

## **Инновации в технологии преподавания дисциплины «Физическая и коллоидная химия» для студентов кафедры «Промышленная экология» (бакалавры)**

© Е.Е. Гончаренко, А.М. Голубев, Б.С. Ксенофонов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Рассмотрены примеры реализации новых подходов и технологий по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» для обучения студентов 3-его курса, специализирующихся по направлениям: «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», «Инженерная защита окружающей среды». Оптимальными с точки зрения эффективности применения оказались конструктивистский и проблемный подходы к обучению, которые обеспечивают умение пользоваться знанием как инструментом деятельности, приучают студентов мыслить критически, выявлять причинно-следственные отношения между теорией и практикой. Инновационные педагогические процессы в настоящее время связаны с внедрением компетентностного подхода в высшем образовании, который использовался нами при составлении программы и учебных материалов дисциплины. Так как наиболее заметная роль в инновационных подходах принадлежит применению компьютерных технологий, создан дидактический комплекс информационного обеспечения дисциплины. В состав его включены: рабочая программа дисциплины, электронный вариант лекционного курса, база данных. В дидактический комплекс входят также примеры решения задач по каждому модулю, контрольные вопросы и задачи к разделам лекционного курса с элементами научно-технического творчества. Одним из основных направлений является освоение студентами современных методов физико-химического эксперимента. В связи с этим создан маршрутный компьютерный практикум. Выполнение лабораторных работ с применением компьютерной технологии позволяет студентам приобрести навыки использования компьютерных методов для получения экспериментальных данных и их обработки. Новые подходы к обучению включают также ориентированное обучение, связанное с будущей профессией, мотивацию студентов к научно-техническому творчеству, активную связь с представителями кафедры для реализации задач учебного процесса.*

**Ключевые слова:** инновационные технологии, компетенции, программа, дидактика, дисциплина, компьютерные методы.

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» охватывает базовые знания физики, химии, математики, экологии и призвана дать студентам физико-химическое образование, являющееся теоретической основой экологических процессов, сформулировать целостное представление о научной картине мира. Интегрированный характер содержания дисциплины обусловили необходимость использования современных подходов и технологий в обучении. Здесь имеется ввиду методологическая

ориентация, позволяющая на основе системы взаимосвязанных понятий, идей, принципов и способов деятельности развить у студентов процессы самостоятельного конструирования знаний и самореализации их в продуктивной деятельности. Поэтому мы использовали технологии конструктивистского и проблемного подходов в обучении, так как основная их цель — развитие познавательных способностей студентов в инновационной среде обучения, их активное вовлечение в процесс самостоятельного конструирования знаний [1 — 3].

По мнению известных психологов и педагогов /Д. Дьюи, Ж. Пиаже, Дж. Брунера, Л. Выготского и др./, активное вовлечение в процесс обучения является труднодостижимым и решающим фактором обучения.

Как показал опыт преподавания дисциплины «Физическая и коллоидная химия», эффективными организационными формами обучения на основе современных подходов являются:

1. Создание среды, поощряющей желание студентов выдвигать гипотезы, потребность высказаться, задать вопрос, ответить на вопрос.

2. Использование проблемных вопросов, ситуаций, заданий для побуждения студентов к продуктивной творческой деятельности. При этом важно, чтобы проблема была близка к реальности, актуальна, связана с проблемами экологии. Это способствует внутренней мотивации студентов к ее изучению и решению.

3. Стимулирование умственной деятельности студентов, поддержка их инициативы, поощрение обмена мнениями по решаемой проблеме.

4. Для создания конструктивистской среды, стимулирующей творческую деятельность студентов, важное значение имеет использование когнитивной терминологии [6 — 8] на лекциях, в домашних заданиях, при защите модулей: проанализируйте, обоснуйте, исследуйте, оцените, спрогнозируйте.

Интегрированным с нашей точки зрения является сочетание конструктивистского подхода к обучению с контекстным. При контекстном обучении с помощью всей системы дидактических форм, методов и средств моделируется предметное и социальное содержание будущей профессиональной деятельности специалиста. Социальный контекст предполагает наличие умений социального взаимодействия и общения [6 — 8].

Перечисленные эффективные организационные формы обучения на основе современных подходов активно используются при чтении лекций, все разделы которых согласованы с кафедрой «Промышленная экология». Поэтому на лекциях рассматриваются значение изложенного материала для решения экологических проблем. Такие же формы обучения используются при формулировке условий задач в домашних заданиях, а также в двух промежуточных аттестациях (защите модулей).

В качестве примера можно привести типовое задание к контролю выполнения второго модуля.

