

SMART-ЛЕКЦИЯ КАК МОДУЛЬНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

О. В. Иванова¹

¹ *Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева*
125047, Россия, г. Москва, Миусская пл., д. 9

Аннотация

В статье раскрывается проблема обучения высшей математике студентов, обучающихся на нематематических направлениях подготовки, на основе модульной визуализации математической информации. Актуальность исследования подтверждается зарубежными и отечественными психолого-педагогическими исследованиями о развитии визуального мышления, фундаментом которых является открытие функциональной асимметрии полушарий головного мозга. Цель статьи — выявить эффективность использования SMART-лекций при обучении высшей математике для процесса развития визуального мышления, способствующего повышению эффективности обучения. Исследование проводится путем интеграции средств интерактивных компьютерных технологий и визуального обучения высшей математике. Решение задач исследования направлено на использование интерактивных компьютерных технологий, в частности, на использование интерактивных досок при обучении высшей математике. Раскрываются понятия модульной визуализации, визуального обучения, средств визуального обучения, интерактивных компьютерных технологий со ссылками на анализ различных подходов к их трактовкам. Описана SMART-лекция как одна из интерактивных форм организации визуального обучения высшей математике, которая включает все выявленные автором составляющие визуального обучения. Экспериментально обоснована эффективность проведения SMART-лекций для процесса развития визуального мышления при обучении высшей математике, способствующего повышению эффективности обучения. Подчеркивается необходимость использования визуальных средств интерактивных компьютерных технологий как неотъемлемой составляющей современного обучения. Делаются выводы о том, что использование таких интерактивных форм организации визуального обучения высшей математике, как SMART-лекция, способствует развитию визуального обучения при обучении высшей математике, активизирует студентов на учебный процесс, вследствие чего повышается эффективность обучения.

Ключевые слова: модульная визуализация, высшая математика, интерактивные компьютерные технологии, визуальное обучение, визуальное мышление, эффективное обучение, SMART-лекция, интерактивная доска.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-6-27-35

Для цитирования:

Иванова О. В. SMART-лекция как модульная визуализация математической информации в высшей школе // Информатика и образование. 2020. № 6. С. 27–35.

Статья поступила в редакцию: 10 ноября 2019 года.

Статья принята к печати: 21 января 2020 года.

Сведения об авторе

Иванова Ольга Владимировна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры высшей математики, Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия; oviva75@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8978-5611

1. Введение

В век стремительного развития интерактивных компьютерных технологий, влияющих на образовательный процесс, становится очевидным, что необходимы радикальные изменения в подходах к обучению. Все большую актуальность приобретают визуальные способы представления учебной информации и визуальное обучение. Фундаментом развития визуального обучения является открытие в 1981 году профессором Калифорнийского технологического института Р. Сперри функциональной асимметрии головного мозга человека [1]. Это открытие объясняет необходимость равномерного развития обоих полушарий. Поскольку ранее акцент делали на левом полушарии, то это открытие, естественно, повлекло за собой массу педагогических исследований как отечественных (выделим работы [2–4]), так и зарубежных ученых (см., например, [5, 6]) об эффективности визуального мышления в различных областях, в частности, при обучении математике в средней и высшей школе.

2. Актуальность проблемы обучения высшей математике на основе модульной визуализации математической информации

Высшая математика в российских вузах изучается студентами бакалавриата, обучающимися по самым разным направлениям подготовки. Студенты гуманитарного склада ума зачастую тяжело воспринимают понятия и теоремы высшей математики из-за традиционной модели математического обучения, которая ориентирована почти исключительно на левополушарный, формально-логический тип мышления и не затрагивает визуальное мышление, вследствие чего обучающиеся теряют интерес к дисциплине и происходит снижение эффективности обучения. Поэтому необходимо обратить внимание на визуализацию математической информации, играющую важную связующую роль между развитием визуального канала восприятия информации и когнитивной функцией наглядности [7].

Эффективность визуализации учебной информации была экспериментально доказана еще В. Ф. Шаталовым [8].

Понятие «визуализация» имеет множество значений, в рамках данной статьи будем рассматривать это понятие относительно преподавания высшей математики. Под визуализацией (от *лат. visual* — зрительный) педагоги зачастую понимают процесс преобразования информации в зрительно воспринимаемую форму: диаграмму, график, рисунок, схему, таблицу и т. д. «Правда, такое понимание визуализации предполагает минимальную мыслительную и познавательную активность обучающихся, а визуальные дидактические средства выполняют лишь иллюстративную функцию» [9, с. 113]. М. А. Чошанов под визуализацией понимает процесс свертывания мыслительных содержаний в крупномодульную образно-графическую наглядность, он также называет этот процесс «техникой проблемного модулирования» [10].

Итак, *под визуализацией учебной информации будем понимать упорядочивание, структурирование достаточно большого объема информации в наглядный легко читаемый и запоминаемый образ, крупномодульную опору, при чтении которой разворачивается вся свернутая в ней информация, затрагивая при этом активную работу мышления.*

Средствами визуализации являются различные крупномодульные опоры: таблицы, схемы и т. п. Успешность их применения была доказана автором статьи при обучении высшей математике студентов-гуманитариев. В настоящее время существует достаточное количество учебно-методических пособий для высшей школы с использованием средств визуализации, направленных на развитие визуального мышления с целью повышения эффективности обучения различным учебным дисциплинам.

