

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра общей и неорганической химии

**СИСТЕМНОЕ РАЗВИТИЕ КОМПЛЕМЕНТАРНОСТИ УМЕНИЙ И
НАВЫКОВ В КОМПЛЕКСЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗНАНИЯ:
МЕТОДИЧЕСКИЙ КОНЦЕПТ И РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ
«ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 2 курса 253 группы
направления 44.04.01 «Педагогическое образование» Профиль -
Актуальные стратегии и инструменты эффективного обучения химии
Института химии

Капитоновой Маргариты Александровны

Научный руководитель

доцент, к.х.н., доцент

Зав. кафедрой:

д.х.н., профессор

И. В. Кузнецова

И. Ю. Горячева

Саратов 2024

Введение. Сегодня образовательная ситуация характеризуется снижением самоменеджмента учащихся на всех уровнях обучения, что приводит к неопределенности выбора приоритетных предметов в школе, направления образования в вузе и, как итог, будущей профессии. Уже в вузе результатом такой неопределенности является сниженная мотивация, низкий стартовый уровень обученности и обучаемости, гетерогенность студенческого контингента. Особенно это относится к «трудным» и «непрестижным» направлениям подготовки, таким как естественные науки и, в частности, химия, так как для химических дисциплин в наибольшей степени характерно многообразие умений. Но именно уровнем сформированности умений в конечном итоге определяется уровень и глубина знаний по химии. Поэтому разработка новых эффективных методик формирования умений является **актуальной задачей.**

Умения чаще всего рассматриваются вторичными по отношению к знаниям. Т.е. сначала педагогом предоставляется теоретическая информация по новой теме, затем эта информация иллюстрируется одним-двумя примерами и далее обучающимся предлагается выполнить набор заданий (как правило, пять) для закрепления материала. Но такая методика «работает» в случае достаточно высокого уровня самоменеджмента, мотивации, обученности и обучаемости студентов, а сегодня таких немного. Для последних для достижения стабильно воспроизводимого результата нужны тщательно составленные пошаговые алгоритмы формирования умений и большее число закрепляющих тренировок. Но важно не просто много, а важны правильно организованные тренировки, сорок два правила проведения которых сформулированы Д. Лемовым, Э. Вулвей, К. Ецци [1].

Так как в вузе половина учебного времени отводится на самостоятельную работу, то в качестве перспективной можно рассматривать модель «Перевернутый класс», предложенную известными химиками-педагогами Д. Бергманом и А. Сэмсом и которая ориентирована именно на эффективную самостоятельную работу [2]. В России она получила свое развитие до модели

«перевернутого обучения», но преимущественно для гуманитарных дисциплин. В обеих моделях опять умения рассматриваются как вторичные по отношению к знаниям. Иной подход предлагает Д. Колб – начинать с приобретения практического опыта, а на основе его анализа уже формировать знания [3]. Модель получила название цикла Колба. Несмотря на то, что цикл Колба разработан для обучения взрослых, его можно применять и в вузе, так как студенты уже имеют некоторый практический опыт по профилирующему предмету. Несмотря на то, что модели Д. Лемова и Д. Колба разработаны для гуманитарных дисциплин, их принципы являются общенаучными, следовательно, они могут быть адаптированы и к изучению естественнонаучных дисциплин.

Не претендуя на полноту решения всех педагогических проблем, мы полагаем, что гетерогенность и уровень обучаемости студентов могут быть преодолены в рамках концепции уровневых умений, но реализовать ее как комбинацию моделей «перевернутого обучения», Д. Колба и ведущей роли тренировок Д. Лемова.

Таким образом, **целью данной работы** явилась разработка методического концепта системного развития комплементарности умений и навыков в комплексе профессионального знания на примере темы «Химическая связь».

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи:**

- Провести анализ психолого-педагогической и методической литературы по современным педагогическим технологиям формирования умений учащихся.
- Разработать методический концепт системного развития комплементарности умений и навыков.
- Создать и апробировать комплекс заданий по теме «Химическая связь» на 1 курсе химических направлений.

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

- теоретические (анализ научной, психолого-педагогической и методической литературы по рассматриваемой проблеме);
- экспериментальные (наблюдение, педагогический эксперимент, обработка и анализ полученных результатов).

Работа состоит из введения, обзора литературы, практической части, заключения, списка использованной литературы и приложений. Практическая часть включает 7 разделов: разработка методического концепта системного развития комплементарности умений и навыков, разработка уровневых заданий по теме «Химическая связь», тестирование студентов направлений «Химия», «Химическая технология» и «Педагогическое образование» в 2022-2023 и 2023-2024 учебных годах. **Научная новизна** работы заключается в разработке уровневых заданий по теме «Химическая связь» для вузов и их апробации в учебном процессе в варианте «перевернутого обучения».

