

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра общей и неорганической химии

**КОМПЛЕКС ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ
СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ 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

Климовой Валерии Алексеевны

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. Сегодня вектором стандартов российской системы образования является практикоориентированность учебного процесса в виде формирования у учащихся функциональной грамотности. Это вызвано требованием развития способностей школьников решать учебные и жизненные проблемные ситуации как основы для их дальнейшего приумножения в вузе, и далее соответствия этих способностей трудовым функциям, востребованным работодателями. Для этого методической основой преподавания должен стать системно-деятельностный подход. Очевидно, что системность относится к содержанию образования, а деятельность – к методике преподавания. Аналогичные изменения происходят и в международном химическом образовании, где реализуется проект IUPAC "Системное мышление в химическом образовании", главная идея которого – это изучение химии как системы. Похожесть проблем обуславливает и похожесть их решения: тщательная разработка инструкций по развитию навыков системного мышления и умениям устанавливать взаимосвязи между различными уровнями внутри системы [1].

Цель выпускной квалификационной работы – разработка комплекса заданий для развития навыков системного мышления на примере фундаментальной системы молекулярного масштаба «Химия азота и его важнейших соединений» для химических направлений подготовки.

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

- Провести анализ данных литературы по общим подходам формирования системного мышления, а также по формированию навыков системного мышления при обучении химии.
- Выявить и обосновать набор логических учебных действий, необходимых для установления взаимосвязей в химических системах атомно-молекулярного масштаба.
- Провести анализ учебной информации по теме «Химия азота и его важнейших соединений».

- Разработать комплекс заданий для формирования системного мышления при изучении системы атомно-молекулярного масштаба «Химия азота и его важнейших соединений» для химических направлений подготовки.

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

- теоретические (анализ научной, учебно-методической и учебной литературы по рассматриваемой проблеме, сравнение и обобщение данных о навыках системного мышления, моделирование учебного процесса изучения системы атомно-молекулярного масштаба «Химия азота и его важнейших соединений»);
- экспериментальные (наблюдение и обобщение опыта изучения системы атомно-молекулярного масштаба «Химия азота и его важнейших соединений»).

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

Основное содержание работы. В первой главе рассмотрено понятие «системное мышление», а также подходы к его формированию при изучении отдельных дисциплин и химии, в частности. Выделены следующие ключевые аспекты системного мышления:

- ✓ целостный подход к изучению сложных систем;
- ✓ способность интерпретировать системы;
- ✓ способность анализировать части и целое;
- ✓ способность визуализировать взаимосвязи в системе;
- ✓ владеть набором синергетических аналитических навыков для понимания систем.

Первый опыт апробации такого подхода показал положительный педагогический эффект, однако все авторы отметили и множество проблем: как нивелировать увеличение сложности содержания при изучении макросистем [2] и когнитивную перегрузку учащихся; недостаточную профессиональную

подготовленность педагогов; ограниченность доступных высококачественных ресурсов для обучения системному мышлению и методов его оценки [3]. Необходимо решить, какие навыки системного мышления особенно актуальны при преподавании и изучении химии, какие темы наиболее подходят для формирования системного мышления. Показано [4], что навыки развиваются иерархическим и последовательным образом. А это означает, что достижение навыков более низкого уровня необходимо (хотя и недостаточно) для того, чтобы ученик мог перейти к навыкам более высокого уровня. Такой упорядоченный список навыков называется «Иерархической моделью системного мышления» («Модель STH») – таблица 1.

Таблица 1 – Применение навыков модели иерархии системного мышления в химии

Навык модели STH	Вопрос, который мотивирует учащихся к освоению навыков STH
Умение идентифицировать компоненты системы и процессы внутри системы	Каковы компоненты системы и каковы их характеристики?
Умение определять взаимосвязи между компонентами системы	Какие компоненты системы связаны или взаимосвязаны?
Умение определять динамические связи внутри системы	Как связаны между собой компоненты системы? Как компоненты влияют друг на друга в зависимости от времени?
Способность организовывать компоненты и процессы систем в рамках взаимоотношений	Как взаимосвязаны все отношения внутри системы?
Способность понимать циклическую природу систем	Какие закономерности повторяются в поведении системы? Что может быть причиной такого повторяющегося/циклического поведения?

