

УДК 378.147

**Л. С. КАРПУШЕНКОВА,
С. А. КАРПУШЕНКОВ**

ЛЕКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ MS PowerPoint

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Рассмотрены особенности подготовки презентационных материалов для проведения лекционных занятий со студентами химических специальностей по дисциплинам различной направленности. На основании личного опыта работы авторов, а также опыта работы преподавателей кафедр физической и неорганической химии БГУ даны практические рекомендации по содержанию и оформлению презентационных материалов для дисциплин с различной спецификой. Рекомендации могут оказаться полезными для преподавателей учреждений высшего, среднего и среднего специального образования.

Peculiarities of presentations preparation to lecture for the students of chemical specialties including disciplines of various kinds are considered. Practical recommendations on the content and design of presentation materials for subjects with different characteristics are presented based on personal practice of the authors, as well as on the experience of lecturers of physical and inorganic chemistry at the BSU. The recommendations can be useful for lectures at universities, secondary and specialized secondary schools.

Ключевые слова: лекции; демонстрационные материалы; MS PowerPoint.

Keywords: lectures; demonstration materials; MS PowerPoint.

Традиционная и ведущая форма обучения в учреждениях высшего образования — лекция. Сам термин произошел от латинского «lectio» — чтение и обозначает устное последовательное и систематическое изложение материала по какой-либо теме [1]. Основная цель лекционного занятия — формирование основы для усвоения студентами учебного материала. Лекция также выполняет научные, воспитательные и мировоззренческие функции, способствует развитию у студентов интереса к выбранной профессии. Особенное значение лекция принимает в том случае, когда является основным источником информации при отсутствии учебных пособий, например когда новые научные данные по той или иной теме еще не нашли отражения в учебниках, но это чрезвычайно редкий случай. Сегодня необходимость в проведении лекций-диктантов практически отсутствует. Тем не менее лекционная форма учебных занятий не потеряла своей актуальности: на лекциях рассматриваются сложные вопросы программы, освещаются нерешенные проблемы в конкретной научной области, приводятся различные гипотезы, объясняющие одно и то же

малоизученное явление. Все это способствует проявлению интереса к изучаемой дисциплине, побуждает к самостоятельному анализу и учебному поиску.

Ведущая роль на лекционном занятии принадлежит преподавателю. От него требуется не только хорошее знание учебного материала, но и умение представить его аудитории: изложить его интересно, образно и четко. Интерес к предмету повышается, если наряду с систематическим изложением материала, включенного в программу дисциплины, лектор показывает свое понимание перспектив развития предмета, делится опытом собственных научных разработок, может обратиться к истории и причинам, побудившим к исследованию того или иного явления. От современного лектора требуется не только знание конкретного предмета, но и широкая эрудиция, умение наладить контакт с аудиторией.

В современных условиях периодически возникают вопросы о целесообразности проведения традиционных лекционных занятий, особенно со стороны студентов. Некоторые преподаватели также считают аудиторно-лекционную форму занятий устаревшей, не отвечающей современным требованиям. На традиционной лекции студенты зачастую просто пассивно присутствуют в аудитории, механически переписывая с доски информацию, что не способствует развитию критического мышления и стремления к продолжению изучения материала самостоятельно. Однако проведение лекционных занятий в Республике Беларусь предусмотрено образовательными стандартами и типовыми учебными планами всех специальностей. Для привлечения студентов в аудитории становится актуальной проблема сочетания традиционного чтения лекций с активными методами обучения [2–4], например визуализацией представляемого материала.

Аудиовизуализация лекций как средство интенсификации учебного процесса распространялась в СССР по мере развития учебного телевидения [1]. Преподаватель мог воспользоваться готовым учебным фильмом либо подготовить материал самостоятельно. Сейчас в интернете можно найти учебные фильмы, не потерявшие своей актуальности. Несмотря на высокую эффективность, как обучающую, так и психологическую [5], лекция с аудиовизуализацией использовалась и используется редко. Преподавателей сдерживают отсутствие необходимых технических средств обучения (ТСО) и возникающие сложности при конструировании дидактического материала.

