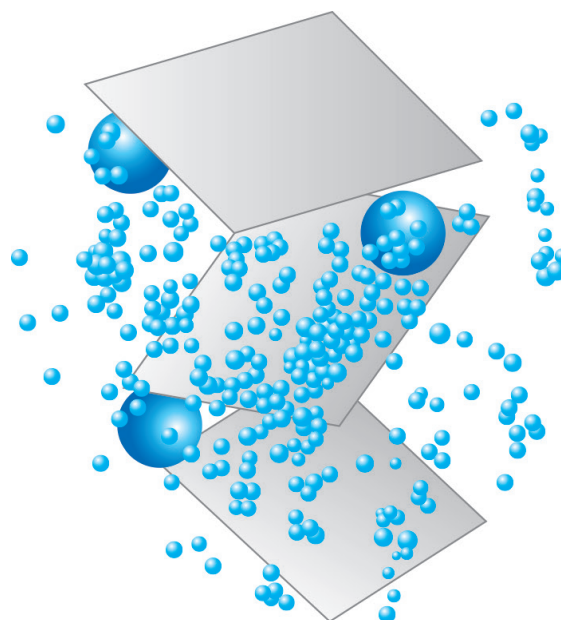


Рис. 6. Эксфолиация  
Fig. 6. Exfoliation

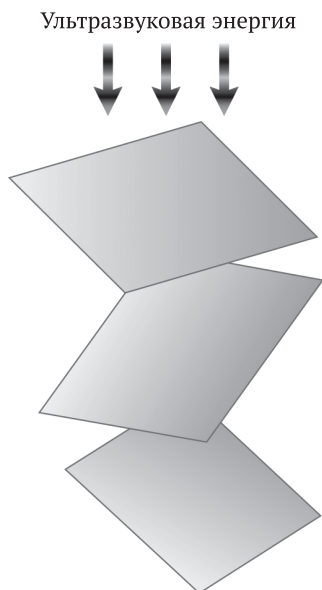


Рис. 7. Облучение системы ультразвуком  
Fig. 7. Sonication of sheets

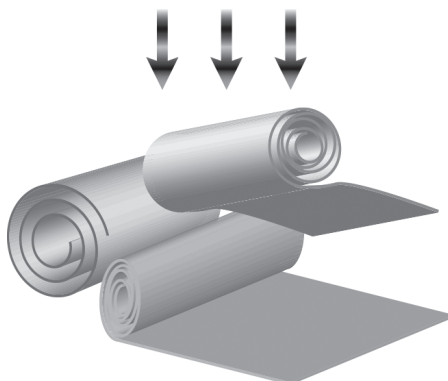


Рис. 8. Скручивание графенов  
Fig. 8. Twisting of graphenes

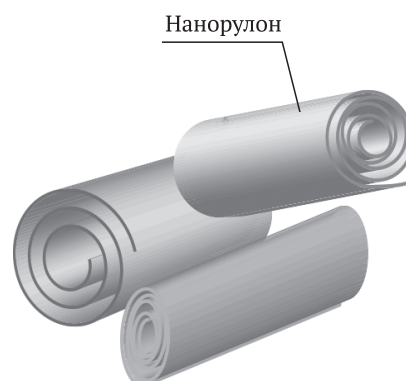


Рис. 9. Нанорулоны  
Fig. 9. Nanorolls

Объем материала увеличивается в шесть раз по сравнению с объемом исходного графита. Адсорбированный материал этанол удаляют вакуумированием.

**Достоинства решения.** Предложенное решение обеспечивает формирование и таких наноструктурированных материалов, как нанотрубки и наностержни. Кроме графита, в качестве исходных сло-

истых соединений могут быть использованы селениды и теллуриды металлов, например висмута, ниобия, молибдена, гафния, тантала и вольфрама. Предложенное решение является недорогим способом производства наноструктурированных материалов, пригодных для хранения водорода, получения электронных конденсаторов и наполнителей нанокompозитов.

### Обзоры патентов как лекционный материал с анимациями

На лекциях излагаемый материал сопровождается анимацией – видеороликом, который иллюстрирует оригинальные патентные решения в динамике. При-

меры анимаций, выполненных компанией *IWINT Inc.* по сюжету и эскизам М. В. Шишонок, приведены в работах<sup>5</sup>.