3. Раскрытие понятия интерактивной компьютерной технологии с позиции визуального обучения

В данной статье *под визуальным обучением мы понимаем обучение с использованием средств визуализации, объединенных в одну единую информационную магистраль, отражающую основное содержание определенной темы, модуля конкретной учебной дисциплины.* Современные средства визуализации, а точнее, *модульной* визуализации, — это интерактивные интеллект-карты, скрайб-презентации, интерактивные опорные конспекты, интерактивные граф-схемы. Все эти визуальные средства представляют собой электронные образовательные ресурсы с визуальным представлением учебной информации в виде крупномодульных опор с гиперссылками на определения понятий, выводы формул, доказательства теорем, задачи. Все указанные выше визуальные средства являются средствами *интерактивных компьютерных технологий,*

и это понятие уместно отразить в виде следующей формулы:

$$\begin{aligned} & \text{дидактические материалы} + \\ & + \text{компьютерные программы} + \\ & + \text{технические устройства} = \\ & = \text{интерактивные компьютерные технологии} \end{aligned}$$

Поясним кратко составляющие этой формулы:

- дидактические материалы — различные наглядные учебные пособия: крупномодульные опоры (схемы, таблицы), интеллект-карты, а также какие-либо тестовые задания, сборники задач и упражнений, словари, справочники и др.;
- компьютерные программы — прикладное программное обеспечение, позволяющее подготовить и оформить дидактические материалы в цифровом виде;
- технические устройства — интерактивные доски, интерактивные планшеты, системы интерактивного голосования.

Под интерактивными компьютерными технологиями обучения мы подразумеваем совокупность приемов и методов современных педагогических технологий и средств, основанных на использовании компьютерной техники, обеспечивающих взаимодействие учащегося с интегрированной образовательной средой для приобретения новых знаний, умений и навыков, с целью повышения эффективности обучения.

Понятие «интерактивная» («интеракция») впервые стало использоваться в социологии и социальной психологии, в переводе с английского «*interaction*» означает «взаимодействие» [11]. Интерактивные компьютерные технологии — это составная часть информационных технологий обучения XXI века. Так, В. А. Красильникова, раскрывая в своей книге понятие «компьютерные технологии», дает такое определение: «Современные информационные технологии обучения — совокупность современной компьютерной техники, инструментальных программных средств, обеспечивающих интерактивное программно-методическое сопровождение современных технологий обучения» [12, с. 13].

Современная молодежь все больше и больше «общается с цифровой средой» [13], и мы, педагоги, должны быть готовы к проведению занятий средствами интерактивных компьютерных технологий, должны создавать эту цифровую среду: если это аудиторские занятия — с использованием интерактивных досок, если это дистанционные занятия — с использованием интернета и платформ для дистанционных занятий. Заметим, что для качественного проведения дистанционных занятий необходимо создавать информационную базу, включающую как новые дидактические технологии, так и программный инструментарий [14].

Более двадцати лет прошло с тех пор, как в систему образования были внедрены интерактивные доски, но до сих пор ведутся исследования, дискус-

сии и споры об их влиянии на эффективность образовательного процесса. Анализ российских научных исследований показывает эффективность использования интерактивных досок в учебном процессе — см., например, такие работы, как «Интерактивные компьютерные технологии SMART в формировании элементов стохастической культуры школьников» [15], «Интерактивная доска как средство повышения познавательной активности и эффективности обучения на уроках информатики» [16], «Развитие иноязычной грамматической компетенции обучающихся 9 классов на основе применения интерактивной доски» [17], «Обучение учащихся 7–8-х классов основной школы устной иноязычной речи с использованием коллективно-группового взаимодействия и электронной интерактивной доски» [18]. Эти и многие другие исследования подтверждают, что «информатизация образования и развитие методики электронного предметного обучения радикально изменяют классическую теорию и методику преподавания математики и методологию исследования научных проблем предметного обучения» [13].

Зарубежные коллеги также сделали вывод об эффективности использования интерактивных компьютерных технологий в учебном процессе, в частности, об эффективности применения интерактивных досок: «Первые исследования выявили важные преимущества с точки зрения мотивации, внимания и поведения учеников, показав, что действия, выполняемые с помощью интерактивной доски, являются более привлекательными для преподавателей и студентов, нежели деятельность, выполняемая с помощью других инструментов обучения в классе» [19]. Но есть и другие мнения зарубежных исследователей. Так, Дж. Досталь заявляет в своей статье [20]: «Вряд ли есть какие-либо исследования, которые ясно продемонстрируют, что интерактивные доски улучшают успеваемость». Заметим, что сами по себе интерактивные доски ничего не улучшают, и лишь методически правильное использование средств визуализации позволяет эффективно повлиять на учебный процесс.

4. Раскрытие понятия SMART-лекции как современной формы визуального обучения

Современной интерактивной формой визуального обучения в высшей школе, в которой используются все указанные выше средства визуализации, является SMART-лекция.

Раскроем понятие «SMART-лекция», опираясь на исследования В. А. Далингера в области когнитивно-визуальной методики [21] и выделив некоторые необходимые составляющие визуального обучения высшей математике:

- использование средств визуализации;
- включение специально разработанных визуализированных задач;
- применение визуализированных доказательств теорем, задач, вывода формул;

- добавление визуализированных исторических фактов, ассоциаций и стереотипов;
- внедрение интерактивных компьютерных технологий;
- конструирование визуальной учебной среды.

Все необходимые составляющие визуального обучения удачно совмещаются в такой форме организации обучения высшей математике, как SMART-лекция.

SMART-лекция — это интерактивная форма организации визуального обучения высшей математике со следующими составляющими:

- интерактивная доска — основное техническое средство обучения;
- таблица — главное средство визуализации доказательства теоремы;
- блок-схема — визуальное отображение стратегии решения математических задач (распространенная форма крупномодульной образно-графической наглядности с хорошо спланированной серией действий [22]);
- «Drag and Drop» (в переводе с *англ.* — «тащи и бросай») — основной способ оперирования при решении визуализированных задач и выводе формул;
- гиперссылка — основной элемент навигации по содержанию обучения;
- сохранение записей в видеоформате (.avi) на доске во время объяснения для возможного визуального повторения изложенной информации в любое время;
- автоматизированный контроль и самоконтроль знания лекционного материала — фактологический или терминологический;
- постановка проблемы.

