

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей и неорганической химии

**ГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
СИСТЕМНОСТИ И СИСТЕМАТИЧНОСТИ ЗНАНИЯ ПРИ
ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ХИМИЯ АЗОТА И ЕГО ВАЖНЕЙШИХ
СОЕДИНЕНИЙ»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 441 группы

направления 44.03.01 «Педагогическое образование»

факультета физико-математических и естественно-научных дисциплин

Димитриенко Виктории Денисовны

Научный руководитель:

доцент, к.х.н., доцент

И. В. Кузнецова

Зав. кафедрой общей и неорганической

химии, д.х.н., профессор

И. Ю. Горячева

Саратов 2025

Введение. На современном этапе развития всех наук ведущим методологическим направлением является системный подход. Мыслить системно сегодня необходимо всем: ученому и политику, инженеру и руководителю, врачу и педагогу. Проблемы экологии, разработки новых технологий, лечения и профилактики заболеваний, образования и обучения в условиях информационного взрыва требуют новой структуры знаний и нового способа ориентирования в этой структуре, т.е. структурно-логического или системного знания. Непонимание учащимися структурных связей между разнородными элементами теоретических знаний отражается на их осмыслении, препятствует формированию целостности знаний, увеличивая нагрузку на память. Необходимость формирования системных знаний обусловлена требованием федерального государственного образовательного стандарта, методологической основой которого является системно-деятельностный подход.

Кроме системности, как важнейшего показателя качества знания, в дидактике выделяют также систематичность, т.е. содержательно-логическое знание. Оба этих качества взаимосвязаны между собой и усложняют и без того сложное содержание химии. Исследования показали, что 25,4% школьников воспринимают химию как сложную науку, изучение которой требует много усилий. Такие низкие показатели объясняются, с одной стороны, небольшим объемом рабочей памяти, отсутствием мотивации и несформированностью метакогнитивных подходов к изучению естественно-научных понятий у обучающихся, а с другой, применением неэффективных педагогических технологий. Из множества существующих потенциальных стратегий борьбы с содержательной сложностью одной из наиболее перспективных является использование визуальных или графических инструментов, помогающих структурировать содержание и увидеть связи между фундаментальными понятиями химии. Их многообразие позволяет развить умение устанавливать как содержательно-логические, так и структурно-логические связи внутри одной темы и между темами, связать изучение химии с другими предметными

областями знаний и более широкими практико-ориентированными задачами, имеющими социальное значение.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка графических инструментов для формирования системных и систематических знаний на примере системы «Химия азота и его важнейших соединений».

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- провести анализ данных литературы по подходам к формированию системного и систематического знания;
- выявить и обосновать набор графических инструментов, необходимых для формирования системного и систематического химического знания;
- провести анализ учебной информации по теме «Химия азота и его важнейших соединений»;
- разработать комплекс графических инструментов для формирования системного и систематического знания при изучении системы «Химия азота и его важнейших соединений».

Для решения поставленных задач и выполнения работы использовались следующие **методы исследования**:

- теоретические (анализ научной, учебно-методической и учебной литературы по формированию системного и систематического знания, сравнение и обобщение данных о графических инструментах, используемых в химическом образовании);
- экспериментальные (наблюдение и обобщение опыта изучения системы «Химия азота и его важнейших соединений»).

ВКР состоит из введения, главы I «Обзор литературы», главы II «Практическая часть», заключения, списка использованной литературы и приложения.

Основное содержание работы. В первой главе рассмотрены понятия «системность знания» и «систематичность знания», а также подходы к их

формированию. Системность знаний – это такое их качество, которое предполагает понимание человеком соотношения между разнопорядковыми понятиями, понятиями и законами, научными фактами и постулатами, постулатами и следствиями, то есть осознание личностью знаний по их месту в научной теории. Систематичность знаний – это осознание совокупности знаний в их иерархии и последовательности при определённом взгляде на эту совокупность, установление содержательно-логических связей.