### Обзоры патентов как форма креативной работы учащихся

Практика показывает, что студенты старших курсов и магистранты способны выполнять аналитические обзоры патентов. Они уже обучены навыкам информационного поиска, обладают знаниями по основополагающим дисциплинам и владеют иностранными языками, что создает хорошую базу для их творческой деятельности.

Организация занятий по созданию аналитических обзоров патентов включает три этапа: поиск патентов, выбор патента и его анализ.

В начале лекции преподаватель называет тему, по которой требуется провести информационный поиск и выявить соответствующие патенты. Для ускоре-

ния поиска сообщается адрес сервера (например, [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov)) и напоминаются компоненты составления поискового задания: ключевые слова и период патентования (например, последние три года). Выполнив поисковое задание, студент старших курсов (или магистрант) обсуждает найденные патенты с преподавателем. В результате для анализа выбирается наиболее информативный и интересный документ. Затем обучающийся самостоятельно проводит работу с патентом, а ее результаты оформляет в виде аналитического обзора. Примеры аналитических обзоров приведены в учебных пособиях преподавателя<sup>4</sup>.

<sup>5</sup>Шишонок М. В. Высокомолекулярные соединения : учеб.-метод. комплекс. Минск : БГУ, 2016. 227 с. ; Она же. Модификация полимеров : электрон. учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования второй ступени (магистратура) по спец. «химия». Минск : БГУ, 2020. 171 с.

<sup>4</sup>Шишонок М. В. Химия высокомолекулярных соединений : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2021. 624 с. ; Она же. Высокомолекулярные соединения : учеб. пособие. Минск : Выш. шк. 2012. 535 с. ; Она же. Современные полимерные материалы : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2017. 278 с. ; Она же. Полимерные материалы медицинского назначения : учеб. пособие. Минск : РИВШ, 2018. 272 с. ; Она же. Высокомолекулярные соединения : учеб.-метод. комплекс. Минск : БГУ, 2016. 227 с. ; Она же. Модификация полимеров : электрон. учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования второй ступени (магистратура) по спец. «химия». Минск : БГУ, 2020. 171 с.

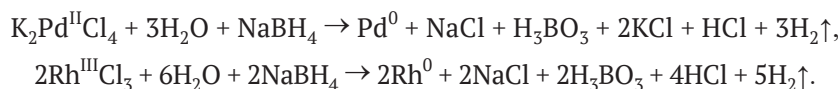
Обзор имеет жесткую структуру: заглавие, проблемная ситуация, решение проблемы, достоинства этого решения и ссылки на использованную литературу<sup>5</sup>. Заглавие формулируется таким образом, чтобы в нем заключалось указание как на проблему, так и на способ ее решения, например «Интерполимерная реакция формирует нанокапсулы». Формализация заглавия выполняется по правилам математической лингвистики: *субъект (существительное) – действие (глагол) – объект (существительное)*. В разделе «Проблемная ситуация» необходимо отметить обсуждаемую проблему и ее актуальность, кратко описать суть известных способов решения и их недостатки, а также сформулировать цель патентного решения. Раздел «Решение проблемы» включает изложение физико-химической сути предлагаемого в патенте нового способа. Это концентрированная информация, которая должна быть структурирована как совокупность причинно-следственных связей.

Непременное условие – самостоятельное выявление и формулирование научных принципов, на которых базируется новое изобретение, а также составление соответствующих уравнений химических реакций. Аналитический обзор оформляется как электронная запись. Сопровождение текстового описания либо статическими кадрами, либо анимацией является предпочтительным, но необязательным. По завершении обзора студент старших курсов или магистрант выступает на занятиях по управляемой самостоятельной работе с докладом, например, в форме электронной презентации.

Ниже приведен сокращенный вариант аналитического обзора патента [2], выполненного магистрантом и представленного на занятии по дисциплине «Модификация полимеров» как слайд-сюжет.

**Аналитический обзор магистранта.** Восстановление ионов металлов в дендримере увеличивает однородность бикомпонентных металлических наночастиц.

**Проблемная ситуация.** Наночастицы благородных металлов используют в процессах катализа, электро-



В результате катионы благородных металлов превращаются в электронейтральные металлические наночастицы, инкапсулированные в полиаминоамидном дендримере (рис. 11).