Понятие SMART используется в области образования чуть больше 20 лет — с момента выпуска первой интерактивной доски SMART Board, когда появилось понятие «SMART-урок». Заметим, что значений указанного понятия в настоящее время существует довольно много, мы коснемся лишь трактовок, близких к образовательному процессу. С одной стороны, SMART — английское слово, в переводе означающее «умный», а с другой стороны, SMART — акроним, который появился в 1965 году, а с 1981 года прочно закрепился в менеджменте [23]:

- Specific — конкретный: содержит четко сформулированную продвигаемую идею;
- Measurable — измеримый: содержит способы измерения;
- Agreed — согласованный: согласован с персональными задачами сотрудника, с миссией компании и потребностями клиента;
- Realistic — реальный: адекватен текущей ситуации, не завышен/не занижен, возможности соответствуют ресурсам;
- Timed — обозримый во времени: поставлен четкий срок достижения цели.

Понятия, образующие аббревиатуру SMART (или SMART-критерии), и составляющие понятия SMART-лекции показаны на рисунке 1.

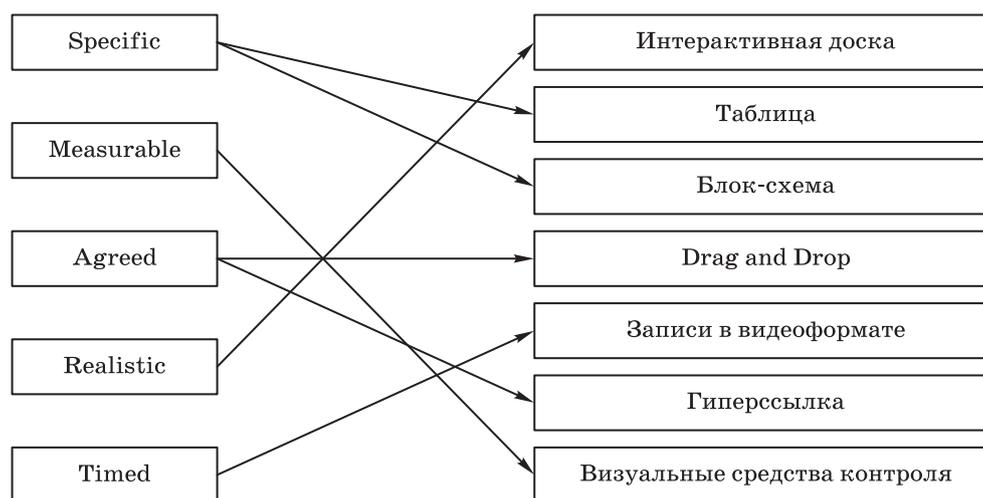


Рис. 1. Взаимосвязь SMART-критериев и составляющих SMART-лекции

Охарактеризуем кратко связи, представленные на рисунке 1.

- **Specific** — SMART-лекция содержит или четко сформированное доказательство теоремы в виде таблицы, строки которой закрыты для слушателей лекции, а по ходу лекции они открываются; или четко сформированный алгоритм решения математической задачи в виде закрытой блок-схемы, которая открывается по ходу лекции.
- **Measurable** — SMART-лекция включает в себя некие способы измерения запоминания содержания лекции в форме интерактивного словаря, интерактивного кроссворда и др.
- **Agreed** — SMART-лекция представляет собой интерактивное изложение информации, представленное с помощью таких способов управления информацией, как гиперссылки и утилита «Drag and Drop».
- **Realistic** — SMART-лекция создается в рамках возможностей программного обеспечения интерактивной доски.
- **Timed** — SMART-лекция доступна студенту в любое время, так как осуществляется видеозапись лекции средствами самой интерактивной доски; для подготовки к экзамену студенту достаточно просмотреть видеоролик всего происходящего во время лекции.

Исходя из анализа рисунка 1, SMART-лекцию можно назвать «умной лекцией», способствующей результативной учебе.

Понятие «SMART-лекция» можно рассматривать в двух аспектах: 1) как интерактивную форму организации визуального обучения и 2) как электронный образовательный ресурс (рис. 2).

SMART-лекция как интерактивная форма организации визуального обучения высшей математике излагается с помощью интерактивной доски, а SMART-лекция как электронный образовательный ресурс создается средствами программного обеспечения интерактивной доски с использованием графических редакторов, приложений Microsoft Office,

браузеров. Под интерактивной доской мы понимаем техническое устройство интерактивных компьютерных технологий, представленное большим интерактивным экраном в виде белой магнитно-маркерной доски. Для изложения SMART-лекции как интерактивной формы организации визуального обучения необходимо знать устройство интерактивной доски и режимы ее работы, а для создания SMART-лекции как ЭОР необходимо владеть программным обеспечением интерактивной доски, уметь использовать или разрабатывать дидактические электронные материалы в соответствующем программном обеспечении. Так как различные интерактивные доски с разными сенсорными технологиями и с разным ПО имеют похожий интерфейс, то для создания цифровых дидактических материалов достаточно освоить интерфейс какого-то одного программного пакета.

Технологию построения SMART-лекции можно представить в виде схемы (рис. 2).

Поясним каждый компонент, представленный на схеме (рис. 2), с примерами из составленных нами SMART-лекций по теории вероятностей и математической статистике и проведенных на втором курсе для студентов бакалавриата, обучающихся по профилю «Социология».

Отбор и классификация учебной информации. Задается тема лекционного занятия, ставятся цели занятия, составляется план занятия. В содержании SMART-лекции по математическим дисциплинам обязательно наличие доказательств, исторических фактов, примеров решенных математических задач, вопросов для подведения итогов лекции.