Самый распространенный способ визуализации лекций — подготовка демонстрационных материалов (презентаций в программе MS PowerPoint).

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА СОЗДАНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОГРАММЕ MS PowerPoint

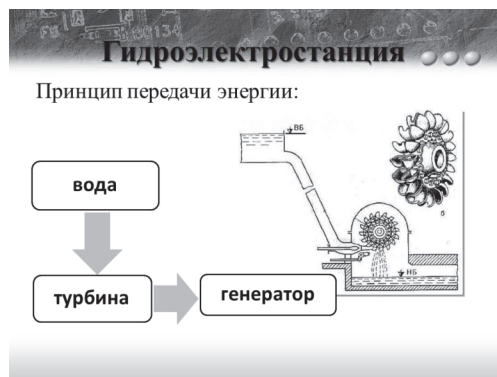
Использование презентационных материалов MS PowerPoint позволяет наглядно представить изучаемый материал в виде статической текстовой или графической информации и анимации [6]. Такая форма занятий относительно легка в техническом обеспечении (необходимо наличие проектора и компьютера с установленной программой Microsoft PowerPoint, входящей в состав стандарт-

ного пакета Microsoft Office). В то же время за внешней легкостью презентаций стоят тщательная подготовка выступления, планирование демонстрационных материалов, сбор и обобщение необходимой информации, четкое знание временных рамок и правильный выбор необходимых технических средств.

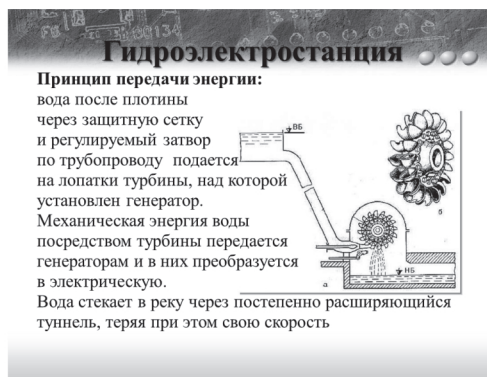
Большинство авторов сходятся во мнениях о том, как должна выглядеть хорошая презентация. К основным задачам разработчика относятся правильный подбор цвета, грамотное использование анимации и иллюстративного материала и четкое структурирование материала [7, 8].

Для текстового оформления презентации рекомендуется использовать шрифты и их размеры, позволяющие обеспечить хорошую читаемость и восприятие изображения. Обычно применяются шрифты типа Times New Roman и Arial. При повторении одного и того же текста на нескольких слайдах рекомендуется сохранять вид и размеры шрифта. Для названия следует использовать размер шрифта не менее 28 пт., для обычного текста – не менее 24 пт. Максимальный общий объем текста на слайдах – 10–15 строк. Размер шрифта может потребовать коррекции при переходе от аудитории к аудитории, так как марка проектора и место его установки оказывают существенное влияние на размер проекции.

Опираясь на собственный опыт, авторы рекомендуют использовать на слайдах как можно меньше текстовой информации описательного характера, отражать только ключевые моменты, поскольку старательный студент склонен переписывать всю информацию с экрана в конспект. При необходимости лектор всегда может устно пояснить представленные иллюстрации или графическую информацию. На рис. 1 представлены примеры слайдов с удачным (см. рис. 1, а) и неудачным (см. рис. 1, б) текстовым оформлением. Обычно излишек текстовой информации на слайде характерен для начинающих преподавателей, опасаящихся пропустить какую-либо важную информацию. Отметим, что в программе MS PowerPoint есть возможность размещения текстовой информации в поле «заметки к слайду», располагающемуся под слайдом.



а



б

Рис. 1. Варианты удачного (а) и неудачного (б) текстового оформления слайда

Многие компьютеры поддерживают работу с проектором в так называемом «режиме докладчика» [9], когда слушатели видят только слайд, а докладчик — структуру документа, слайд и заметки к слайду. Для облегчения работы лектора программа MS PowerPoint позволяет распечатать слайды и заметки к ним на одном листе, что позволяет правильно планировать темп лекции.