1. Вычислите адсорбцию (моль/м<sup>2</sup>) пропионовой кислоты  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COOH}$ , если при  $T = 298\text{ K}$  поверхностное натяжение водного раствора ( $\sigma$ ) с концентрацией раствора 0,5 моль/л равно  $\sigma = 55,6\text{ МДж/м}^2$ , а поверхностное натяжение воды равно  $\sigma(\text{H}_2\text{O}) = 71,96\text{ МДж/м}^2$ . Обоснуйте, является ли пропионовая кислота поверхностно-активным веществом (ПАВ)? Для каких целей используются ПАВ в экологии? Какую величину адсорбции вы рассчитываете: абсолютную или избыточную?

2. При очистке воды в нее вводят  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  или  $\text{FeSO}_4$ , после чего происходит интенсивное выпадение осадка. Объясните это явление, если коллоидные частицы в природной воде имеют отрицательные электрические заряды, а вводимые соли подвергаются гидролизу. Рассмотрите строение мицеллы. Спрогнозируйте, какие соли еще можно использовать для водоочистки и какие процессы лежат в основе их использования?

3. При достаточно медленном введении раствора  $\text{ZnCl}_2$  в разбавленный раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  образуется коллоидный раствор  $\text{ZnS}$ . Рассмотрите строение мицеллы, укажите знак заряда коллоидных частиц золя. Проанализируйте, какой из электролитов:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  обладает наибольшей коагулирующей способностью. Рассчитайте порог коагуляции золя этим электролитом, если на 100 м<sup>3</sup> сточных вод расходуется 1 м<sup>3</sup> 25% раствора электролита (плотность раствора принять равной единице). Обоснуйте применение процесса коагуляции при водоочистке.

Большая роль в реализации технологий конструктивистского и проблемного подходов к обучению принадлежит контролируемой самостоятельной работе студентов (КСР) [9 — 11]. На КСР мы имеем возможность не только объяснять решение задачи, но и активизировать творческую деятельность студентов, обсуждая проблемные вопросы, гипотезы, устраивая дискуссии. Студенты учатся выступать перед аудиторией и высказывать свое мнение, что очень важно при обучении.

В настоящее время инновационные педагогические процессы связаны с использованием идей компетентностного подхода в высшем образовании. Термин компетенция широко внедрился в образовательный процесс [3 — 5].

С 1960 г. различают два понятия: «компетенция» и «компетентность», как обладание компетенцией. В последние годы компетентностный подход укрепил свои позиции, вышел на общеметодологический уровень и стал одним из ведущих.

В состав компетенции входят: знания, умения, личная значимость, опыт деятельности, действия по отношению к определенным объектам действительности.

Компетенция как открытая система гибко изменяется в соответствии с изменением социального и культурного опыта.

Компетентностный подход в образовании использовался нами при составлении программы и учебных материалов дисциплины.

Фундаментальный характер программы по физической и коллоидной химии способствует формированию дисциплинарных компетенций и вырабатывает у студентов умение применять теоретический материал к решению экологических проблем.

Основная цель дисциплинарных компетенций — овладение студентами теоретическими закономерностями по фундаментальным разделам физической и коллоидной химии, умение эффективно решать научно-прикладные задачи и применять полученные знания для охраны и очистки природной среды.

Большое значение для формирования профессиональных качеств будущего специалиста имеют общекультурные компетенции: формирование духовно-нравственной личности, интегрированной в современном обществе, обладающей предприимчивостью, самостоятельностью в принятии решений, владеющей культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, умеющий грамотно и четко формулировать свои мысли, понимающий социальную значимость своей будущей профессии.

Одной из самых главных инженерно-экологических компетенций является способность брать на себя ответственность за выработку и принятие решения в связи с возникшей экологической ситуацией и готовность участвовать в реализации практических действий. Компетентностный подход несомненно способствует улучшению образования, обеспечивая развитие и саморазвитие профессионально-компетентной личности.

Большое значение при инновационном обучении имеет применение компьютерных технологий [9 — 10]. В связи с этим для студентов, изучающих дисциплину «Физическая и коллоидная химия» был создан дидактический комплекс информационного обеспечения дисциплины. В состав его входит база данных, необходимая для выполнения двух домашних заданий и пяти лабораторных работ в компьютерном практикуме, а также совокупность других дидактических средств и методических материалов, обеспечивающих учебный процесс. Дидактический комплекс включает также: рабочую программу дисциплины, конспект лекционного курса, набор задач с примерами решения по каждому модулю, контрольные вопросы и задачи по разделам лекционного курса с элементами научно-технического творчества, электронные версии ме-

тодических указаний к лабораторным работам. Таким образом, работая в лаборатории, студенты имеют весь необходимый учебный материал.

