МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ХИМИИ

Зеленцов С.В.

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, г. Н.Новгород

Описаны методологические основы создания электронного учебника по квантовой химии, включающего систему контроля знаний студентов. Предусмотрены средства создания новых лекций и проверочных заданий, средства идентификации пользователей и защиты программного продукта от несанкционированного доступа. Система построена с использованием pHp-скриптов.

Введение

Развитие интернетовских технологий позволяет по-новому организовать образовательный процесс. В нем работа студентов с информационными ресурсами, размещенными дистанционно по отношению к студенту, становится важной формой обучения. По-видимому, на данном этапе уже можно говорить о появлении дистанционного образования, как формы обучения студентов [1,2].

Дж. Лаговский [1] считает, что новой системе химического образования с использованием сетевых информационных технологий присущи следующие черты:

- индивидуализация образовательного процесса; возможность избавиться от необходимости ориентации на "среднего студента";
- коллективность работы студентов по овладению курсом, которая обеспечивается благодаря общению студентов, изучающих курс при помощи электронной почты, участия их в форумах, использования ими единого математического обеспечения;
- преподаватели превратятся в гидов, ведущих студентов к овладению знаниями, не только предоставляя студентам свои обучающие материалы в электронном виде, но и обучая студентов поиску необходимой им информации в Интернете;
- быстрая адаптация курсов к быстро изменяющемуся предметному содержанию химии.

Можно много говорить о преимуществах и недостатках, как традиционного способа обучения, так и его дистанционной формы. Можно их сравнивать, но как нам кажется, нельзя противопоставлять. Следует говорить не об отдельных формах обучения, но о едином образовательном процессе, включающем кроме традиционных лекций, семинарских занятий и практикумов как неотъемлемую часть работу студентов и преподавателей с программами и информационными ресурсами, расположенными на удаленных компьютерах.

Одним из главных недостатков системы дистанционного обучения (или, точнее, дистанционной формы образовательного процесса) является пассивная форма восприятия обучаемыми информационных материалов, в частности, конспектов лекций. Студент, читающий лекции на образовательном сайте, как правило, лишен возможности активного восприятия излагаемого материала. Лишенный общения с преподавателем обучаемый не имеет способа самоконтроля как правильности понимания прочитанной им информации, так и степени овладения ею. Именно поэтому, при использовании дистанционной формы чрезвычайно возрастает значение правильной организации опросной системы. К сожалению, научных работ, посвященных этому важнейшему вопросу, в литературе практически не имеется.

Опросные системы в химии.

Опросная система, входящая в состав электронных средств обучения, должна быть, по крайней мере, трехуровневой.

На первом уровне производится определение правильности овладения понятийным аппаратом предмета в процессе изучения студентами курса лекций. Опросные системы второго уровня предназначены для текущего контроля знаний студентов. На третьем уровне

производится контрольная оценка знаний студентов. Если на первом уровне опросные системы должны работать в автоматическом режиме и не требуют существенного вмешательства со стороны преподавателя (кроме, контроля качества лекций и опросного материала в режиме отложенного контроля результатов тестирования), то на втором и третьем уровнях роль преподавателя существенно возрастает. Он может активно вмешиваться (по результатам работы опросных систем), изменяя как скорость, так и глубину овладения студентом знаниями, позволяя студенту получить или не получить доступ к соответствующим информационным страницам. Иначе говоря, он может "персонифицировать" процесс овладения студентом лекционным курсом. Особенно сильно возрастает роль преподавателя при контрольной оценке знаний студентов. Здесь появляется возможность индивидуального для каждого из студентов подхода к форме опроса и способам оценки результатов его.

Проведенное автором изучение литературы по дистанционным средствам обучения позволило придти к выводу о том, что методология создания опросных систем развита недостаточно и является слабым местом, замедляющим использование дистанционных форм обучения в учебном процессе. В данном кратком сообщении предложены некоторые элементы такой методологии.

Следует особо отметить, что автора интересовала, прежде всего, методология создания опросных систем в химии. Хорошо известно, что информационные потоки в этой области характеризуются высокой степенью неоднородности и содержат в себе текстовые, формульные и графические объекты [3]. Последнее усложняет процесс написания вопросов и тестов (а также других опросных заданий), и методологию реализации их в программный продукт, в целом.