При цветовом оформлении текстовой информации презентации необходимо пользоваться следующим универсальным принципом: «светлый текст на темном фоне» или «темный текст на светлом фоне». Для цветового оформления презентации психологи рекомендуют использовать нейтральные зеленые и синие тона [6]. Слишком «простое» оформление презентации (черный текст на белом фоне) снижает интерес к лекции у слушателей и способствует быстрой зрительной утомляемости.

Применение излишнего количества цветов, особенно в диаграммах и графиках, может вызвать неуверенность в идентификации. Это часто происходит, когда для выделения близлежащих или смежных участков диаграмм применяются малоразличимые цвета (оранжевый и красный, фиолетовый и синий). Если проектор плохо передает цвета, например в связи с истечением рабочего ресурса лампы, проблема идентификации цветов усугубляется. К тому же нужно помнить еще и о том, что от 2 до 8 % мужчин и 0,4 % женщин страдают разной степенью дальтонизма [10]. Для лучшего восприятия сложных диаграмм и графиков следует пользоваться только контрастными цветами, которые даже в черно-белом изображении будут различимы. Применение для представления текстовой и графической информации желтого цвета не рекомендуется, поскольку он плохо различим, но в качестве фона его использование допускается без ограничений. В общем случае цвет фона должен быть мягким, тона мрачных и слишком ярких, неестественных цветов не желательны. В хорошо освещенном помещении слишком светлый фон будет сливаться с экраном. Хорошо выглядит светлый насыщенный фон с черным текстом на нем.

Презентации позволяют активно использовать для иллюстрации графические материалы: векторные и растровые рисунки, диаграммы и графики, технологические схемы и т. д. Главная цель использования иллюстративных материалов — повышение эффективности презентации. Доказано, что человек запоминает 15 % информации, получаемой им в речевой форме и 25 % — в зрительной; если же оба эти способа передачи информации используются одновременно, он может воспринять до 65 % содержания этой информации [11].

При презентации иллюстративного материала не стоит:

- располагать больше двух рисунков на одном слайде, если только они последовательно не характеризуют один и тот же процесс;
- показывать на одном слайде статические и анимированные материалы.

Необходимо также остановиться на такой важной характеристике презентации, как количество слайдов. Количество демонстрационных материалов диктуется количеством запланированного к рассмотрению материала, но следует помнить, что время лекции ограничено. Бесконечное мелькание слайдов плохо воспринимается аудиторией. Примерно оценить количество слайдов можно, учитывая длительность показа:

- если информация слайда конспектируется студентами (вывод формулы, классификация явлений, определения и т. д.), на его демонстрацию уйдет 1–2 мин;
- если слайд не конспектируется, время его демонстрации не занимает более 10–12 с.

Авторы данной работы не ставили перед собой цель написать собственное руководство по использованию MS PowerPoint, так как полноценное описание данного программного продукта есть как в печатных вариантах [6–8], так и в интернете [9]. Остановимся лишь на тех возможностях, которые позволяют существенно улучшить лекционные презентации по естественнонаучным дисциплинам.

Анимация позволяет использовать интерактивные возможности появления отдельных элементов слайда по частям. Для лекционной презентации лучше использовать один какой-то вид эффекта анимации, например возникновение. Использование разных видов анимации на одном и том же слайде (если это не продиктовано специальными задачами) отвлекает аудиторию и придает презентации легковесный характер.

Создание гиперссылок позволяет более эффективно перемещаться по слайдам презентации, а также привлекать к демонстрации объекты, не входящие в презентацию непосредственно (текстовые документы, таблицы, видеоматериалы, графические материалы, веб-сайты). Гиперссылка может быть оформлена на текстовую надпись, на рисунок либо на специальную управляющую кнопку. Нужно иметь в виду, что все внешние источники информации, связь с которыми оформлена через гиперссылки, необходимо постоянно хранить в том месте, куда указывает гиперссылка, и переносить на другой компьютер вместе с презентацией.