Визуализация учебной информации. Этот компонент построения SMART-лекции мы считаем сложным из-за самого процесса визуализации: упорядочивания текстовой информации в наглядный легко читаемый и запоминаемый образ, крупномодульную опору. Необходимо визуализировать заготовленные математические задачи по рассматриваемой теме, описать визуальную стратегию решения математических задач средствами блок-схемы, продумать визуальное доказательство теоремы или формулы.

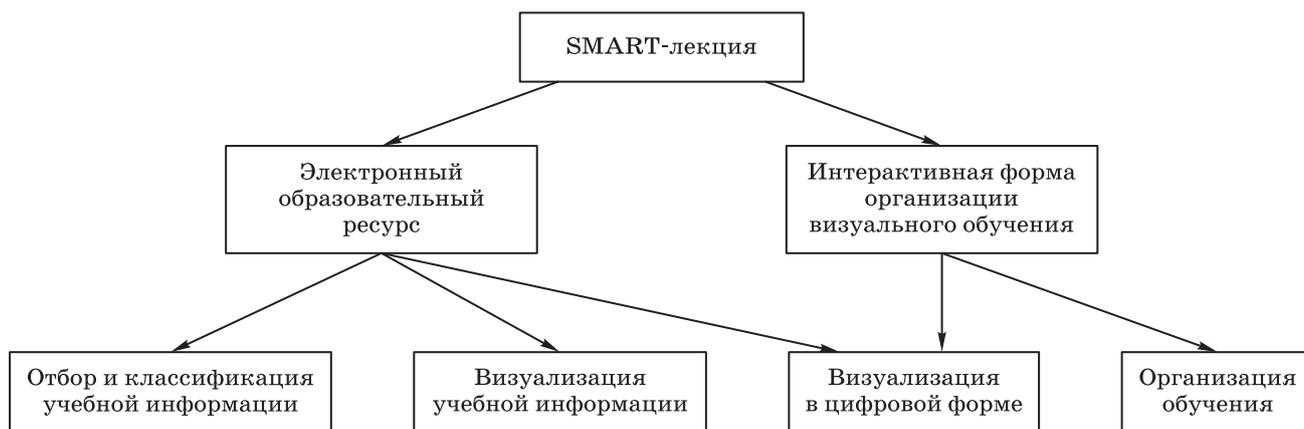


Рис. 2. Модель технологии построения SMART-лекции

Исторические сведения следует визуализировать такими средствами наглядности, как схемы, фотографии, рисунки, стрелки, условные обозначения, ассоциативные образы. Также нужно перевести вопросы, заготовленные для подведения итогов лекции, в форму словаря, кроссворда и др.

Визуализация в цифровой форме. Для построения SMART-лекции как ЭОР мы использовали ПО интерактивной доски SMART Board — SMART Notebook, а также графические редакторы, приложения

из пакета Microsoft Office, браузеры. ПО SMART Notebook удовлетворяет принципу открытой системы созданий ЭОР, так как для использования данного ПО достаточно иметь элементарные навыки работы в приложениях Microsoft Office.

На рисунке 3 представлен пример визуализации доказательства теоремы из SMART-лекции «Элементы комбинаторики», оформленного в виде таблицы: в правой части таблицы представлена задача, в левой части — формулировка теоремы и ее доказательство,

21 Дальше В оглавление лекции

Комбинаторные соединения: перестановки, размещения, сочетания

Теорема	Задача																				
<p>Число A_m^k всех k-размещений из множества M с m элементами равно числу</p> $m \cdot (m - 1) \cdot \dots \cdot (m - k + 1)$																					
Доказательство	Решение																				
<p>1. Пусть дано множество $M = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$. Требуется определить число различных слов $x_1x_2\dots x_k$, где x_i — все различные буквы.</p> <p>2. Итак, у нас всего k мест и m букв, $k < m$. Первую букву x_1 для m-буквенного слова можно выбрать m способами, то есть m раз. Одну букву уже выбрали, значит вторую букву x_2 можно выбрать $m-1$ раз и т.д.:</p> <table border="1" style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr><td>x_1</td><td>-</td><td></td><td>раз</td></tr> <tr><td>x_2</td><td>-</td><td></td><td>раз</td></tr> <tr><td>x_3</td><td>-</td><td></td><td>раз</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> <tr><td>x_k</td><td>-</td><td></td><td>раз</td></tr> </table>	x_1	-		раз	x_2	-		раз	x_3	-		раз	x_k	-		раз	<p>2. - четырехбуквенное слово. Первую букву — букву можно выбрать 6 способами, вторую — пятью способами, так как один элемент из шести букву — 4</p> <p style="text-align: right; font-size: 2em; opacity: 0.5;">360</p>
x_1	-		раз																		
x_2	-		раз																		
x_3	-		раз																		
...																		
x_k	-		раз																		
	<p>4. Таким образом, количество четырехбуквенных различных слов из шестизначного множества равно</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; opacity: 0.5;">360</p>																				