Умение делать обобщения	Какие общие закономерности в этой системе могут быть применимы и к другим системам?
Понимание скрытых измерений системы	Какие невидимые компоненты и процессы могут влиять на поведение системы?
Мышление во времени: ретроспектива и прогнозирование	Как прошлые действия повлияли на текущее поведение системы? Как текущие действия могут повлиять на будущее поведение системы?

В *второй главе* показано, что проектирование учебной деятельности необходимо начинать с выбора изучаемой системы. В химии системой могут являться как целые дисциплины, так и отдельные темы. Они различаются количеством изучаемых веществ и взаимосвязей между ними, т.е. объемом системы. В качестве иллюстративного примера проектирования учебной деятельности по формированию навыков системного мышления была рассмотрена система «Химия азота и его важнейших соединений», так как она является одной из самых сложных для изучения как в школе, так и в вузе.

Следующий этап проектирования – это идентификация компонентов системы и их взаимосвязей. В школе традиционно изучается 11 соединений азота: N_2 , NH_3 , N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 , HNO_2 и ее соли, HNO_3 и ее соли, т.е. достаточно много относительно других тем. Количество изучаемых веществ в вузе зависит от сложившихся в нем педагогических традиций. Принцип отбора системообразующих веществ заключался в том, что искомое вещество должно изучаться не только в теме «Азот», но и в других темах тоже. Поэтому в вузовскую систему при изучении химии элементов добавлены N_2H_4 и NH_2OH , а также димеры N_2O_2 и N_2O_4 , изучаемые в темах «Химическая связь» и «Химическое равновесие». В результате систему «Химия азота и его важнейших соединений» составляют 15 веществ: N_2 , NH_3 , N_2H_4 , NH_2OH , 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. Остальные были исключены, так как они не являются системообразующими и не определяют поведение в целом системы «Общая и неорганическая химия». Установление взаимосвязей между выделенными соединениями предполагает использование логических операций анализа/синтеза, сравнения (однолинейного и по аналогии) и обобщения.

Так как в химии знание контролируется уровнем владения учебными умениями, такими как запись уравнений реакций, решение задач и др., предложено начинать моделирование учебной деятельности с перечня умений «на выходе». Педагогические наблюдения показывают, что школьники и студенты испытывают трудности при выполнении умений, требующих логических навыков. В системе «Химия азота и его важнейших соединений» изучаются преимущественно ковалентные молекулы. Для таких подсистем были выделены 7 основных умений, соотнесенных с необходимыми для их выполнения логическими операциями – таблица 2.

Таблица 2 – Перечень учебных умений и необходимых для их выполнения логических операций

№	Формируемое учебное умение	Логическая операция
1.	Умение составлять электронные и структурные формулы молекул.	Анализ (часть-целое, вид-вид, причина-следствие).
2.	Умение описывать строение молекул и предсказывать их устойчивость и реакционную способность.	Анализ (часть-целое, вид-вид, причина-следствие).
3.	Умение сравнивать строение молекул, их устойчивость и реакционную способность.	Сравнение однолинейное и по аналогии.
4.	Умение составлять уравнения реакций кислотно-основного взаимодействия.	Сравнение по аналогии и обобщение.

5.	Умение сравнивать кислотно-основные свойства соединений, в том числе количественные закономерности.	Сравнение однолинейное и по аналогии.
6.	Умение составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций.	Сравнение по аналогии и обобщение.
7.	Умение сравнивать окислительно-восстановительные свойства веществ, в том числе количественные закономерности.	Сравнение однолинейное и по аналогии.