Аудио- и видеоматериалы. Помимо рисунков и диаграмм редактор MS PowerPoint позволяет включить в состав презентации видео и звук. К сожалению, с воспроизведением видео могут возникнуть проблемы при переносе презентации с одного компьютера на другой из-за отсутствия специальных программ — кодеков, отвечающих за расшифровку видеофайла. Кроме того, если в презентацию «вставлен» видеофайл, он обязательно должен быть перенесен на другой компьютер вместе с презентацией. Все материалы, с которыми связана презентация, следует помещать в одну с ней папку, причем переименовывать связанные файлы нельзя. Другим способом обращения к видеоматериалу является создание на него гиперссылки без вставки непосредственно в презентацию.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ХИМИЧЕСКИМ И СМЕЖНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ РАЗЛИЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Рассмотрим конкретные примеры создания презентаций по таким курсам, как «Основы энергосбережения», «Охрана труда», «Хеометрика», «Физическая химия».

Основы энергосбережения. Энергосбережение в Республике Беларусь – важная проблема, это уровень государственной политики. Материал, рассматриваемый в данной дисциплине, не является для студентов старших курсов принципиально новым. Помимо энергосбережения в быту в данном курсе изучаются виды и характеристики энергоресурсов, научные и технические основы их рационального использования, основы эксергетического анализа.

Изначальное восприятие студентами данного курса как «несерьезного» обязательно необходимо принимать во внимание при подготовке лекционных занятий. Лекции необходимо организовать так, чтобы студентам было интересно их посещать, и это можно сделать с помощью презентаций MS PowerPoint. Данный курс как никакой другой оправдывает внесение в презентацию различных видеоматериалов. Это может быть обучающее или научно-популярное видео о принципах работы того или иного вида электростанции, двигателя, турбины. Нужные видеоматериалы можно найти в интернете.

Охрана труда. Объект изучения данной дисциплины – производственные взаимоотношения, опасности и профессиональные вредности, а предмет изучения – закономерности оптимизации трудовой деятельности человека по критерию безопасности. Для данного курса характерны практически те же проблемы, что и для курса «Основы энергосбережения»: у студентов он считается заслуживающим лишь поверхностного внимания. Тем не менее создание безопасных условий труда и предупреждение производственного травматизма – неотъемлемая часть работы любого предприятия и учебного учреждения. Необходимо обеспечить четкое понимание, что незнание правил техники безопасности может повредить не только собственному здоровью, но и здоровью своих коллег и подчиненных. Выпускники в будущей профессиональной карьере могут занимать руководящие должности. В этом случае нарушения техники безопасности, повлекшие тяжкие увечья или смерть пострадавшего, обернутся для виновного руководителя уголовной ответственностью.

Особенность данной дисциплины – необходимость демонстрации большого количества иллюстративного материала, например при изучении предупреждающих знаков (рис. 2).

Хеометрика. Данная учебная дисциплина знакомит студентов с прикладной научной отраслью знаний, возникшей на стыке экспериментальной химии и математики. Цель преподавания – получение студентами знаний и навыков в области применения методов математической статистики при планировании эксперимента, обработке его результатов и формировании адекватных эксперименту выводов.



Рис. 2. Слайд из презентации по дисциплине «Охрана труда»

Преподавание дисциплины ведется в малых группах (20–30 человек). При таком рабочем формате иногда нецелесообразно выносить решение задач исключительно на практические занятия. Так, по теме «Параметрические критерии» раздела «Проверка статистических гипотез» полезно решать небольшие примеры в рамках лекционного занятия, поставив задачу студентам сравнить с табличными данными значение, рассчитанное по выборке. Преподавателю необходимо научить студентов правилам использования той или иной статистической таблицы. Удобно размещать таблицы в презентации и использовать эффекты анимации (рис. 3). Представленные слайды применяются как вспомогательный материал при решении задачи на сравнение двух дисперсий по критерию Фишера.