Рис. 3. Визуальное доказательство теоремы о числе размещений без повторений

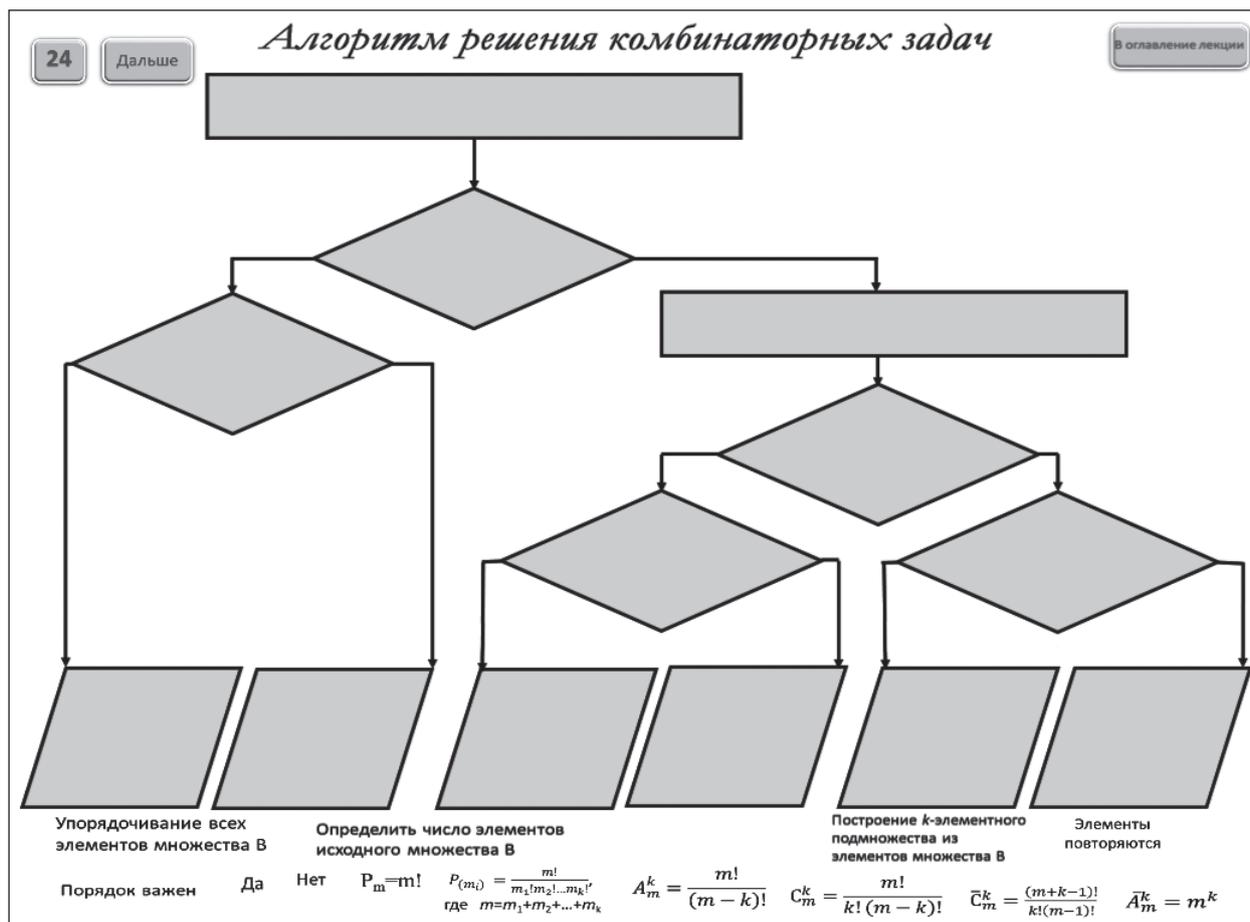


Рис. 4. Визуализация стратегии решения комбинаторных задач

причем шаги доказательства открываются постепенно с помощью основного способа оперирования интерактивной доски — «Drag and Drop». В пустые окошки маркером вписываются необходимые пояснения.

На рисунке 4 представлена визуальная стратегия решения комбинаторных задач в виде блок-схемы. Пустые блоки заполняются путем перемещения заготовленных утверждений и формул.

Подведение итогов SMART-лекции осуществляется путем выполнения интерактивных упражнений, проведения опросов, решения кроссвордов (с автоматизированной проверкой). Все эти элементы легко создавать, используя готовые конструкторы (например: <http://hotpot.uvic.ca/>, <http://ya-znau.ru/>). Такое «автоматизированное» подведение итогов позволяет преподавателю оценить качество усвоения студентами учебного материала, внести соответствующие коррективы в организацию учебного процесса, выявить отношение студентов к изучаемой теме, проанализировать уровень активности восприятия учебной информации. Отметим, что вопросы и задания необходимо составлять так, чтобы ответы на них были максимально точными, а времени на нахождение ответа на каждый вопрос требовалось не больше одной минуты.

Организация обучения. SMART-лекция проводится в аудитории с подключенным проекци-

онным оборудованием и интерактивной доской. Перед началом лекции необходимо выполнить калибровку экрана, которая нужна для настройки точного прикосновения к интерактивной доске. Затем включается запись всех действий на доске для создания видеофайла. Записанный видеофайл выкладывается на портал системы дистанционного обучения Moodle.

До начала лекции студенты получают следующие опорные материалы:

- блок-схему с пустыми блоками;
- таблицу для доказательства теоремы с некоторыми пропущенными ячейками;
- шаблоны для ответов на вопросы при подведении итогов лекции.

Опорные материалы заранее размещаются на портале СДО Moodle. Студенты конспектируют только основные определения, формулы, формулировки теорем. Заполненные опорные материалы студенты далее используют на практических занятиях.

Итог лекции подводится следующим образом:

- 1) студенты получают листы-шаблоны;
- 2) на доске включается интерактивный кроссворд (опросник, глоссарий, словарь);
- 3) студенты фиксируют свои ответы в листах-шаблонах;
- 4) преподаватель включает правильные ответы;
- 5) студенты проверяют свои знания.