Среди различных подходов к их формированию одним из наиболее распространенных является наглядность обучения. К традиционным средствам относятся таблицы, плакаты, схемы, модели, макеты, химические приборы и реактивы и др. Сегодня они дополнены ментальными или интеллект-картами [1]. Это техника использования всего головного мозга с помощью визуальных изображений и иной графической инфраструктуры для формирования более глубокого восприятия информации. В отечественной литературе различают карты текста, карты правила, карты учебника, конспект-карты и карты мышления. Психофизиологами установлено, что эффективность их восприятия зависит от свойств нервной системы человека. В частности, обладатели сильной и инертной нервной системы хорошо воспринимают информацию зрительно, запечатлевают и запоминают ее. Для этого необходимо достаточное количество, структурированность и активность восприятия информации. На основании этих исследований были сформулированы [2] следующие выводы:

1. учебную информацию необходимо представлять, в первую очередь, зрительно, поскольку у обладателей 3-х темпераментов (холерик, сангвиник, флегматик) сильная нервная система, а у 2-х – инертная (флегматик, меланхолик);

2. учебную информацию следует представлять как в логической последовательности, в знаково-символической форме, так и в обобщенной, в виде структурно-логических схем;

3. учебную информацию следует представлять преимущественно по дедуктивному принципу – от общего к частному и, в случае необходимости, от частного к общему – индуктивно.

При всей очевидной полезности использования ментальных карт в учебном процессе установлено, что они визуализируют изучаемые понятия, а не структурно-логические связи между ними. Поэтому ментальные карты могут использоваться, скорее, как интуитивный инструмент формирования системности и систематичности знания. Кроме того, все отечественные исследования посвящены формированию системных знаний, которые невозможны и должны следовать за систематическими знаниями. Показано [3], что существуют три уровня системности знаний (элементарный, промежуточный и высокий) и необходимо их последовательное развитие. Возможно, эти уровни включают и систематическое знание, но четкое разделение между мыслительной деятельностью по развитию систематичности и системности знаний отсутствует. Поэтому авторы предлагают только технологии формирования системного знания, а технологии формирования систематичности отсутствуют.

Целям формирования системности и систематичности отвечают графические инструменты, широко разрабатываемые сегодня в международном химическом образовании. К ним относятся диаграммы расширения системно-ориентированных концептуальных карт, системограммы, диаграммы причинно-следственных связей и некоторые другие [4]. Эти диаграммы помогают учащимся структурировать содержание и увидеть связи между фундаментальными понятиями химии, развить умение устанавливать содержательно-логические и структурно-логические связи как внутри одной темы, так и между темами, связать изучение химии с другими предметными областями знаний и более широкими практико-ориентированными задачами, имеющими социальное значение.

Анализ приведенных исследований показывает, что всеми авторами отмечается необходимость структурирования учебного материала,

установления логических связей между компонентами изучаемой химической системы и использование практико-ориентированных заданий. Различный дизайн и объем содержания карт позволяет сформировать системное и систематическое знание различной степени обобщенности у учащихся с различным темпераментом и различным типом нервной системы. Поэтому создание разнообразных графических инструментов по всем темам химии является актуальной задачей.

В *второй главе* обоснован выбор графических инструментов, способствующих формированию системных и систематических знаний. Так как системность знаний – это связь мыслительных операций с мыслительной деятельностью, то очевидно, что уровень системности и систематичности знания определяется уровнем владения мыслительными операциями. В химических науках чаще всего востребованы операции анализа, синтеза, сравнения и обобщения. Но школьных учебниках в наибольшей степени присутствуют ключевые слова, «запускающие» мыслительную операцию сравнение по аналогии, остальные – намного реже. Однако «сравнение» – это сложная операция, которая должна следовать за анализом и синтезом. Если учащийся не владеет анализом и синтезом, то «сравнение» фактически не формируется, что и воспринимается ими как сложность предмета. Очевидно, что начитать развитие мыслительной деятельности нужно с самого простого, учитывая масштаб изучаемой системы (атомно-молекулярный, молярный, макроскопический), объем системы (одна тема, один раздел), сложность мыслительной операции и тип формируемых знаний (системное, систематическое). Наиболее простыми из перечисленного являются атомно-молекулярный масштаб одной темы, логическое действие причина-следствие операции анализ и систематическое, т.е. содержательно-логическое знание.