Для извлечения наночастиц из дендримерной матрицы в систему добавляют соляную кислоту (процесс проводят в инертной атмосфере во избежание побочной реакции окисления). Происходит протонирование атомов азота слабого полиоснования (полиаминоамидного дендримера). Дендример теряет способность координировать катионы и нейтральные

катализа, создания топливных элементов, в биосенсорике и фармацевтике. Например, большая удельная поверхность частиц нанопористого палладия предопределяет его эффективность как катализатора гидрирования и возможность длительного хранения изотопов водорода [3]. Наночастицы со структурой *ядро – оболочка* применяют в качестве носителей лекарственных веществ. Поверхность таких частиц легко модифицировать связыванием с флуоресцентными красителями, радиоактивными метками либо лигандами, что востребовано в биоаналитике [4]. Для обеспечения термической стабильности металлических наночастиц используют не индивидуальный металл, а сплав двух металлов с массовой долей примеси около 10 %. Температура плавления примесного металла должна быть выше, чем температура плавления основного металла. Однако каждый из металлов в сплаве отличается скоростями зародышеобразования и роста частиц на зародышах. Отсутствие контроля за указанными процессами в известных способах получения металлических наночастиц обуславливает образование полидисперсных частиц неправильной формы с различным соотношением двух металлов. Необходимо разработать способ получения бикомпонентных металлических наночастиц, однородных по форме, размеру и составу.

**Решение проблемы.** Для получения однородных бикомпонентных наночастиц предложено восстановление ионов металлов в дендримере [2]. Дендример – сверхразветвленная макромолекула, имеющая сферически симметричную структуру, в которой ветвление носит регулярный характер<sup>6</sup>. Используют полиаминоамидный дендример (рис. 10).

Раствор полиаминоамидного дендримера в метаноле смешивают с водным раствором солей металлов  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$  и  $\text{RhCl}_3$ . Ионы металлов координируются в полостях дендримера. В образовавшийся раствор вводят спиртовой раствор борогидрида натрия. Как следствие, протекают окислительно-восстановительные реакции:

атомы. Вероятно, электростатическое отталкивание одноименных зарядов на «кронах» (каскадно-разветвленных цепях) дендримера также способствует выходу наночастиц из ее полостей. Освобожденные наночастицы металлов коагулируют. Следовательно, их средний размер увеличивается, однако остается в нанодиапазоне. Наночастицы промывают метанолом. Однородность дендримеров по форме, размеру и структуре обеспечивает однородность полученных наночастиц по форме, размеру и химическому составу – соотношению металлов в сплаве.

<sup>5</sup>Шишонков М. В., Круль Л. П. Высокомолекулярные соединения : программы и практические задания. Минск : БГУ, 2006. 47 с.

<sup>6</sup>Шишонков М. В. Химия высокомолекулярных соединений : учеб. пособие. Минск : Выш. шк., 2021. 624 с.