5. Опыт проведения SMART-лекций по теории вероятностей и математической статистике

С целью выявления эффективности использования SMART-лекций при обучении высшей математике для развития визуального мышления был проведен эксперимент, в котором участвовали студенты второго курса Кубанского государственного университета, обучающиеся по направлению «Социология». SMART-лекции проводились по теории вероятностей и математической статистике. Экспериментальной группой являлись студенты — будущие социологи, обучавшиеся в 2018/2019 учебном году, а контрольной группой — студенты, обучавшиеся в 2017/2018 учебном году. Эти группы были сходными по уровню развития визуального мышления студентов, а также по уровню развития познавательного интереса к высшей математике, влияющего на эффективность обучения. В обеих группах средствами диагностики межполушарной асимметрии головного мозга было выявлено схожее количество студентов с неполным доминированием правого полушария. В контрольной группе не проводились SMART-лекции, а в экспериментальной группе их было проведено несколько: «Элементы комбинаторики», «Независимые испытания», «Закон больших чисел», «Проверка статистических частот», «Прогнозирование методом регрессионно-корреляционного анализа».

Развитие визуального мышления мы проверяли методом наблюдений, выделив следующие критерии для каждого уровня:

- *Слабый уровень развития визуального мышления.* Студент не понимает табличное представление учебной информации (доказательство теорем, решение задач), не воспринимает визуальную стратегию решения задач средствами блок-схем, не выделяет шаги решения.
- *Средний уровень развития визуального мышления.* Студент понимает табличное представление учебной информации, способен решать задачи средствами блок-схем.
- *Хороший уровень развития визуального мышления.* Студент способен привести доказательство теорем средствами таблицы, владеет визуальной стратегией решения задач, хорошо запоминает учебную информацию тогда, когда она представлена наглядно.
- *Высокий уровень развития визуального мышления.* Студент осознанно работает со всеми средствами визуального представления учебной информации, сам старается преобразовывать информацию в крупномодульные опоры для лучшего понимания и запоминания. При решении задач у студента хорошо проявляется интеграция образной и логической, вербальной и невербальной памяти.

В экспериментальной группе проводилось анкетирование с целью выяснения отношения студентов

к интерактивным компьютерным технологиям, использованию блок-схем, визуальному доказательству теорем. По завершении эксперимента был проведен контрольный срез знаний как в первой группе, так и во второй (вариационными рядами являлись отметки за аудиторские самостоятельные работы: доказательство теоремы, вывод формулы, решение задач). Для обработки полученных данных воспользовались *t*-критерием Стьюдента, который предназначен для выявления различий средних значений в независимых выборках.

На основе полученных данных по завершении эксперимента было выявлено, что:

- использование SMART-лекций при обучении высшей математике студентов, обучающихся на нематематических профилях, в большей степени способствует осмысленному изучению, а не формальному заучиванию; студентам такие лекции интересны, они нескучные и не тягостные для обучающихся;
- схематичное и табличное представление математической информации способствует лучшему пониманию и запоминанию, такие формы представления учебной информации студенты готовы использовать и в других дисциплинах;
- возможность видеозаписи таких лекций также была оценена студентами положительно, так как в любое удобное время на портале СДО Moodle они могли заново просмотреть и прослушать учебную информацию;
- результаты самостоятельной работы, в которой были задания на доказательство теоремы, на вывод формулы, решение задачи, оказались вполне успешными; помимо всего прочего студенты экспериментальной группы назвали данную самостоятельную работу достаточно простой, чего нельзя сказать о студентах контрольной группы;
- к окончанию эксперимента не наблюдалось ни одного студента со слабым уровнем визуального мышления, все осмысленно воспринимали учебную информацию, владели визуальной стратегией решения математических задач.

6. Выводы

Использование интерактивных форм организации визуального обучения в высшей школе, таких как SMART-лекция, — это одно из инновационных и действенных направлений современного образования. К сожалению, несмотря на то что внедрение SMART-лекций в образовательный процесс высшей школы является актуальным и востребованным, не все педагоги готовы создавать подобные лекции из-за большого количества времени, необходимого для их подготовки. Однако следует отметить, что такие затраты времени оправданны, так как SMART-лекцией как электронным образовательным ресурсом можно пользоваться неограниченное количество раз, периодически обновляя ее новыми задачами.