В качестве иллюстративного примера выбрана одна из сложных, согласно педагогическим наблюдениям, для изучения химии неметаллов система атомно-молекулярного масштаба «Химия азота и его важнейших соединений». Ее сложность обусловлена большим числом изучаемых объектов

и количеством взаимосвязей как внутри системы, так же и между другими системами, включающими и понятия общей химии, и металлы, и неметаллы. В состав данной системы входят молекулярный азот, водородные соединения (NH_3 , N_2H_4 , NH_2OH) и кислородные соединения (оксиды азота N_2O , NO , N_2O_2 , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 , HNO_2 и ее соли, HNO_3 и ее соли), чаще всего изучаемые в вузе на химических направлениях подготовки. Для нехимических направлений и в школе перечень компонентов сокращается всего на четыре вещества (N_2H_4 , NH_2OH , N_2O_2 и N_2O_4). Между указанными компонентами существуют все возможные логические взаимосвязи. Каждое отдельное вещество этой системы является компонентом в других системах, поэтому формирует большое количество содержательно-логических связей и не приводит к перегрузке студентов фактическим материалом, а наоборот, способствует пониманию учебного контента и снижает, тем самым, нагрузку на память.

Цели формирования одного логического действия (причина-следствие операции анализ) в системе атомно-молекулярного масштаба в наибольшей степени отвечают диаграммы причинно-следственных связей. Была разработана диаграмма причинно-следственных связей в подсистеме «Изучение строения, основных и комплексообразующих свойств аммиака». Классическое изучение этой темы включает рассмотрение его получения в промышленности и лаборатории, строения, физических, основных, восстановительных и комплексообразующих свойств. Каждая из этих позиций является компонентом подсистемы «Аммиак», которые связаны между собой прямыми и обратными связями с использованием логических операций анализа, синтеза, сравнения (однолинейного и по аналогии) и обобщения. Показано, что объединение сразу всех компонентов в одну схему нецелесообразно, так как приведет к сложности ее визуального восприятия. Кроме того, разработка подобных схем должна подчиняться ясной для учащихся цели, способствующей мотивации обучения. Всего было разработано 3 подобных диаграммы. Кроме вышеуказанной – это

«Химические свойства азотной кислоты» и «Химические свойства азотистой кислоты и нитрит-иона».

После изучения систем малого объема (одно вещество) с использованием одного простого логического действия целесообразно переходить, к системам бóльшего объема, но сохраняя при этом одно причинно-следственное действие. В качестве примера была разработана диаграмма причинно-следственных связей в подсистеме «Изучение строения и химических свойств оксидов азота». Кроме увеличения объема подсистемы необходимо формировать и большее число логических умений. Например, в подсистеме, состоящей из двух веществ, формируются уже два мыслительных действия (причина-следствие и сравнение однолинейное), устанавливающих сходство и различие их строения и свойств. Была разработана одна такая причинно-следственная диаграмма «Изучение строения и химических свойств гидразина и гидроксиламина». Включение в рассмотрение третьего вещества (диаграмма причинно-следственных связей в подсистеме «Изучение строения и химических свойств водородных соединений азота») приводит поэтапному формированию самого сложного логического действия – обобщения. Дальнейшее добавление изучаемых веществ (диаграммы «Химические свойства кислородсодержащих соединений азота», «Химические свойства водородные и кислородных соединений азота») продолжает развивать все логические умения, чтобы в конечном итоге получился полный комплекс диаграмм, охватывающий все компоненты системы атомно-молекулярного масштаба и связи между ними. Подобные диаграммы можно использовать как при объяснении нового материала в сочетании с прозаическим повествованием, так и для контроля усвоения, предлагая учащимся составлять их самостоятельно.