Дисциплина «Хеометрика» основана на математическом аппарате, изучаемом в курсе «Высшая математика», в ходе чтения лекций возникает необходимость периодического обращения к ранее пройденному материалу. Опыт показывает, что студенты зачастую помнят название того или иного математического метода, но не помнят его принципов. Информацию о них можно включить в презентацию, озвучив основные положения метода без их фиксации студентами в конспектах.

Материал данной дисциплины является достаточно сложным для восприятия студентами, но и в этом предмете можно найти интересные исторические факты, изложение которых позволит привлечь внимание студентов к лекции, например обратив внимание студентов на такую одновременно известную и неизвестную историческую личность, как «вечный студент» Стьюдент (рис. 4).

Информация об известном коллеге Стьюденте неизменно вызывает оживление среди студентов, способствует повышению общей образованности слушателей и возвращает внимание аудитории к лекции.

Квантили распределения Фишера
для $\alpha = 0.05$

f_2	f_1						
	1	2	3	4	5	24	∞
1	164.4	199.5	215.7	224.6	230.2	249	254.3
2	18.5	19.2	19.2	19.3	19.3	19.5	19.5
3	10.1	9.6	9.3	9.1	9.0	8.6	8.5
4	7.7	6.9	6.6	6.4	6.3	5.8	5.6
5	6.6	5.8	5.4	5.2	5.1	4.5	4.4
6	6.0	5.1	4.8	4.5	4.4	3.8	3.7
7	5.6	4.7	4.4	4.1	4.0	3.4	3.2
8	5.3	4.5	4.1	3.8	3.7	3.1	2.9
9	5.1	4.3	3.9	3.6	3.5	2.9	2.7
10	5.0	4.1	3.7	3.5	3.3	2.7	2.5
11	4.8	4.0	3.6	3.4	3.2	2.6	2.4

а

Квантили распределения Фишера
для $\alpha = 0.05$

f_2	f_1						
	1	2	3	4	5	24	∞
1	164.4	199.5	215.7	224.6	230.2	249	254.3
2	18.5	19.2	19.2	19.3	19.3	19.5	19.5
3	10.1	9.6	9.3	9.1	9.0	8.6	8.5
4	7.7	6.9	6.6	6.4	6.3	5.8	5.6
5	6.6	5.8	5.4	5.2	5.1	4.5	4.4
6	6.0	5.1	4.8	4.5	4.4	3.8	3.7
7	5.6	4.7	4.4	4.1	4.0	3.4	3.2
8	5.3	4.5	4.1	3.8	3.7	3.1	2.9
9	5.1	4.3	3.9	3.6	3.5	2.9	2.7
10	5.0	4.1	3.7	3.5	3.3	2.7	2.5
11	4.8	4.0	3.6	3.4	3.2	2.6	2.4

б

Рис. 3. Применение выделения и анимации при обучении студентов пользованию таблицей квантилей распределения Фишера:
 а – в таблице Фишера выделяется рамкой столбец, соответствующий числу степеней свободы большей дисперсии; б – в таблице выделяется рамкой строка, соответствующая числу степеней свободы меньшей дисперсии, на пересечении находится требуемое значение

Стьюдент

Уильям Сили Госсет
 William Sealy Gosset
 1876–1937

Разработчик статистики
 малых выборок

Пивоваренный завод
 Гинесса (Дублин)
 — варка пива
 — выращивание ячменя



Рис. 4. Слайд, содержащий биографическую информацию о разработчике статистики малых выборок Стьюденте [12]

Физическая химия. Учебная дисциплина «Физическая химия» является основой всей теоретической химии и традиционно воспринимается студентами как одна из самых сложных дисциплин за все время обучения. Сложное восприятие студентами дисциплины «Физическая химия» обусловлено в том числе и

различными подходами преподавания химии в учреждениях высшего и среднего образования [13]. Подготовка понятного для студента курса лекций в целом и каждой лекции в частности является непростой задачей для преподавателя.