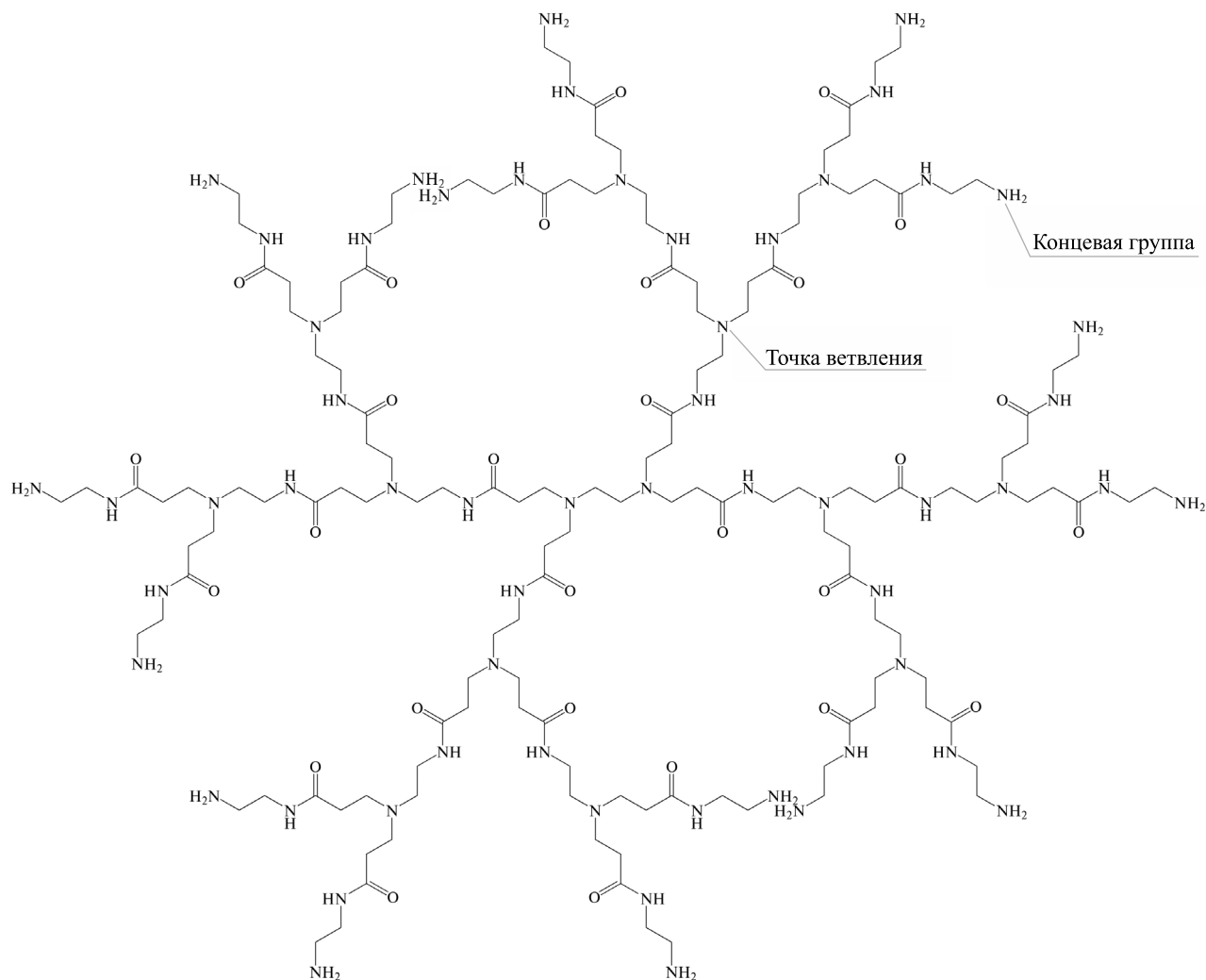


Рис. 10. Формула полиаминоамидного дендримера  
Fig. 10. Polyaminoamide dendrimer formula

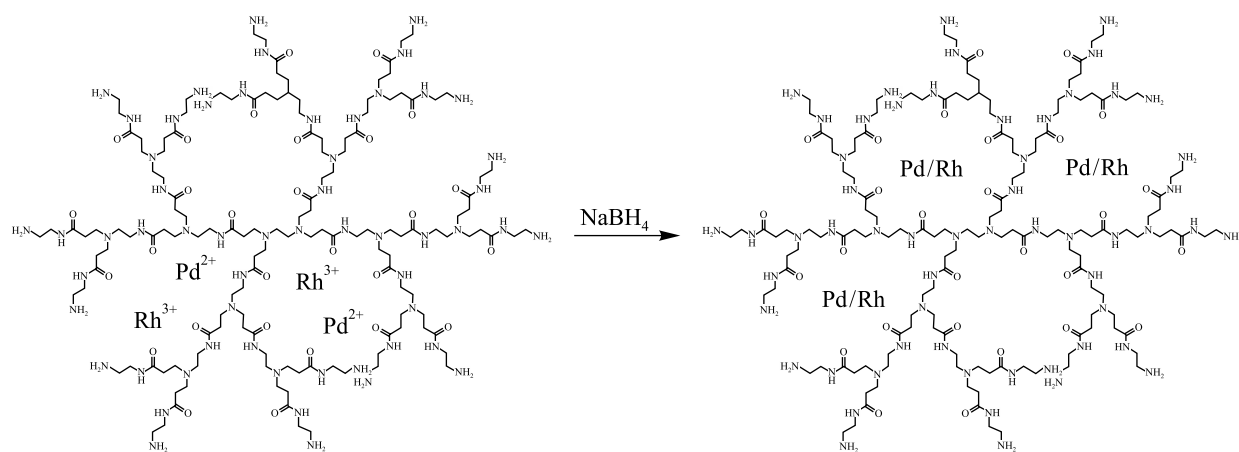


Рис. 11. Схема восстановления инкапсулированных катионов благородных металлов  
Fig. 11. Scheme for the reduction of encapsulated noble metal cations

**Достоинства решения.** Размеры полостей полиаминоамидного дендримера, в которые внедряются катионы металлов, ограничивают размеры наночастиц при восстановлении ионов металлов.