Одной из основных задач является освоение студентами современных методов физико-химического эксперимента. Программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» составлена с применением компьютерной технологии [12 — 16] и включает:

1. Разработку маршрутного практикума.
2. Отбор задач, которые можно решить с применением компьютерной технологии.
3. Отработку методик решения этих задач с компьютерным и программным обеспечением.
4. Использование компьютерной технологии при выполнении лабораторных работ и обработки данных, а также для научных исследований.

Маршрутный лабораторный практикум ориентирован на разделы физической и коллоидной химии, которые могут помочь будущим специалистам эффективно решать научно-прикладные задачи.

Поэтому в практикум включен такой важный для экологов материал, как адсорбция, химическая кинетика, катализ, фазовые равновесия в бинарных системах, устойчивость и коагуляция коллоидных систем, взаимная коагуляция зелей. Выполняя лабораторные работы, студенты осваивают компьютерные методики и работу с компьютерными программами, применяемыми для расчетов. Эти навыки они в дальнейшем используют в научно-исследовательской работе.

Новые подходы к обучению включают ориентированное обучение, связанное с будущей профессией и способствующее мотивации студентов к научно-техническому творчеству.

Мотивация студентов к научно-техническому творчеству в рамках учебного процесса является очень важной и сложной задачей. Правильная мотивация позволяет достичь высокой творческой активности студентов, качества и результативности научно-исследовательской работы, более высокого уровня профессиональных компетенций [3 — 4].

Решение этой проблемы в нашем случае возможно только при установлении активной связи с представителями кафедры «Промышленная экология». Здесь имеется ввиду разработка совместных программ, пособий и апробация их в учебном процессе. Представляет интерес изучение учебных планов бакалавров в зарубежных вузах и развитие международных контактов. Поэтому в дальнейшем возможно совместно с кафедрой «Промышленная экология» приглашение ведущих ученых и специалистов, организация их лекций и семинаров для студентов.

Хотелось бы отметить, что нам удалось установить активную связь с ведущими специалистами кафедры — Б.С. Ксенофонтовым,

С.Г. Смирновым, В.С. Спиридоновым и др., — которые помогли составить программу учебной дисциплины, связанную с основными направлениями научно-исследовательской работы кафедры.

В настоящее время мы проводим совместную научно-исследовательскую работу по очистке сточных вод промышленных производств под руководством академика РАЭ, профессора, доктора технических наук Б.С. Ксенофонтова, к которой привлекаем студентов и аспирантов.

В рамках учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия» студенты занимаются термодинамическими и кинетическими расчетами экологических процессов. Кроме того, они участвуют в научно-методических исследованиях по постановке и отработке методики новых компьютерных лабораторных работ. Свои работы студенты докладывают на научно-технической конференции кафедры «Промышленная экология». Это способствует повышению внутренней мотивации студентов к изучению и решению экологических проблем.

Активную роль в реализации новых подходов при обучении играет разработка учебно-методического обеспечения с элементами научно-технического творчества. Использование современных подходов и технологий в обучении для побуждения студентов к продуктивной творческой деятельности предусмотрено во всех методических пособиях и учебных материалах [12 — 16], входящих в дидактический комплекс информационного обеспечения дисциплины.

Применяя технологии ориентированного обучения [1, 10], связанного с будущей профессиональной деятельностью студентов, мы значительное внимание уделяем физико-химическим процессам, лежащим в основе очистки сточных вод промышленных производств и отходящих газов, а также утилизации твердых отходов. Применение физико-химических закономерностей к экологическим процессам и использование их для защиты окружающей среды вызывает большой интерес у студентов и способствует увеличению их творческой активности.

**Выводы.** 1. Рассмотрено применение инновационных подходов и технологий для студентов третьего курса кафедры «Промышленная экология», обучающихся по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» (бакалавры).

2. Опыт преподавания дисциплины показал, что сочетание конструктивистского и проблемного подходов к обучению с элементами контекстного, моделирующих предметное и социальное содержание будущей профессиональной деятельности студентов, активизирует их творческую активность и дает положительные результаты.

3. Так как инновационные педагогические процессы связаны с использованием компетентностного подхода, рассмотрено его применение к студентам инженерно-экологического профиля. Такой подход, несо-

мненно, способствует улучшению образования, так как обеспечивает развитие профессионально-компетентной личности.

4. При использовании современных подходов к обучению большое значение имеет применение компьютерных технологий. Создание дидактического комплекса информационного обеспечения дисциплины, компьютерного лабораторного практикума, использование компьютерной технологии для получения и обработки экспериментальных данных, а также работа с компьютерными программами позволяет студентам получить навыки, необходимые для научно-исследовательской работы.