Очевидно, что формирование системного мышления целесообразно начинать с самого простого умения анализировать отдельный компонент подсистемы (умения 1, 2, 4, 6), развивая первичные логические действия операции анализ (часть-целое, вид-вид, причина-следствие), а только затем переходить к формированию более сложного умения сравнивать несколько компонентов одной подсистемы (умения 3, 5, 7) – основы понимания химии как системы и требования системного мышления и системно-деятельностного подхода. Если детально проанализировать каждое базовое химическое умение, то становится очевидным, что оно является обобщенным, т.е. состоит из большего или меньшего числа других умений, которые можно назвать пошаговыми умениями. Для выявления причин несформированности обобщенного умения и далее возможности его оценивания каждое из 7 обобщенных умений было разбито на пошаговые умения, которые необходимо выполнять многократно до стабильно положительного результата. Причем важна не просто многократность тренировок, а эффективная многократность.

Таким образом, этапы проектирования учебной деятельности по развитию умений анализировать отдельные компоненты системы, следующие:

- идентифицировать систему и все ее подсистемы;
- выделить изучаемую систему;
- идентифицировать возможные компоненты изучаемой системы;

- выделить те компоненты изучаемой системы, которые входят в состав остальных подсистем данной системы;
- исключить или дополнить перечень компонентов изучаемой системы так, чтобы они присутствовали во всех подсистемах (в двух и более);
- разработать алгоритмы формирования каждого обобщенного умения, состоящего из:
 - ключевых слов предыдущего знания и их смыслового содержания;
 - набора пошаговых умений;
 - инструкций по выполнению каждого пошагового умения;
 - образца модельного ответа;
 - заданий для самостоятельной отработки на примерах других компонентов изучаемой системы.

По теме «Химия азота и его важнейших соединений» было разработано 11 алгоритмов для развития 7 обобщенных умений системного мышления. Применение данных алгоритмов к 15 азотсодержащим системообразующим веществам в сумме составили 66 заданий. Такое большое количество заданий для познания только одной подсистемы позволяет каждому студенту выбрать индивидуальную траекторию в зависимости от стартового уровня знаний, умений и своих когнитивных навыков. Разработанные алгоритмы целесообразно предъявлять в письменной форме для более эффективного восприятия учащимися с различными типами мыследеятельности, обеспечения возможности их повторного просмотра и выбора индивидуальной траектории в зависимости от стартового уровня умений и своих когнитивных навыков.

Сформированные в результате многократных тренировок пошаговые умения и становятся в конечном итоге навыком – основой системного мышления и системного знания.

Заключение. Проведен анализ данных литературы по общим подходам формирования системного мышления, а также по формированию навыков

системного мышления при обучении химии, который показал, что подход системного мышления:

- ✓ отвечает всем целям образования, так как у студентов успешно сформируются такие мыслительные способности, как умение анализировать различные ситуации и устанавливать причинно-следственные связи, обосновывать и рассуждать, интегрировать и синтезировать информацию, организовывать ее и делать выводы;
- ✓ позволяет достичь более высокого видения роли химиков в социальных системах и сообществах;
- ✓ при внедрении в практику преподавания требует изменения не только содержания, но и структуры занятий;
- ✓ необходимо использовать в качестве дополнения к репродуктивным методам;
- ✓ развивает навыки системного мышления иерархическим и последовательным образом, следовательно, достижение навыков более низкого уровня необходимо (хотя и недостаточно) для того, чтобы учащийся мог перейти к навыкам более высокого уровня;
- ✓ оценивается студентами как положительный, основанный на их опыте решения системных задач, и оказывающий положительное влияние на других студентов при внедрении в курс химии.

Так как формирование навыков системного мышления необходимо начинать с самых простых умений были разработаны этапы проектирования учебной деятельности по формированию умений в подсистеме атомно-молекулярного масштаба «Химия азота и его важнейших соединений» системы «Неорганическая химия» для химических направлений подготовки. Выделено 15 системообразующих компонентов, для которых разработано 11 алгоритмов для развития 7 обобщенных умений. Каждый алгоритм включает: ключевые слова и их смысловое содержание, пошаговые типовые алгоритмы для формирования определенного умения, примеры их выполнения и задания для закрепления. Общее число заданий для самостоятельного закрепления

умений равно 66. Данные алгоритмы позволяют развивать логические операции «анализ (часть-целое, вид-вид, причина-следствие)» и «сравнение однолинейное и по аналогии», лежащие в основе установления взаимосвязей между компонентами системы.