Особо следует остановиться на выборе наиболее удачной Web-технологии для реализации опросных систем по химии. Любой сценарий будет основываться на обработке HTML-форм. Однако выбор варианта реализации обработок актуален. Мы считаем, что наиболее подходит для этой цели технология Web-программирования с использованием php-скриптов.

Опросная система первого уровня

Опросная система первого уровня предназначена для определения овладения студентами понятийным аппаратом предмета в процессе изучения им лекций. При работе с опросной системой первого уровня возможны два варианта.

Согласно первому студенты могут пользоваться электронным учебником (например, открыв в другом окне Web-браузера соответствующую лекцию курса). Целью этого варианта является уточнение студентом понимания прочитанных лекций. Вопросы имеют в основном малую степень сложности. Наиболее приемлемыми являются альтернативные вопросы и вопросы с множественным выбором ответов. Ниже приведены примеры вопросов такого типа.

Альтернативный вопрос

Какое из приведенных ниже определений квантовой химии является наиболее полным?

1. Квантовая химия – наука об электронном строении атомов и молекул.
2. Квантовая химия - раздел физической химии, в котором изучается квантово-механическое описание атомов и молекул.
3. Квантовая химия - раздел физической химии, в котором химические проблемы решаются при помощи методов квантовой механики.
4. Квантовая химия - раздел физической химии, в котором применяется гипотеза о квантовании.
5. Квантовая химия - раздел физической химии, в котором химические проблемы решаются при помощи уравнения Шредингера для атомных или молекулярных систем.

Таким образом, из возможных вариантов ответов студент должен выбрать лишь один, который является верным.

Здесь следует отметить следующее. Преподаватель может дифференцированно подходить к оценке неверных ответов. Некоторые из возможных ответов должны быть "почти верными". В этом случае даже, если студент дал неверный ответ, он получает оценку, правда несколько меньшую, чем за полный правильный ответ. Для приведенного выше примера предусмотрены следующие оценки.

Номер ответа	1	2	3	4	5
оценка	0	3	5	0	4

Вопрос с множественным выбором ответов

"Из перечисленных ниже утверждений выберите те, которые вступают в противоречие с моделью атома Резерфорда".

1. Атом состоит из положительно заряженного ядра и вращающегося вокруг него электрона.
2. Атом имеет конечные размеры.
3. Атом не излучает энергию все время.
4. Молекулы состоят из атомных ядер и электронов.
5. Спектр испускания атома является дискретным.

В этом случае, из возможных вариантов ответов студент должен выбрать несколько. Как и в случае альтернативных вопросов, преподаватель может дифференцированно подходить к оценке выбора студентом различных вариантов ответов. Общую оценку можно определить по формуле $\frac{1}{2}\left(5+\sum_{i=1}^{все} a_i\right)$, где a_i – вклад в оценку выбора i-го варианта ответа. a_i может быть как положительным, так и отрицательным числом, причем $\sum_{i=1}^{все} a_i = 0$. Для приведенного вопроса величины a_i приведены в таблице

ответ	1	2	3	4	5
a_i	-2.5	1.67	1.67	-2.5	1.66

Согласно второму варианту ответы на вопросы по прочтении лекций даются "без подглядывания" в текст лекций. Уровень сложности вопросов для проведения опросов второго варианта может быть несколько выше и соответствовать уровню "малой или средней" сложности. В отличие от первого варианта вариант "без подглядывания" предназначен не только для самоконтроля студентов, но и контроля преподавателем качества и скорости овладения студентом материалом лекций. В дальнейшем планируется включить в программу механизм выдачи студенту рекомендаций по тому, на что следует обратить внимание при повторном прочтении материалов лекций.

Программно вопросы альтернативного типа оформляются как элементы форм типа "radio button". В них можно употреблять как текстовые элементы, так и рисунки. Вопросы с множественным выбором легче всего реализовать при помощи элемента "checkbox".

Определенную сложность представляет реализация опроса, содержащего одновременно альтернативные вопросы и вопросы с множественными ответами. Выходом является динамическое формирование имен переменной элемента "checkbox". Последнее легко осуществляется средствами php-технологии.