Особенность дисциплины — постоянная необходимость вывода тех или иных формул. С этим фактом и связаны основные споры о том, в каком формате читать лекции. Презентации MS PowerPoint, благодаря использованию эффектов анимации, позволяют организовать «появление» конечного результата практически так же, как при использовании стандартной технологии с использованием мела и доски (рис. 5).

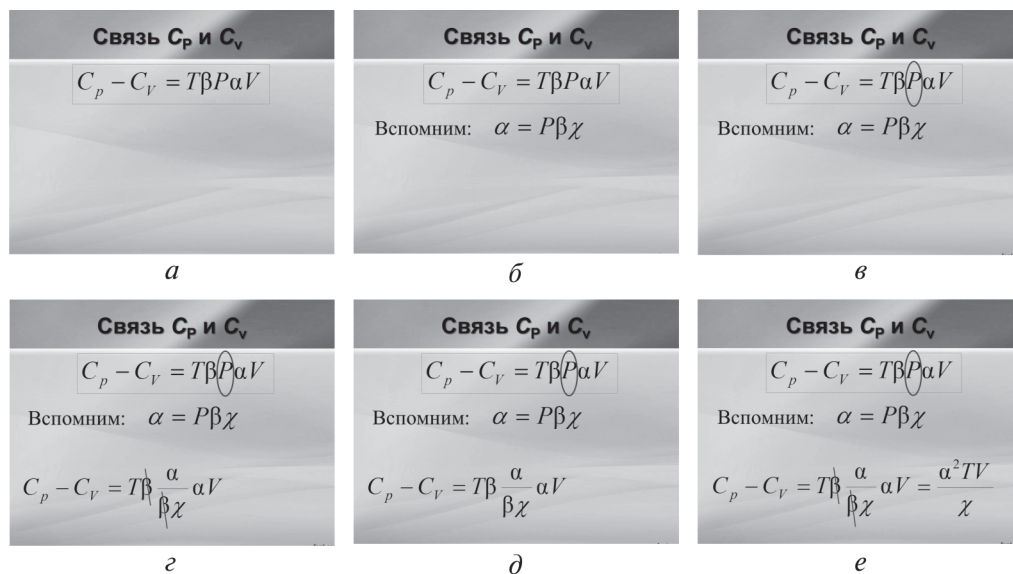


Рис. 5. Использование эффектов анимации при демонстрации последовательности вывода формулы:

- a* — на слайде тема и формула, которую необходимо преобразовать;
- б* — студентам напоминает ранее полученное соотношение;
- в* — в исходной формуле находим элемент, который можно заменить;
- г* — замена элемента произведена, анализируется полученное выражение;
- д* — сокращаются величины; *е* — получено конечное выражение

При подготовке лекционных презентаций по данному предмету очень эффективным может оказаться создание в конце презентации нескольких слайдов с определениями наиболее важных понятий и организация гиперссылок на эти слайды. Можно также добавлять в презентацию слайды со справочной математической информацией (таблицы производных и т. п.) и пользоваться ими в случае возникновения необходимости.

В целом лекции по сложным предметам не должны быть монотонными. Желательно через 10–15 слайдов использовать один слайд отвлекающего

характера, на котором представляется какая-либо научно-популярная информация, материал прикладного значения по теме лекции или видеоматериал (например, иллюстрирующий принцип работы двигателя внутреннего сгорания).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение на лекциях презентаций MS PowerPoint переводит лекцию в разряд активных методов обучения и позволяет формировать знания, умения и навыки студентов путем вовлечения их в активную учебно-познавательную деятельность, существенно улучшив процесс восприятия информации студентами. Такая лекция показывает студентам, как можно перевести устную и письменную информацию в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления. При подготовке материалов в виде презентаций всегда можно заранее учесть реакцию аудитории на разные разделы лекции. Так, периодически можно использовать материалы, привлекающие внимание студентов, особенно при переходе между логическими разделами лекции либо при переходе к рассмотрению наиболее сложного для восприятия материала. Такими материалами могут быть интересные исторические факты, слайды, содержащие информацию о научных фактах, шутках и казусах, видеоматериалы, касающиеся изучаемой темы. Данные приемы позволяют наладить обратную связь со слушателями, оживить лекцию и, как следствие, аудиторию. Личностное, профессиональное отношение преподавателя к лекции оказывает несомненное воспитательное воздействие на студентов.