Основное содержание работы. Одной из отличительных черт современной педагогической ситуации в вузе можно назвать познавательно-образовательную гетерогенность довузовской подготовки. Исходя из этого, наиболее целесообразным для оптимизации процесса обучения первокурсников мы полагаем уровневый подход. Методическое обоснование содержания и организации учебного процесса, учитывающее уровни знаний, умений и учебной деятельности, подробно разработаны В.П. Беспалько и Ю.Г. Татуром [4]. Выделим умения, так как знания по химии оцениваются по умениям студентов составлять формулы соединений, записывать уравнения реакций, оценивать реакционную способность веществ, решать экспериментальные и расчетные задачи, иллюстрировать примерами законы и принципы химии. Как показывает педагогическая практика значительная часть вчерашних школьников слабо владеет этими профильными умениями и соответствующими теоретическими основами химических знаний, не позволяющими им эффективно наращивать предметный уровень и познавательный потенциал.

Поэтому в основу обучения мы положили системное развитие комплементарности умений и навыков. Методической основой разрабатываемого концепта является интеграция модифицированной модели «перевернутого обучения», правил результативных тренировок Д. Лемова и цикла обучения Д. Колба:

- первичные простые умения (1-го уровня) формируются самостоятельно, предварительно до представления теоретического материала на лекции (модифицированная модель «перевернутого обучения»);

- идентификация предварительно сформированных простых умений при представлении теоретического материала на лекции приводит к его более глубокому пониманию и высвобождению времени для изучения нового более сложного материала и приобретению новых более сложных умений (повторная информация воспринимается легче);

- формирование умений должно быть сопряжено с измеримой и достижимой целью, ориентирующей на мотивацию выполнения упражнений (правило «вместо намерения сформулируйте цель»);

- для каждого студента нужно подбирать минимально необходимый набор первичных умений, натренированность которых обеспечит ему 80 процентов успеха (правило «правило 20/80»);

- сложные умения нужно разбивать на простые составляющие (правило «демонстрировать образец нужно маленькими фрагментами»);

- простые умения можно формировать самостоятельно при наличии тщательных инструкций (правило «покажите»);

- первичные умения важно отрабатывать до автоматизма, выполняя необходимое число заданий в зависимости от уровня обученности студента (правило «сначала – тело, потом – голова»);

- первичные умения важно повторять в течение всего курса на разных примерах (модель полного усвоения);

- умения необходимо формировать последовательно так, чтобы каждое последующее умение включало предыдущее, что обеспечивает

комплементарность и способность формирования более сложных умений (правило «сначала – тело, потом – голова»);

➤ успешным студентам нужно предлагать выполнять до лекции не только первичные, но и репродуктивные (2-й уровень) и продуктивные (3-й уровень) умения.

Данный концепт реализован на примере одной из ключевых тем курса «Неорганическая химия» – «Химическая связь». Педагогические наблюдения показывают, что она вызывает большие трудности в усвоении базовых понятий, таких как кратность, насыщаемость связи, геометрия молекул, тип межмолекулярных взаимодействий и их влияние на устойчивость, реакционную способность и свойства ковалентных молекул, широко используемых при последующем изучении химии элементов.

Ранее нами была разработана общая структура темы и выделены 20 комплементарных материализованных умений, обеспечивающих формирование системного профессионального знания. Из них для тестирования выбраны восемь минимально необходимых, для которых составлены 177 заданий трех уровней сложности, начиная от простейших действий до прогностического знания:

1. умение определять тип химической связи (двадцать заданий 1 уровня, десять заданий 2 уровня и десять заданий 3 уровня);

2. умение определять тип межмолекулярных взаимодействий (десять заданий 1 уровня, пять заданий 2 уровня);

3. умение сравнивать длины связей (десять заданий 1 уровня, шесть заданий 2 уровня и пять заданий 3 уровня);

4. умение сравнивать энергии связей (десять заданий 1 уровня, по пять заданий 2 и 3 уровней);

5. умение определять кратность связи в молекулах и частицах по методу ВС и МО (семнадцать заданий 1 уровня, девять заданий 2 уровня и пять заданий 3 уровня);

6. умение определять геометрию и тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома в ковалентных молекулах (пятнадцать заданий 1 уровня, десять заданий 2 уровня и пять заданий 3 уровня);

7. умение определять полярность молекулы (шесть заданий 1 уровня и три задания 2 уровня);

8. умение определять насыщенность молекулы (девять заданий 1 уровня и два задания 2 уровня).