Изучение систем атомно-молекулярного масштаба является традиционным для отечественной педагогики. Но конечной целью, что особенно подчеркивается в международных педагогических исследованиях, является познание систем макроскопического вплоть до планетарного

масштаба. Визуализации связей в таких системах отвечают диаграммы расширения системно-ориентированных концептуальных карт. Всего было разработано 4 диаграммы расширения системно-ориентированных концептуальных карт: «Процесс Габера-Боша», «Азотная кислота. Получение и производство», «Кислотные дожди» и «Минеральные удобрения». Цель разработки данных диаграмм заключается в том, чтобы побудить студентов начать мыслить шире и устанавливать связи за пределами самой реакции.

Таким образом, полный комплекс графических инструментов в сочетании с соответствующим прозаическим повествованием позволит сформировать систематичность знания, основанную на содержательно-логических связях как внутри одной подсистемы, так и между подсистемами. Итогом такого подхода должно стать структурно-логическое (системное) знание всей системы в целом. Это особенно важно в контексте современных требований к образованию, где акцент смещается с простого запоминания информации на ее глубокое понимание и способность к анализу не только атомно-молекулярных систем, но и, главным образом, макросистем. Использование визуальных инструментов позволяет учащимся активно участвовать в процессе обучения, структурируя информацию и выявляя ключевые взаимосвязи

Заключение. Проанализированы данные литературы по технологиям формирования системного и систематического знания. Установлено, что большинство авторов выделяют системное знание и технологии его формирования, которые условно можно разделить на две группы: что надо делать и как надо делать.

Так как эффективность восприятия информации зависит от свойств нервной системы человека и большая часть учащихся лучше воспринимают информацию зрительно, наиболее целесообразно использовать различного типа наглядные схемы (что надо делать). Целям формирования системности и систематичности в наибольшей степени отвечают разнообразные графические инструменты: диаграммы расширения системно-ориентированных

концептуальных карт, системограммы, диаграммы причинно-следственных связей, объектно-процессные диаграммы и диаграммы потоков. При их разработке необходимо учитывать уровни системности знаний (элементарный, промежуточный и высокий) и уровни систем (атомный, молекулярный и молярный).

Нами были разделены понятия системное (структурно-логическое) и систематическое (содержательно-логическое) знание и технологии их формирования. Выделены базовые логические операции, в наибольшей степени востребованные в химических науках: анализ, синтез, сравнение и обобщение. Для характеристики систем введены понятия объема (количества изучаемых веществ) и масштаба (атомно-молекулярный и макроскопический).

Показано, что первично необходимо формировать содержательно-логическое знание. Для изучения системы «Химия азота и его важнейших соединений» были выделены следующие соединения: молекулярный азот, водородные соединения (NH_3 , N_2H_4 , NH_2OH) и кислородные соединения (оксиды азота N_2O , NO , N_2O_2 , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 , HNO_2 и ее соли, HNO_3 и ее соли), чаще всего изучаемые в вузе на химических направлениях подготовки. Для нехимических направлений и в школе перечень компонентов сокращается на четыре вещества (N_2H_4 , NH_2OH , N_2O_2 и N_2O_4). Далее система была разбита на подсистемы меньшего объема атомно-молекулярного масштаба, для которых разработаны 8 причинно-следственных диаграмм от простых, состоящих из одного вещества и логической связи одного вида, до более сложных, состоящих из пяти веществ и трех видов логических связей. Подобные диаграммы можно использовать как при объяснении нового материала в сочетании с прозаическим комментарием, так и для контроля усвоения, предлагая учащимся составлять их самостоятельно.

Так как широта и глубина изучения концепций химии связаны со способностями учащихся решать сложные задачи, следует постепенно далее расширять как объем и масштаб изучаемых систем, так и используемые логические действия, объединяя нелинейно несколько диаграмм. Нами были

разработаны 4 диаграммы расширения системно-ориентированных концептуальных карт, включающие теперь компоненты макроскопической системы.

Полный комплекс графических инструментов в сочетании с соответствующим прозаическим повествованием позволит сформировать систематичность знания, основанную на содержательно-логических связях как внутри одной подсистемы, так и между подсистемами и, в итоге, структурно-логическое (системное) знание всей системы в целом. Данная технология актуальна и отвечает требованиям системно-деятельностного подхода и формирования функционального знания.