Опросные системы второго уровня

Опросные системы второго уровня предназначены для текущего контроля знаний студентов, прежде всего, преподавателем. Целью такого контроля является выработка преподавателем рекомендаций по наиболее рациональному для каждого студента темпу овладения курсом. Другой целью является оценка текущей успеваемости каждого из студентов.

Рекомендации позволяют персонифицировать процесс обучения. В своих рекомендациях преподаватель может снизить или увеличить темп проработки курса студентом, подобрать адекватную сложность вопросов и упражнений. Кроме того, преподаватель может изменить и содержание текстов, предназначенных для студента (сделать доступными/недоступными те или иные HTML-страницы, порекомендовать ему ссылки, полезные для изучения в качестве дополнительной литературы и т.п.). Рекомендации преподаватель может реализовать в виде посланий студенту по E-mail или в виде записей в "гостевой книге", размещенных на персональных страницах каждого из студентов. Кроме того, описанный механизм позволяет студенту задать вопрос преподавателю, высказать свои пожелания и т.п. (например, через участие в "форумах" по курсу).

Базы данных, обслуживающие опросные системы второго уровня, должны содержать вопросы и задания как средней, так и существенной степени сложности. Желательно, чтобы они носили обобщенный характер и относились к группам лекций, объединенных общей тематикой. Они содержатся в проверочных работах для каждой лекции, а также сгруппированы в проверочные работы по каждой изучаемой теме. На выполнение проверочной работы отводится строго определенное время. Вопросы и задания, которые студент не выполнил или не успел выполнить, считаются невыполненными. При выполнении студентами проверочных работ доступ их к тексту лекций блокируется. Время, отводимое на выполнение проверочной работы студентом, не должно превышать полуторного времени по сравнению со временем, затрачиваемым на выполнение работы студентом-отличником.

Опросная система второго уровня содержит более разнообразные формы вопросов. Кроме альтернативных и вопросов с множественным ответом присутствуют вопросы типа: написать название термина, соответствующее данному в вопросе определению, ввести численный или символьный ответ, являющийся решением сформулированной в вопросе задачи и т.п. Как и в первом случае, оценка ответов осуществляется при помощи php-скриптов. Оценки доступны для студентов, записываются в базу данных прохождения студентами обучения, высылаются преподавателю по E-mail.

Вопрос по написанию названия термина.

"Введите термин, который наиболее точно соответствует приведенному ниже определению.

Одноэлектронная волновая функция, описывающая молекулярную систему, - …"

Варианты возможных ответов в этом случае могут быть предопределенными (студент выбирает их из ниспадающего списка) и произвольными по форме и содержанию. В частности, для сформулированного выше вопроса возможны следующие варианты.

вариант ответа	оценка
"молекулярная орбиталь"	5
"орбиталь"	3
"МО"	3
"МО ЛКАО"	1

Для всех других вариантов ответов оценкой следует считать "0".

Наиболее просто данный вопрос реализуется при помощи элемента "text" с последующим анализом переменной, передаваемой в php-скрипт.

По-видимому, на тестах, предполагающих введение численных или символьных выражений, соответствующих решению сформулированной в вопросе задачи, подробно останавливаться не имеет смысла. Реализуются они аналогично описанному выше случаю опросной системы первого типа.

Опросные системы третьего уровня

Целью опросной системы третьего уровня является контрольная проверка (оценка) знаний студентами основ курса. Она состоит из двух частей.

На первом этапе производится оценка полноты усвоения студентами терминологии, а также массива знаний, составляющих предметную часть изучаемого курса. Методология проведения такой оценки аналогична опросным системам второго уровня. Отличия состоят в следующем:

- используются наборы вопросов средней и высокой степени сложности, носящие обобщающий характер (т.е. такие, для нахождения верного ответа на которые требуется знание нескольких разделов курса; которые затрагивают глубинные взаимосвязи между описанными в курсе явлениями);
- используется жесткий контроль времени, затрачиваемого студентом на поиск ответа, причем время, выделяемое студенту на вопрос, зависит от сложности вопроса;
- используется более "полярная" система оценок ответов на вопросы;
- количество вопросов должно быть достаточно большим, что должно позволить оценить знания студента более адекватно.

