Владимир Александрович ШелонцевОмская гуманитарная академия, кандидат химических наук, доцент,
заведующий отделом магистратуры, Омск, Россия
e-mail: 89139617129@list.ru**Ирина Владимировна Герасимова**Омский государственный педагогический университет, кандидат химических наук, доцент,
доцент кафедры химии и методики преподавания химии, Омск, Россия
e-mail: i_gerassimova@mail.ru

Реализация познавательных функций научных теорий в учебном процессе (на материале обучения химии)

Аннотация. Авторы описывают опыт реализации структуры теоретического знания в учебном процессе. В разных областях науки теории существенно различаются по содержанию, но их структурно-функциональное строение инвариантно. Предлагается совокупность задач, отображающих наиболее характерные элементы теории. Описаны результаты экспериментального исследования эффективности их применения в учебном процессе.

Ключевые слова: познавательные функции научной теории, описание, объяснение, прогнозирование, химические задачи.

Vladimir A. ShelontsevOmsk Humanitarian Academy, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Magistracy,
Omsk, Russia
e-mail: 89139617129@list.ru**Irina V. Gerasimova**Omsk State Pedagogical University, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor
of the Department of Chemistry and Methods of Teaching Chemistry, Omsk, Russia
e-mail: i_gerassimova@mail.ru

Realization of Cognitive Functions of Scientific Theories in Educational Process (Based on Teaching Chemistry)

Abstract. The authors describe the experience of implementing the structure of theoretical knowledge in the educational process. In different fields of science, theories differ significantly in content, but their structural and functional structure is invariant. The set of tasks reflecting the most characteristic elements of the theory is proposed. The results of an experimental study of the effectiveness of their use in the educational process are described.

Keywords: cognitive functions of scientific theory, description, explanation, forecasting, chemical problems.

Введение (Introduction)

Научное познание представляет собой высшую форму отражения действительности, которая приводит к выработке истинных знаний. Принято считать, что научное познание — это открытая «развивающаяся система знаний, которая включает в себя два основных уровня — эмпирический и теоретический» [1, с. 170].

Эмпирический уровень характеризуется тем, что на нём преобладает чувственное познание, которое осуществляется на основе практики, опыта, эксперимента в результате непосредственного взаимодействия с окружающей действи-

тельностью. Следовательно, эмпирическое исследование направлено непосредственно на объект исследования.

На эмпирическом уровне изучение объекта происходит посредством описания, наблюдения, сравнения, измерения, эксперимента и некоторых других методов и средств. Один из главных элементов эмпирического познания — факт. Таким образом, характерными признаками эмпирического познания являются: «сбор фактов, их первичное обобщение, описание наблюдаемых и экспериментальных данных, их систематизация, классификация и иная фактофиксирующая деятельность» [1, с. 171].

Нередко считают, что эмпирический уровень познания отражает изучаемый объект только со стороны своих внешних связей и проявлений, противопоставляя тем самым эмпирическое и теоретическое познание. Однако провести четкое разграничение между этими уровнями весьма трудно. Как писал Луи де Бройль: «Результат эксперимента никогда не имеет характера простого факта, который нужно только констатировать. В изложении этого результата всегда содержится некоторая доля истолкования, следовательно, к факту всегда примешаны теоретические представления» [2, с. 164–165].

Говоря о теоретическом уровне научного познания, отметим, что оно отражает объект изучения со стороны его универсальных внутренних связей и закономерностей, получаемых рациональной (мыслительной) обработкой данных эмпирического знания. Для этого уровня характерно использование следующих основных средств и методов: абстрагирование, идеализация, синтез, дедукция, аналогия, моделирование и др. Теоретический уровень представляет собой высшую и наиболее развитую форму научного познания, основными структурными компонентами которого являются проблема, гипотеза, теория, закон [1; 3; 4; 5; 6]. Теоретическое познание предполагает описание, объяснение, прогнозирование [7].

В словаре Д. П. Горского дается следующее определение понятию «теория»: «Теория (от греч. *theoria* — наблюдение, рассмотрение, исследование) — наиболее развитая форма организации научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях определенной области действительности» [8, с. 182].

Любая научная теория выполняет ряд функций. К выявлению и систематизации функций разные авторы подходят по-разному. Анализ различных точек зрения [1; 3; 5; 6; 9] позволяет констатировать значительное многообразие функций, однако основным их инвариантом являются объяснительная и прогностическая функции. Что же касается процесса обучения, то в нём «наиболее распространены процедуры описания и объяснения» [10]. Если рассматривать теорию в системе научного познания, то очевидно, что ею реализуется значительное число познавательных функций. Если же рассматривать познавательные функции научной теории в отношении образовательного процесса, то следует сказать, что в большей степени реализуются функции: описательная, объяснительная, прогностическая.