Для каждого задания 1 уровня составлены типовые алгоритмы их выполнения.

Задания на отработку умения сравнивать энергии связей

Чем больше длина связи, тем меньше её энергия (тем проще её разорвать)

Типовой алгоритм сравнения энергий связи: расположите соединения SiCl_4 , CF_4 , SBr_4 , PI_3 и CCl_4 в порядке уменьшения энергии связи.

Для определения длины связи необходимо воспользоваться алгоритмом решения заданий 2.4 на отработку умения сравнивать длины связей. Так как длина связи C–F самая маленькая, следовательно, энергия этой связи самая большая. Аналогично, так как длина связи P–I самая большая, следовательно, её энергия самая маленькая. Из аналогичных рассуждений можно сделать вывод: длина связи увеличивается в ряду $\text{CF}_4 - \text{CCl}_4 - \text{SiCl}_4 - \text{SBr}_4 - \text{PI}_3$. Следовательно, энергия связи в этом ряду уменьшается.

Примеры тестовых заданий разного уровня:

1 уровень

Из предложенного перечня выберите последовательности веществ, в которых молекулы расположены в порядке уменьшения энергии связи:

- 1) HF – HBr – HCl – HI;
- 2) O₂ – F₂ – N₂ – Cl₂;
- 3) SBr₂ – SCl₂ – H₂S – H₂O;
- 4) BF₃ – BCl₃ – BBr₃ – BI₃;
- 5) SbCl₃ – AsCl₃ – PCl₃ – NCl₃.

2 уровень

Приведите примеры не менее 4-х молекул, в которых атомы связаны двойной связью. Расположите их в порядке уменьшения энергии связи. Приведите их графические формулы.

3 уровень

Объясните закономерность изменения энергий связей в ряду молекул $F_2 - Cl_2 - Br_2 - I_2$ (151, 239, 192, 149 кДж/моль, соответственно). Составьте еще два ряда однотипных двух- и трехатомных молекул. Приведите значения энергий их связей. Сравните полученные закономерности в приведенных рядах. Дайте объяснение.

Составленные задания на формирование умений 1 – 6 были внедрены в практику преподавания темы «Химическая связь» студентам направления «Химия» Института химии СГУ им. Н.Г. Чернышевского в 2022-23 учебном году. Для этого студентам предложено самостоятельно до лекции выполнить 82 задания 1 уровня с выбором одного и нескольких правильных ответов. Задания были представлены в электронной форме, время выполнения не ограничено. Их цель – актуализировать школьные знания и умения и самостоятельно сформировать такие вузовские умения, которые не требуют глубоких знаний о химической связи, но которые должны подготовить студентов к усвоению нового теоретического лекционного материала. Затем первокурсникам были прочитаны лекции по теме «Химическая связь» и предложены задания для отработки материализованных умений 2 (репродуктивные) и 3 (продуктивные) уровней. Цель тренировок заданий второго и третьего уровня – сформировать мотивацию и умения, необходимые для понимания (2-ой и 3-ий уровень знаний по В.П. Беспалько) темы «Химическая связь» и дальнейшего изучения химии элементов. Задания выполнялись самостоятельно во внеаудиторное время. Время выполнения заданий не ограничено.

Апробация разработанного методического концепта на направлении «Химия» показала незначительный педагогический эффект. Кроме того, отсутствует корреляция результатов нашего исследования с результатами электронного тестирования, проводимого лектором, что может

свидетельствовать о формальном выполнении заданий 1 уровня в варианте «перевернутого обучения» и отсутствии мотивации, что подтверждается большим числом аналогичных работ в пределах одной группы. Анализ результатов показал, что для повышения эффективности разработанного методического концепта необходимо:

1. усилить контроль сформированности первичных умений по технологии «перевернутого обучения», заменив внеаудиторный на аудиторный;
2. детализировать алгоритмы выполнения тестовых материализованных заданий 1 уровня;
3. разработать вопросы для дебрифинга для обеспечения объективной обратной связи.