Список использованных источников

1. Sperry R. W. Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. 1981. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1981/sperry/25059-roger-w-sperry-nobel-lecture-1981>
2. Далингер В. А. Наглядные образы математических объектов как предмет и средство для изучения. Омск: ОмГПУ, 2013. 74 с.
3. Резник Н. А. Методические основы обучения математике в средней школе с использованием средств развития визуального мышления: дис. ... д-ра пед. наук. Мурманск, 1997. 500 с.
4. Цукарь А. Я. Методические основы обучения математике в средней школе с использованием образного мышления: дис. ... д-ра пед. наук. Новосибирск, 1999. 430 с.
5. Jonsson B., Norqvist M., Liljekvist Y., Lithner J. Learning mathematics through algorithmic and creative reasoning // *The Journal of Mathematical Behavior*. 2014. Vol. 36. P. 20–32. DOI: 10.1016/j.jmathb.2014.08.003
6. Vieira C., Parsons P., Byrd V. Visual learning analytics of educational data: A systematic literature review and research agenda // *Computers & Education*. 2018. Vol. 122. P. 119–135. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.03.018
7. Фирер А. В. Развитие познавательных универсальных учебных действий учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации: дис. ... канд. пед. наук. Красноярск, 2018. 225 с.
8. Шаталов В. Ф. Точка опоры. М.: Педагогика, 1987. 159 с.
9. Трухан И. А., Трухан Д. А. Визуализация учебной информации в обучении математике, ее значение и роль // *Успехи современного естествознания*. 2013. № 10. С. 113–115.
10. Чошанов М. А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения. М.: Народное образование, 1996. 160 с. <http://pedlib.ru/Books/2/0157/2-0157-1.shtml>
11. Плаксина И. В. Интерактивные технологии в обучении и воспитании. Владимир: ВлГУ, 2014. 162 с.
12. Красильникова В. А. Теория и технологии компьютерного обучения и тестирования. М.: Дом педагогики, 2009. 335 с.
13. Пардала А. Информатизация математического образования: дидактические возможности, опыт и зарубежные тенденции // *Информатика и образование*. 2019. № 6. С. 49–55.
14. Иванова О. В. Конструирование комплекса интернет технологий инновационной компьютерной дидактики по математике (тема «Алгебраическая система множеств») // *Школьные годы*. 2015. № 60. С. 45–60.
15. Иванова О. В., Деева С. А., Скарбич С. Н. Интерактивные компьютерные технологии SMART в формировании элементов стохастической культуры школьников // *Информатика и образование*. 2015. № 4. С. 22–26.
16. Ганашок А. В. Интерактивная доска как средство повышения познавательной активности и эффективности обучения на уроках информатики // *Информационные технологии и средства обучения*. 2016. Т. 51. № 1. С. 21–35. (На укр.) DOI: 10.33407/itlt.v51i1.1331
17. Романова Г. В. Развитие иноязычной грамматической компетенции обучающихся 9 классов на основе применения интерактивной доски: дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2016. 253 с.
18. Володарская О. В. Обучение учащихся 7–8-х классов основной школы устной иноязычной речи с использованием коллективно-группового взаимодействия и электронной интерактивной доски: на материале немецкого языка как второго иностранного: дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2015. 287 с.
19. Smith H. J., Higgins S., Wall K., Miller J. Interactive whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature // *Journal of Computer Assisted Learning*. 2005. Vol. 21. Is. 2. P. 91–101. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2005.00117.x
20. Dostal J. Reflections on the use of interactive whiteboards in instruction in international context // *The New Educational Review*. 2011. Vol. 25. No. 3. P. 205–220. <http://karsenti.scedu.umontreal.ca/archives/tbi-recherches/NewEducationalReview.pdf>
21. Далингер В. А. Теоретические основы когнитивно-визуального подхода к обучению математике. Омск: ОмГПУ, 2006. 143 с.
22. Лебедев В. В. Эффективное обучение комбинаторике и теории вероятностей // *Школьные технологии*. 2012. № 2. С. 126–134.
23. Понятие SMART. <https://ru.wikipedia.org/wiki/SMART>

SMART LECTURE AS MODULAR VISUALIZATION OF MATHEMATICAL INFORMATION IN HIGHER EDUCATION

O. V. Ivanova¹

¹ Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia
125047, Russia, Moscow, Miusskaya ploshchad', 9

Abstract

The article reveals the problem of teaching higher mathematics to students studying in non-mathematical areas of training, based on the process of modular visualization of mathematical information. The relevance of the study is confirmed by foreign and domestic psychological and pedagogical studies on the development of visual thinking, the foundation of which is the discovery of the functional asymmetry of the cerebral hemispheres. The purpose of the article is to identify the effectiveness of using SMART-lectures in teaching higher mathematics for the process of developing visual thinking, which helps to increase the effectiveness of teaching. The study is carried out by integrating interactive computer technology and visual education in higher mathematics. Solving research problems is aimed at using interactive computer technologies, in particular, at using interactive whiteboards in teaching higher mathematics. The concepts of modular visualization, visual training are revealed, the main means of visual training, interactive computer technologies are given and explained, referring to the analysis of various approaches to their interpretations. For the first time, a SMART lecture is described and justified as one of the interactive forms of organizing visual education in higher mathematics, which contains all the components of visual education identified by the author. The effectiveness of SMART lectures for the process of developing visual thinking in teaching higher mathematics, which contributes to the effectiveness of learning, has been experimentally substantiated. The necessity of visual means of interactive computer technology as an integral part of modern education is emphasized. It is concluded that the implementation of such interactive forms of organizing visual education in higher mathematics as a SMART lecture promotes the development of visual education in teaching higher mathematics, activates students in the educational process, thereby increasing the effectiveness of training.

Keywords: modular visualization, higher mathematics, interactive computer technologies, visual training, visual thinking, effective training, SMART lecture, interactive whiteboard.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-6-27-35

For citation:

Ivanova O. V. SMART-lektsiya kak modul'naya vizualizatsiya matematicheskoy informatsii v vysshej shkole [SMART lecture as modular visualization of mathematical information in higher education]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 6, p. 27–35. (In Russian.)

Received: November 10, 2019.

Accepted: January 21, 2020.

About the author

Olga V. Ivanova, Candidate of Sciences (Education), Docent, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics, Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia; oviva75@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8978-5611