5. Большие возможности для мотивации студентов к научно-техническому творчеству дает ориентированное обучение, связанное с их будущей профессией. Оно обеспечивается при активном контакте с представителями кафедры.

6. Опыт преподавания дисциплины показал, что большая роль в реализации конструктивного и проблемного подходов к обучению принадлежит контролируемой самостоятельной работе студентов (КСР). Эти занятия при использовании инновационных технологий можно применять для стимулирования умственной и творческой деятельности студентов.

7. На основе современных подходов к образованию и опыта преподавания сформулированы эффективные организационные формы обучения студентов по дисциплине «Физическая и коллоидная химия».

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Никитин В.Я., Дракина И.К., Кривых С.В., Павлова О.В., Гербачевская Н.В., Кузина Н.Н. *Профессиональное образование в условиях реализации ФГОС: Монография*. Санкт-Петербург, ИПК СПО, 2012, 184 с.
- [2] Максимов Н.И. *Федеральный государственный образовательный стандарт для высшей школы*. URL: [http://www.akvobr.ru/fgos\\_dla\\_vysshei\\_shkoly.html](http://www.akvobr.ru/fgos_dla_vysshei_shkoly.html) (дата обращения 11.06.2013)
- [3] Володарской И.А., Зинченко Ю.П. *Психолого-педагогическое сопровождение реализации инновационных образовательных программ*. Москва, Изд-во МГУ, 2007, 120 с.
- [4] Афанасьев Т.П., Караваева Е.В., Канукоева А.Ш., Лазарев В.С., Немова Т.В. *Методические рекомендации по разработке и реализации на основе деятельностно-компетентностного подхода образовательных программ ВПО, ориентированных на ФГОС третьего поколения*. Москва, Изд-во МГУ, 2007, 96 с.
- [5] Зимняя И.А. Компетентностный подход. Каково его место в системе современных подходов к проблемам образования. *Высшее образование сегодня*. 2006, №8, с. 20 — 26.
- [6] Давыдов В.В. *Виды обобщения в обучении: логико-психологические проблемы построения учебных предметов*. Москва, Педагогическое общество России, 2000, 480 с.

- [7] Accreditation Policy and Procedure Manual. Effective for Evaluation During 2001-2002. Accreditation Cycle. Engineering Accreditation Commission / Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc., Market Place, Suite 1050, Baltimore, MD 21202.
- [8] Beck U., *Risk Society: Toward a New Modernity*. Handan: Sage Publications, 2002, 260 p.
- [9] Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации URL: <http://mon.gov.ru/pro/fgos/>.
- [10] Официальный сайт МГТУ им. Н.Э. Баумана URL: <http://technical.bmstu.ru/што>.
- [11] Сенашенко В., Жалнина Н. Самостоятельная работа студентов: актуальные проблемы. *Высшее образование в России*, 2006, №7, 103 с.
- [12] Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф.З., Авсинеева Н.К. *Устойчивость и коагуляция лиофобных зольей*. 2011, 50 с.
- [13] Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф.З., Степанов М.Б. и др. *Методические указания к решению задач по курсу «Физическая и коллоидная химия»*. 2006. – 70 с.
- [14] Гончаренко Е.Е., Елисеева Н.М. *Адсорбция органических кислот*. 2008, 21 с.
- [15] Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф.З., Голубев А.М., Горячева В.Н. *Изучение взаимной растворимости жидкостей в двухкомпонентной системе*. 2012, 28 с.
- [16] Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф.З., Голубев А.М. *Химическая кинетика и катализ*. 2012, 52 с.

Статья поступила в редакцию 26.06.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Гончаренко Е.Е., Голубев А.М., Ксенофонтов Б.С. Инновации в технологии преподавания дисциплины «Физическая и коллоидная химия» для студентов кафедры «Промышленная экология» (бакалавры). *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 6. URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/785.html>

**Гончаренко Евгения Евгеньевна** — канд. хим. наук, доцент кафедры «Химия» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 научных работ в области физической химии. e-mail: [eeg84@bmstu.tu](mailto:eeg84@bmstu.tu)

**Голубев Александр Михайлович** — д-р хим. наук, заведующий кафедрой химии МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор. Автор более 150 научных работ в области кристаллохимии и физической химии.

**Ксенофонтов Борис Семенович** — д-р техн. наук, профессор кафедры «Промышленная экология» МГТУ им. Н.Э. Баумана, академик Российской экологической академии. Автор более 250 научных работ, в том числе 7 монографий по очистке природных и сточных вод.