В качестве вопросов и заданий первого этапа опросной системы третьего уровня можно использовать небольшие задачи, предполагающие проведение непродолжительных во времени математических расчетов и требующие знания основных положений курса. В качестве программной реализации рекомендуется использовать не выбор ответов из заранее заданных, а ввод верного ответа.

На втором этапе производится оценка усвоения студентами логических взаимосвязей между отдельными компонентами курса, методологии использования положений курса для решения задач теоретической и экспериментальной химии. В этом случае применение вопросов и заданий, предполагающих выбор (как единственный, так и множественный) из предопределенных ответов, должно быть уменьшено значительно по сравнению с описанными ранее способами проведения опроса. Их частично должны заменить вопросы и задания, предполагающие ввод ответа, а также написания студентом собственных определений или ответов на вопросы, состоящих из нескольких предложений. Кроме того, можно в качестве задания предложить написание небольшого эссе на темы, затронутые в курсе. Проверка знаний студентов на втором этапе опросной системы третьего уровня осуществляется автоматически в случае вопросов с предопределенными ответами и в "отложенном режиме" преподавателем для оценки ответов на вопросы, требующие расширенных ответов.

Оценка сложности вопросов

Наибольшую сложность при создании метода адекватной оценки знаний представляет разработка критериев для определения степени сложности вопроса. Безусловно, всегда можно воспользоваться "экспериментальным" методом определения. Согласно ему сложность вопроса пропорциональна количеству студентов, давших неверные ответы, отнесенному к количеству студентов, принимавших участие в тестировании. Однако, такой подход не позволяет проводить априорные оценки сложности, что бывает необходимо при обновлении курса.

Другим методом являются экспертные оценки вопросов и заданий при помощи опросов преподавателей. В этом случае необходимо разработать набор критериев опроса и величин

вкладов их в сложность вопросов. Для пояснения ниже приведены критерии, которые использовались нами.

1. Оцените вклад механического запоминания студентами материала лекций, необходимого для успешного ответа ими на поставленный вопрос, p_1.
2. Оцените вклад творческого начала, p_2.
3. Оцените вклад необходимости хороших знаний ранее изложенного материала, p_3.
4. Оцените вклад необходимости обобщения изложенного материала, p_4.
5. Оцените математическую сложность поставленного вопроса, p_5.
6. Оцените роль напряжения внимания (т.е. быстроты понимания опрашиваемым сущности вопроса), p_6.
7. Оцените вклад интуиции для ответа на поставленный вопрос, p_7.

Здесь $p_1, p_2, \ldots, p_7$ – величины, лежащие в интервале от 0 до 100%.

Используя полученные оценки, степень сложности вопроса можно попытаться определить по формуле:

Сложность вопроса = $0.05 \cdot p_1 + 0.25 \cdot p_2 + 0.15 \cdot p_3 + 0.2 \cdot p_4 + 0.1 \cdot p_5 + 0.05 \cdot p_6 + 0.2 \cdot p_7$.

Безусловно, критерии оценки сложности, а также вклад этих критериев в величину сложности вопроса будут определены нами более тщательно в ходе дальнейшей работы.

Описанная опросная система, безусловно, далека от совершенства. В дальнейшем мы надеемся ее усовершенствовать, в частности, более тщательной проработкой вопросов, связанных с выработкой критериев оценки знаний. Кроме того, необходимо интегрировать ее в систему Интернет, сделать ее, по крайней мере, двуязычной и снабдить курс лекций необходимыми ссылками, позволяющими студентам легко пользоваться ресурсами Интернета.

Литература

1. *Lagowski J.J.* The role of distance learning in chemical education // Pure Appl.Chem. 1999. V.71. No. 5. P. 845-850.
2. *Takeuchi Y., Hosoya H., Yoshida H.* Virtual chemical education – novel teaching materials by means of the Internet // Pure Appl.Chem. 1999. V.71. No. 5. P. 825-834.
3. *Зеленцов С.В.* Компьютерное моделирование как метод изучения фотохимических реакций // I Нац. конф. "Информационно-вычислительные технологии в решении фундамент. научных проблем и прикладных задач химии, биологии, фармацевтики и медицины". М.: 2002. http://www. ncgroup.ru/conference/enter. ИВТН-2002ю № 104.