В 2023-24 учебном году алгоритмы были переработаны, дополнены и детализированы, а также приведены подробные примеры. Переработанные задания были внедрены в практику преподавания темы «Химическая связь» студентам направления «Химическая технология» Института химии СГУ им. Н.Г. Чернышевского в 2023-24 учебном году в варианте «перевернутого обучения». Студентам было предложено выполнить тесты 1 и 2 уровня самостоятельно до лекций по теме «Химическая связь». Время выполнения задания не ограничено. Для контроля сформированных умений из банка заданий выборочно было составлено 10 вариантов по 5 заданий в каждом. Тестирование, с учётом выводов апробации прошлого года, проводилось в аудитории до начала лекции. Затем первокурсникам были прочитаны лекции по теме «Химическая связь» и проведено зачетное занятие по данной теме. Для зачета было разработано 10 вариантов тестов по 10 заданий в каждом (все варианты составлены из заданий общего банка). С тестами 1 уровня успешно справились 67% студентов, 2 уровня – 42%. С тестами 3 уровня хорошо справилось 60% студентов и 21% не приступали к их выполнению. Сравнение результатов до и после лекции показало, что уровень сформированности умений не изменился. Наибольшие трудности вызвали задания для отработки умений сравнивать длины связей (47%) и определять кратность связи в

молекулах и частицах по методу МО (47%). Половина заданий на данные умения была представлена тестами 2 и 3 уровней. Лучше всего справились с заданиями на отработку умений определять тип химической связи (86%) и сравнивать энергии связей (75%).

После зачета был проведен дебрифинг для обеспечения обратной связи. Анализ ответов показал, что у большинства студентов наибольшие затруднения вызвали задания 2 и 3 уровня. Как основные студенты назвали трудность придумать большое количество примеров и задания на определение типа межмолекулярных взаимодействий. В целом студенты отметили положительное влияние выполнения заданий перед лекциями. Такая практика повышает уверенность в собственных знаниях у 71% студентов, 65% респондентов выразили пожелание использовать подобные формы работы чаще.

Разработанный методический концепт также был апробирован на направлении «Педагогическое образование» в 2022-24 учебных годах. Предлагаемый банк заданий был скорректирован по сравнению с банком для направления «Химия» и «Химическая технология» с учетом более низкого стартового уровня подготовки и требований рабочей программы студентов-педагогов. Средний балл выполнения заданий в 2022-23 учебном году оказался равным 2,11, т.е. умения не были сформированы. Анализ ответов показал, что на вопрос 2-го уровня отвечали не все студенты, из них только один ответил правильно. Были студенты, которые не отвечали на вопросы ЕГЭ. Таким образом, можно предположить, что студенты-педагоги не обладают навыками самостоятельной работы, что согласуется с педагогическими наблюдениями. В 2023-24 учебном году малая выборка и большое количество иностранных студентов не позволили сделать корректные выводы.

Заключение. Проведен анализ психолого-педагогической и методической литературы по современным педагогическим технологиям формирования умений учащихся. Как перспективные были выделены

технология «перевернутого обучения», правила результативных тренировок Д. Лемова и обучение на основе практического опыта Д. Колба.

На основе интеграции трех технологий предложен концепт системного развития комплементарности умений и навыков. Выделены восемь умений, являющихся базовыми при изучении темы «Химическая связь» и последующей химии элементов. Составлены 177 заданий трех уровней сложности.

Проведена апробация разработанного методического подхода на направлениях «Химия», «Химическая технология» и «Педагогическое образование» в 2022-24 учебных годах в Институте химии СГУ им. Н.Г. Чернышевского. Результаты апробации показали, что коэффициент усвоения по большинству типов умений оказался ниже 70%. Это свидетельствует о том, что в школе недостаточно были сформированы умения самостоятельной работы, необходимые для реализации данного методического концепта. На направлении «Химическая технология» был проведен дебрифинг. Большая часть студентов оценили данную методику работы как положительную, так как позволила лучше воспринимать лекционный материал и высказали пожелание применять ее чаще.

Список использованных источников

1. Лемов, Д. От знаний к навыкам. Универсальные правила эффективной тренировки любых умений [Текст] / Дуг Лемов, Эрика Вулвей, Кейти Едци; пер. с англ. Е. Бузниковой. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 304 с.
2. Bergman, J., Sams, A. Flipped Learning: Gateway to Student Engagement [Text] / J. Bergman, A. Sams. – Eugene, Oregon and Washington, DC : International Society for Technology in Education, 2014. – 169 с.
3. Киреева, О.Н., Заблоцкая, Ю.В. Цикл Колба в тренингах [Электронный ресурс] / О.Н. Киреева, Ю.В. Заблоцкая – URL: <https://edunews.ru/intensiv/info/cikl-kolba-v-treninge.html> – Загл. с экрана. – Яз.рус.

4. Беспалько, В.П., Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов: учеб.-метод. Пособие [Текст] / В.П. Беспалько, Ю.Г. Татур. – М. :Высш. шк., 1989. – 144 с.