Кроме сказанного выше, использование презентационных материалов позволяет:

- контролировать ход лекции благодаря четкому структурированию визуального материала, не опасаться пропустить какую-то важную информацию либо стереть нужную формулу с доски;
- обеспечить активное вовлечение в работу студентов с разным уровнем подготовки, поскольку позволяет без особых затрат учебного времени напомнить аудитории материал изученных ранее дисциплин;
- оптимизировать использование справочно-табличного материала без дополнительных затрат печатных ресурсов.

Абсолютно незаменимы презентационные материалы в ходе преподавания курсов, требующих приведения громоздких схем или большого количества иллюстративного материала. В качестве примера можно назвать такие предметы, как «Общая химическая технология» (схемы производств), «Охрана труда» (знаки безопасности и др.), «Фармакогнозия» (гербарии), «Основы биологии и физиологии человека» (анатомические пособия). Ранее для таких предметов централизованно публиковались наглядные материалы, но малое количество из них дошло до настоящего времени в приемлемом виде. Особенно сложные схемы можно раздать студентам в начале лекционного курса, что-

бы избежать перерисовывания их со слайдов. При изучении материаловедческих курсов презентации дают возможность показать студентам фотографии материалов и изделий из них.

Из недостатков такой формы занятий следует отметить следующие: требуется использование проектора и компьютера, преподавателю приходится затратить дополнительное время на перевод имеющихся лекционных материалов в форму презентаций, причем на подготовку презентации уйдет значительно больше времени, чем на проведение собственно лекционного занятия. Появляется дополнительное требование и к помещению: его необходимо затенять, поскольку в яркие, солнечные дни качество изображения существенно падает. Возможны также технические осложнения: поломка проектора, отсутствие доступа к электросети, несовместимость программного обеспечения.

Тем не менее применение презентаций обладает очень высоким и разносторонним потенциалом и может быть рекомендовано для использования при проведении лекционных занятий по химическим и смежным дисциплинам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Пионова Р. С.* Педагогика высшей школы : учебн. пособие. Минск : Университетское, 2002.
2. *Харламов И. Ф.* Педагогика : учеб. пособие. М. : Юрист, 1997.
3. *Зимняя И. А.* Педагогическая психология. М. : Логос, 2000.
4. *Вербицкий А. А.* Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М. : Высш. шк., 1991.
5. *Подольск О. С., Голуб Н. М., Василевская Е. И.* Применение активных методов обучения в преподавании дисциплин химико-биологического профиля в университете // Свиридовские чтения : сб. ст. Минск, 2012. Вып. 8. С. 294–298.
6. *Тарасова Ю. А.* Руководство по проведению деловых презентаций : учеб. пособие. Казань : КГУ, 2008.
7. *Беловский Г. Г., Зеленкевич В. М.* Мультимедийные технологии : лаборатор. практикум. Минск : БГПУ, 2009.
8. *Рыбникова Т. Н.* Любимые образы. Организация эффективной презентации. М. : Эксмо, 2006.
9. Проведение презентации на двух мониторах в режиме докладчика // Поддержка Office [Электронный ресурс]. URL: <https://support.office.com> (дата обращения: 29.11.2015).
10. Дальтонизм // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL : <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 22.12.2015).
11. *Товажнянский Л. Л., Романовский А. Г., Бондаренко В. В.* [и др.]. Основы педагогики высшей школы. Харьков : НТУ «ХПИ», 2005.
12. Госсет Уильям Сили // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org (дата обращения: 28.11.2015).
13. *Полторак О. М.* Современные теории в химии и изучение химии в школе // Соросов. образоват. журн. 1995. № 1. С. 50–56.