References

1. Sperry R. W. Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. 1981. Available at: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1981/sperry/25059-roger-w-sperry-nobel-lecture-1981>
2. Dalinger V. A. Naglyadnye obrazy matematicheskikh ob'ektov kak predmet i sredstvo dlya izucheniya [Visual images of mathematical objects as a subject and a means for studying]. Omsk, OSPU, 2013. 74 p. (In Russian.)
3. Reznik N. A. Metodicheskie osnovy obucheniya matematike v srednej shkole s ispol'zovaniem sredstv razvitiya vizual'nogo myshleniya: dis. ... d-ra ped. nauk [Methodological foundations of teaching mathematics in secondary school using the means of developing visual thinking. Dr. ped. sci. diss.]. Murmansk, 1997. 500 p. (In Russian.)
4. Tsukar A. Ya. Metodicheskie osnovy obucheniya matematike v srednej shkole s ispol'zovaniem obraznogo myshleniya: dis. ... d-ra ped. nauk [Methodological foundations of teaching mathematics in secondary school using figurative thinking. Dr. ped. sci. diss.]. Novosibirsk, 1999. 430 p. (In Russian.)
5. Jonsson B., Norqvist M., Liljekvist Y., Lithner J. Learning mathematics through algorithmic and creative reasoning. *The Journal of Mathematical Behavior*, 2014, vol. 36, p. 20–32. DOI: 10.1016/j.jmathb.2014.08.003
6. Vieira C., Parsons P., Byrd V. Visual learning analytics of educational data: A systematic literature review and research agenda. *Computers & Education*, 2018, vol. 122, p. 119–135. DOI: 10.1016/j.compedu.2018.03.018
7. Firer A. V. Razvitie poznavatel'nykh universal'nykh uchebnykh dejstvij uchashhikhsya osnovnoj shkoly pri obuchenii ponyatiyam funktsional'noj linii algebry sredstvami vizualizatsii: dis. ... kand. ped. nauk [Development of cognitive universal educational actions of primary school students in teaching the concepts of the functional line of algebra with visualization tools. Cand. ped. sci. diss.]. Krasnoyarsk, 2018. 225 p. (In Russian.)
8. Shatalov V. F. Tochka opory [Fulcrum]. Moscow, Pedagogika, 1987. 159 p. (In Russian.)
9. Trukhan I. A., Trukhan D. A. Vizualizatsiya uchebnoj informatsii v obuchenii matematike, ee znachenie i rol' [Visualization of training information in the learning of mathematics, its importance and the role]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya — Advances in Current Natural Sciences*, 2013, no. 10, p. 113–115. (In Russian.)
10. Choshanov M. A. Gibkaya tekhnologiya problemno-modul'nogo obucheniya [Flexible technology of problem-modular learning]. Moscow, Narodnoe obrazovanie, 1996. 160 p. (In Russian.) Available at: <http://pedlib.ru/Books/2/0157/2-0157-1.shtml>
11. Plaksina I. V. Interaktivnye tekhnologii v obuchenii i vospitanii [Interactive technologies in teaching and education]. Vladimir, VISU, 2014. 162 p. (In Russian.)
12. Krasilnikova V. A. Teoriya i tekhnologii komp'yuternogo obucheniya i testirovaniya [Theory and technology of computer learning and testing]. Moscow, Dom pedagogiki, 2009. 335 p. (In Russian.)
13. Pardala A. Informatizatsiya matematicheskogo obrazovaniya: didakticheskie vozmozhnosti, opyt i zarubezhnye tendentsii [Informatization of mathematics education: Didactic opportunities, experience and foreign trends]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 6, p. 49–55. (In Russian.)
14. Ivanova O. V. Konstruirovaniye kompleksa internet tekhnologij innovatsionnoj komp'yuternoj didaktiki po matematike (tema "Algebraicheskaya sistema mnozhestv") [Construction of a complex of Internet technologies for innovative computer didactics in mathematics (topic "Algebraic set system")]. *Shkol'nye gody — School Years*, 2015, no. 60, p. 45–60. (In Russian.)
15. Ivanova O. V., Deeva S. A., Skarbich S. N. Interaktivnye komp'yuternye tekhnologii SMART v formirovanii ehlementov stokhasticheskoy kul'tury shkol'nikov [SMART interactive computer technologies in the formation of elements of stochastic culture of schoolchildren]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2015, no. 4, p. 22–26. (In Russian.)
16. Ganashok A. V. Interaktivnaya doska kak sredstvo povysheniya poznavatel'noj aktivnosti i ehffektivnosti obucheniya na urokakh informatiki [Interactive whiteboard as a means of increasing the cognitive activity and efficiency of learning in the classroom of informatics]. *Informatsionnye tekhnologii i sredstva obucheniya — Information Technologies and Learning Tools*, 2016, vol. 51, no. 1, p. 21–35. (In Ukrainian.) DOI: 10.33407/itlt.v51i1.1331
17. Romanova G. V. Razvitie inoyazychnoj grammaticheskoy kompetentsii obuchayushhikhsya 9 klassov na osnove primeneniya interaktivnoj doski: dis. ... kand. ped. nauk [Development of foreign language grammatical competence of 9th grade students based on the use of an interactive whiteboard. Cand. ped. sci. diss.]. Ekaterinburg, 2016. 253 p. (In Russian.)
18. Volodarskaya O. V. Obuchenie uchashhikhsya 7–8-kh klassov osnovnoj shkoly ustnoj inoyazychnoj rechi s ispol'zovaniem kollektivno-grupppovogo vzaimodejstviya i ehlektronnoj interaktivnoj doski: na materiale nemetskogo yazyka kak vtorogo inostrannogo: dis. ... kand. ped. nauk [Teaching students of 7–8th grades of basic school of oral foreign language using collective-group interaction and an electronic interactive board: on the material of German as a second foreign language. Cand. ped. sci. diss.]. Saint Petersburg, 2015. 287 p. (In Russian.)
19. Smith H. J., Higgins S., Wall K., Miller J. Interactive whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2005, vol. 21, is. 2, p. 91–101. DOI: 10.1111/j.1365-2729.2005.00117.x
20. Dostal J. Reflections on the use of interactive whiteboards in instruction in international context. *The New Educational Review*, 2011, vol. 25, no. 3, p. 205–220. Available at: <http://karsenti.scedu.umontreal.ca/archives/tbi-recherches/NewEducationalReview.pdf>
21. Dalinger V. A. Teoreticheskie osnovy kognitivno-vizual'nogo podkhoda k obucheniyu matematike [Theoretical foundations of the cognitive-visual approach to teaching mathematics]. Omsk, OSPU, 2006. 143 p. (In Russian.)
22. Lebedev V. V. Ehffektivnoe obuchenie kombinatorike i teorii veroyatnostej [Effective training of combinatorics and probability theory]. *Shkol'nye tekhnologii — School Technologies*, 2012, no. 2, p. 126–134. (In Russian.)
23. Ponyatie SMART [SMART criteria]. (In Russian.) Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/SMART_criteria