Вузовский курс химии структурно и содержательно отражает современное состояние химии как науки. Изучение состава, строения и свойств неорганических соединений осуществляется на двух уровнях: теоретическом и эмпирическом. Теоретический уровень составляют теории, законы, научные понятия и их системы; эмпирический уровень включает систему конкретных понятий и фактов.

Анализ содержания курса общей химии показывает, что значительная доля учебного материала в нём раскрывается на уровне описания, в то время как важные функции химических теорий — объяснение и прогнозирование — представлены в значительно меньшей степени.

Раскрытие взаимосвязи и взаимозависимости состава, строения, свойств неорганических соединений наиболее продуктивно осуществляется в учебной деятельности, которая, по сути, представляет собой систему учебных задач. Однако химические задачи в качестве средства реализации основных функций научной теории в методике обучения химии практически не рассматривались. Это обстоятельство обуславливает актуальность нашей работы.

Таким образом, цель настоящего исследования — изучение возможности использования химических задач в качестве средства реализации познавательных функций научных теорий при изучении курса общей химии.

Методы (Methods)

Для достижения указанной цели разработана программа проведения педагогического эксперимента. Эксперимент был направлен на проверку следующей гипотезы: если в учебном процессе по химии наряду с задачами из учебных пособий составлять и использовать задачи, ориентированные на реализацию всех основных познавательных функций химических теорий, то умения объяснять и прогнозировать химические явления у студентов будут сформированы в большей степени, чем при обучении в обычных условиях организации учебного процесса.

С целью проверки сформулированной гипотезы, педагогический эксперимент был проведен со студентами 1-го курса направления «Педагогическое образование» (профиль «Биология и химия»). Численность контрольной группы — 23 человека, экспериментальной — 22 человека. В контрольной группе преподаватель работал по рекомендованным учебным пособиям, а в экспериментальной он разрабатывал и систематически применял задачи, направленные на реализацию познавательных функций теорий химии.

Для оценки достоверности результатов, полученных в ходе педагогического эксперимента, был применен статистический критерий Фишера (угловое преобразование Фишера — Φ^*) [11].

Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

Существуют различные подходы к классификации задач, определяющие большое разнообразие их типов и видов. Анализ различных точек зрения показывает, что основным предметом классификации выступают содержание учебного курса, виды учебно-познавательной предметной деятельности, структура задач, их функции в образовательном процессе, крайние типы мышления и др. [5; 10; 12].

В методической и психолого-педагогической литературе нам не удалось найти работ, выявляющих типологию задач на основе раскрытия отношений: задача — функции научной теории. Можно предположить, что один из вариантов типологии возможно построить на основе взаимосочетаемости функций научной теории, характерных для учебного процесса (описательная, объяснительная, прогностическая), и уровней изучения химических соединений (состав, строение, свойства). Представим данные положения в виде таблицы 1.

Таблица 1

Типология химических задач, реализующая функции научной теории при изучении состава, строения, свойств химических соединений

Уровни изучения веществ	Функции научной теории		
	Описание	Объяснение	Прогнозирование
Состав	Тип 1	Тип 2	Тип 3
Строение	Тип 4	Тип 5	Тип 6
Свойства	Тип 7	Тип 8	Тип 9

Как видно из таблицы 1, можно выделить девять основных типов химических задач. Примерный видовой состав указанных типов задач приведен в таблице 2. В содержа-

нии курса общей химии в большей степени представлены учебные ситуации, реализующие описательную функцию химических теорий (типы задач 1, 4, 7).

Таблица 2

Типология и видовой состав химических задач, реализующие функции научной теории при изучении состава, строения, свойств химических соединений