Используемые вещества являются малотоксичными. Предложенный способ позволяет получать бicomпонентные наночастицы металлов не только в виде сплава, но и в виде наночастиц со структурой

*ядро – оболочка*. Для получения последних восстановление различных катионов металлов проводится не одновременно, а поэтапно.

Представленный учащимся аналитический обзор обсуждается всей аудиторией. Предложения и замечания, возникшие в результате дискуссии и согласованные с преподавателем, автор обзора вносит в работу как исправления и уточнения. После корректировки студент сдает обзор преподавателю для оценивания.

Таким образом, составление обзора является заданием с неизвестными ответами. Оно требует поиска и систематизации информации, всестороннего и углубленного рассмотрения материала не только

изучаемого предмета, но и смежных дисциплин, мониторинга новых разработок и тенденций в рамках исследуемой темы, структурирования знаний по различным критериям, умения определить суть работы и сформулировать задачу, совершенствования иностранных языков, а также проявления творческого начала при создании иллюстраций и видеоролика. Изложить и проиллюстрировать материал в доступной форме – значит овладеть им на более высоком уровне. Процесс создания обзора является самостоятельной, созидательной, увлекательной и креативной работой. Совокупность аналитических обзоров может представлять собой информативное, полезное мультимедийное обучающее средство.

### База знаний

Возможно создание образовательного продукта в виде базы знаний. База знаний – совокупность аналитических обзоров, например способов получения новейших полимерных материалов для протезирования хрусталика в офтальмологии. Каждое решение служит элементом базы знаний, который оформлен в виде электронной записи. Формализация заглавий структурирует базу и обеспечивает быстрый поиск требуемого знания посредством определенной формулировки искомой проблемы: *действие (глагол) – объект (существительное)*. Ключевые слова являются еще одним инструментом поиска информации. Базы знаний моделируют образовательный процесс как передачу знаний от обучающего (им становится сама база знаний) к обучаемому посредством вопросов и ответов на них. Обучаемый делает запрос в базу знаний. Запрос может быть либо в форме *действие (глагол) – объект (существительное)* (например, повысить эластичность искусственного хрусталика), либо в форме ключевых слов (например, гиалуроновая кислота). Ответом базы служат записи.

База знаний выступает инструментом обучения и систематизации знаний, а также источником информации для научно-исследовательской работы.

Так, например, при формулировании вопроса в виде проблемы – конвертировать отходы тринитрата целлюлозы (основу боеприпасов и ракетного топлива) – база знаний предоставляет такие записи, как «Кислотный гидролиз конвертирует отходы тринитрата целлюлозы», «Ферментативный гидролиз конвертирует отходы тринитрата целлюлозы».

Самостоятельная работа студентов в виде конструирования интеллектуальных поисковых систем предполагает гармонизацию университетского образования. Актуальна возможность студента реализовать приобретенные знания на практике. Практическое воплощение обеспечивает эффективную обратную связь в форме сравнения *имеющегося* уровня знаний с *требуемым* и мотивирование самостоятельной работы по устранению выявленного разрыва. Предлагаемый подход предусматривает вовлечение студента в процесс не только использования, но и построения базы знаний.

Такие базы полезны и для преподавателей. Информацию из базы знаний целесообразно использовать на лекциях, семинарах и лабораторных практиках. Базы данных могут функционировать в качестве средства дистанционного обучения.

### Заключение

Работа по составлению аналитических обзоров патентов и внедрению их в учебный процесс проводится автором настоящей статьи более 20 лет. Представленный вариант обучения требует больших усилий прежде всего преподавателя, поскольку предусматривает поиск и изучение множества непростой научно-техни-

ческой документации, а также отбора и интерпретации необходимой информации. Накопленный опыт изложен не только в учебных книгах, но и в научно-методических работах [5–8], в том числе в соавторстве со студентами, участвовавшими в подготовке публикации в период обучения по представленной технологии [7].

### Библиографические ссылки

1. Mack JJ, Viculis LM, Kaner RB, authors; University of California. *Chemical manufacture of nanostructured materials*. Patent US6872330B2. 2005 March 28.
2. Cappillino PJ, Robinson DB, authors; National Technology and Engineering Solutions of Sandia LLC. *Porous metals from sintering of nanoparticles*. Patent US9981313B1. 2018 May 29.
3. Mahdaly MA, Zhu JS, Nguyen V, Youngseok Shon. Colloidal palladium nanoparticles for selective hydrogenation of styrene derivatives with reactive functional groups. *ACS Omega* [Internet]. 2019 [cited 2023 July 3];4(24). Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.9b03335>. DOI: 10.1021/acsomega.9b03335.