Функции научной теории	Типы	Примерный видовой состав
Описательная	Тип 1	Описание состава: – Составление химических формул соединений по качественному и количественному элементному составу. – Выявление взаимосвязи состава соединения с положением элементов в периодической системе Д. И. Менделеева. – Отнесение химических соединений к определенному классу по общей химической формуле
	Тип 4	Описание строения: – Составление графических и структурных формул неорганических и органических соединений различных классов. – Описание геометрического строения молекул и сложных ионов
	Тип 7	Описание свойств: – Описание химических свойств соединений. – Составление уравнений реакций в соответствии с заданными полными и неполными схемами превращений химических соединений
Описательно-объяснительная	Тип 2	Объяснение состава: – Распределение атомов различных химических элементов по группам в зависимости от состава их ядер. – Исключение «лишнего» химического соединения из совокупности на основе анализа состава. – Классификация неорганических и органических соединений по химическому составу в соответствии с возможными признаками
	Тип 5	Описание строения: – Выявление и объяснение отношений между двумя атомами по аналогии с заданным отношением, характеризующим их электронное строение. – Сравнительный анализ электронного строения атомов и пространственного строения, образуемых ими различных молекул и сложных ионов. – Классификация молекул по типам химических связей между образующими их атомами
	Тип 8	Объяснение свойств: – Сравнительный анализ свойств групп химических соединений с выявлением признаков сходства и различия. – Объяснение результатов реакций между несколькими химическими соединениями
Описательно-объяснительно-прогностическая	Тип 3	Прогнозирование состава: – Выявление отношений и взаимосвязей между химическими соединениями для прогнозирования их состава. – Прогнозирование состава химического соединения на основе данных о его свойствах, знаний о степени окисления атомов, образующих соединение, и других факторов
	Тип 6	Прогнозирование строения: – Прогнозирование строения химических соединений: по брутто-формуле, по аналогии с известным соединением. – Прогнозирование геометрического (пространственного) строения молекул и сложных ионов на основе валентных углов и длин связей
	Тип 9	Прогнозирование свойств: – Прогнозирование химических свойств одного соединения по аналогии со свойствами другого. – Прогнозирование химических свойств одного соединения на основе аналогии его состава и/или строения с другим

В таблице 3 проведено сравнение на начальном и конечном этапе педагогического эксперимента степени проявления испытуемыми контрольной и экспериментальной групп умений, основанных на реализации познавательных функций теории электролитической диссоциации. Как следует из представленных данных, студенты контрольной и экспериментальной групп на начальном этапе эксперимента приблизительно в одинаковой степени способны описывать, объяснять и прогнозировать состав, строение и свойства электролитов, о чём свидетельствуют результаты статистического анализа.

Результаты, полученные на конечном этапе эксперимента, показывают, что описательная функция теории электролитической диссоциации преобладает в результатах учебной деятельности студентов как экспериментальной, так и контрольной групп и реализуется примерно в одинаковой степени ($\varphi_{\text{эмп}}^* < 1,64$). Полученные эмпирические данные свидетельствуют о том, что в контрольной и экспериментальной группах наблюдается положительная динамика реализации студентами описательной познавательной функции теории электролитической диссоциации ($\varphi_{\text{эмп}}^*$ равны соответственно 1,81 и 2,91).

Таблица 3

Сравнительные данные динамики реализации познавательных функций теории электролитической диссоциации для контрольной и экспериментальной групп
(H_0 — нулевая гипотеза, H_1 — альтернативная гипотеза)

Группы	Этапы эксперимента	Познавательные функции		
		Описательная	Объяснительная	Прогностическая
Контрольная	Начальный	70	44	22
	Конечный	91	65	35
	$\varphi_{\text{эмп}}^*$	1,93 (H_1)	1,49 (H_0)	0,99 (H_0)
Экспериментальная	Начальный	59	46	14
	Конечный	96	90	82
	$\varphi_{\text{эмп}}^*$	2,91 (H_1)	3,48 (H_1)	4,99 (H_1)

Для контрольной группы не удалось выявить статистически значимые различия в динамике реализации студентами объяснительной и прогностической функций ($\varphi_{\text{эмп}}^*$ равны соответственно 1,60 и 1,15). В то же время для экспериментальной группы выявились статистически значимые различия в сдвиге показателя, характеризующего динамику реализации объяснительной и прогностической функций теории электролитической диссоциации (значения $\varphi_{\text{эмп}}^*$ равны соответственно 3,25 и 4,97).

Таким образом, можно констатировать, что описательную функцию научной теории студенты контрольной и экспериментальной групп реализуют примерно в равной степени как на начальном, так и на конечном этапе эксперимента, в то время как объясняют и прогнозируют состав, строение и свойства на конечном этапе педагогического эксперимента лучше студенты экспериментальной группы.

Заключение (Conclusion)

На основании проведенного исследования можно сформулировать следующие основные выводы:

1. Сопоставление основных функций научной теории и уровней изучения химических соединений позволило предложить типологию химических задач, включающую девять типов.

2. Анализ содержания курса общей химии в соответствии с предложенной типологией задач показал, что в большей степени в нём представлены учебные ситуации, реализующие описательную функцию научной теории, в меньшей степени — объяснение химических явлений, и лишь в незначительной степени — учебные ситуации прогностического характера.