4. Chatterjee K, Sarkar S, Jagajjanani RK, Paria S. Core/shell nanoparticles in biomedical applications. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2014 Jul;209:8–39. DOI: 10.1016/j.cis.2013.12.008.

5. Шишонок МВ. Интерактивные учебно-методические комплексы по естественно-научным дисциплинам: структура и программный инструментарий. В: Клишевич НС, Семенчукова ЕВ, Казакевич ВВ, Косолапова АВ, редакторы. *Высшая школа: проблемы и перспективы. Сборник материалов XIV Международной научно-методической конференции; 29 ноября 2019 г.; Минск, Беларусь*. Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь; 2019. с. 260–262.

6. Шишонок МВ, Макаренко Е, Круль ЛП. Создание и использование базы знаний как форма самостоятельной работы студентов. Į: Vaidogas G, redaktorius. *Information & communication technology in natural science education – 2006. Proceedings of International Scientific Practical Conference; 2006 grodus 1–2; Šiauliai, Lithuania*. Šiauliai: Šiauliai universiteto leidykla; 2006. p. 152–155.

7. Shishonok MV, Vasilevizki V, Petrashko K. Computer literacy of students and teachers in natural science education process. In: Šiauliai universiteto leidykla. *Information & communication technology in natural science education – 2008. Proceedings of International Scientific Practical Conference; 2008 lapkritis 28–29; Šiauliai, Lithuania*. Šiauliai: Šiauliai universiteto leidykla; 2008. p. 96–102.

8. Shishonok MV. ICT implementation in teaching of environmentally appropriate polymer technology. *Scientific Papers University of Latvia*. 2011;778:219–224.

## References

1. Mack JJ, Viculis LM, Kaner RB, authors; University of California. *Chemical manufacture of nanostructured materials*. Patent US6872330B2. 2005 March 28.

2. Cappillino PJ, Robinson DB, authors; National Technology and Engineering Solutions of Sandia LLC. *Porous metals from sintering of nanoparticles*. Patent US9981313B1. 2018 May 29.

3. Mahdaly MA, Zhu JS, Nguyen V, Youngseok Shon. Colloidal palladium nanoparticles for selective hydrogenation of styrene derivatives with reactive functional groups. *ACS Omega* [Internet]. 2019 [cited 2023 July 3];4(24). Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.9b03335>. DOI: 10.1021/acsomega.9b03335.

4. Chatterjee K, Sarkar S, Jagajjanani RK, Paria S. Core/shell nanoparticles in biomedical applications. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2014 Jul;209:8–39. DOI: 10.1016/j.cis.2013.12.008.

5. Shishonok MV. [Interactive educational and methodological complexes in natural science disciplines: structure and software tools]. In: Klishevich NS, Semenchukova EV, Kazakevich VV, Kosolapova AV, editors. *Vysshaya shkola: problemy perspektivy. Sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii; 29 noyabrya 2019 g.; Minsk, Belarus'* [Higher school: problems and prospects. Collection of materials of the 14<sup>th</sup> International Scientific and Methodological Conference; 2019 November 29; Minsk, Belarus]. Minsk: Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus; 2019. p. 260–262. Russian.

6. Shishonok MV, Makarenko E, Krul' LP. [Creation and using of a knowledge base as form of self-dependent educational work of students]. Į: Vaidogas G, redaktorius. *Information & communication technology in natural science education – 2006. Proceedings of International Scientific Practical Conference; 2006 grodus 1–2; Šiauliai, Lithuania*. Šiauliai: Šiauliai universiteto leidykla; 2006. p. 152–155. Russian.

7. Shishonok MV, Vasilevizki V, Petrashko K. Computer literacy of students and teachers in natural science education process. In: Šiauliai universiteto leidykla. *Information & communication technology in natural science education – 2008. Proceedings of International Scientific Practical Conference; 2008 lapkritis 28–29; Šiauliai, Lithuania*. Šiauliai: Šiauliai universiteto leidykla; 2008. p. 96–102.

8. Shishonok MV. ICT implementation in teaching of environmentally appropriate polymer technology. *Scientific Papers University of Latvia*. 2011;778:219–224.

Статья поступила в редакцию 15.08.2023.  
Received by editorial board 15.08.2023.