3. Целенаправленное и систематическое использование специально разработанных задач в условиях педагогического эксперимента показало, что описательную функцию научной теории студенты контрольной и экспериментальной групп реализуют примерно в равной степени в начале и в конце педагогического эксперимента. Студенты экспериментальной группы после проведенного эксперимента владеют умением объяснять и прогнозировать состав, строение и свойства химических соединений в большей степени, чем студенты контрольной группы.

Библиографический список

1. Основы философии науки : учеб. пособие / В. П. Кохановский, Т. Г. Лешкевич, Т. П. Матяш, Т. Б. Фатхи. Ростов н/Д. : Феникс, 2007. 603 с.

2. Бройль Луи де. По тропам науки / пер. с фр. С. Ф. Шушурина. М. : Изд-во иностр. лит., 1962. 408 с.
3. Берков В. Ф., Яскевич Я. С., Павлюкевич В. И. Логика : учеб. Минск : ТетраСистемс, 2006. 412 с.
4. Войшвилло Е. К., Дегтярев М. Г. Логика : учеб. пособие. М. : Профобразование, 2001. 444 с.
5. Кузнецова Н. Е. Формирование систем понятий при обучении химии. М. : Просвещение, 1989. 144 с.
6. Ракитов А. И. Философия компьютерной революции. М. : Политиздат, 1991. 287 с.
7. Прытков В. П. Познавательные функции и типология научных проблем // Теория и практика общественного развития. 2013. № 5. С. 29–34.
8. Горский Д. П. Краткий словарь по логике. М. : Просвещение, 1991. 208 с.
9. Рузавин Г. И. Философия науки : учеб. пособие. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 405 с.
10. Зайцев О. С. Методика обучения химии: Теоретический и прикладной аспекты : учеб. М. : ВЛАДОС, 1999. 384 с.
11. Критерий Фишера // Психологическая помощь : сайт. URL: <https://www.psychol-ok.ru/statistics/fisher/> (дата обращения: 25.05.2021).
12. Ерыгин Д. П., Шишкин Е. А. Методика решения задач по химии : учеб. пособие. М. : Просвещение, 1989. 176 с.

References

- Berkov V. F., Yaskevich Ya. S., Pavlyukevich V. I. (2006) *Logika [Logic]**. Minsk, TetraSistems Publ., 412 p. (in Russian)
- Brogile Louis de. (1962) *[Sur les Sentiers de la Science]**. Moscow, Inostrannoi literatury Publ., 408 p. (in Russian)
- Erygin D. P., Shishkin E. A. (1989) *Metodika resheniya zadach po khimii [Methods for Solving Problems in Chemistry]**. Moscow, Prosveshchenie Publ., 176 p. (in Russian)
- Gorskii D. P. (1991) *Kratkii slovar' po logike [Concise Dictionary of Logic]**. Moscow, Prosveshchenie Publ., 208 p. (in Russian)
- Kokhanovskii V. P., Leshkevich T. G., Matyash T. P., Fatkhi T. B. (2007) *Osnovy filosofii nauki [Fundamentals of the Philosophy of Science]**. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 603 p. (in Russian)
- Kriterii Fishera [Fisher's Criterion], *Psikhologicheskaya pomoshch' [Psychological Assistance]**. Available at: <https://www.psychol-ok.ru/statistics/fisher/> (accessed: 25.05.2021). (in Russian)
- Kuznetsova N. E. (1989) *Formirovanie system ponyatii pri obuchenii khimii [Formation of Systems of Concepts in Teaching Chemistry]**. Moscow, Prosveshchenie Publ., 144 p. (in Russian)
- Prytkov V. P. (2013) Poznavatel'nye funktsii i tipologiya nauchnykh problem [Cognitive Functions and Typology of Scientific Problems], *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya [Theory and Practice of Social Development]*, no. 5, pp. 29–34. (in Russian)
- Rakitov A. I. (1991) *Filosofiya komp'yuternoi revolyutsii [Philosophy of the Computer Revolution]**. Moscow, Politizdat Publ., 287 p. (in Russian)
- Ruzavin G. I. (2012) *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]**. Moscow, YUNITI-DANA Publ., 405 p. (in Russian)
- Voishvillo E. K., Degtyarev M. G. (2001) *Logika [Logic]**. Moscow, Profyurobrazovanie Publ., 444 p. (in Russian)
- Zaitsev O. S. (1999) *Metodika obucheniya khimii: Teoreticheskii i prikladnoi aspekty [Methodology of Chemistry Training: Theoretical and Applied Aspects]**. Moscow, VLADOS Publ., 384 p. (in Russian)

* Перевод названий источников выполнен авторами статьи / Translated by the authors of the article.