

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЛЛЮСТРАЦИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВОСПРИЯТИЯ МАТЕРИАЛА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

### *The Usage of Illustration for Material Perception Improvement in Studying Natural Disciplines*

Дмитрий Бодненко

Сергей Радченко

Иван Юртын

Киевский университет имени Бориса Гринченко

**Abstract.** *The article is devoted to university's scientific research "Technology of implementation competent approach for future professionals' training in multidisciplinary university" (KUBG). The research's aim is generalizing of the analysis of illustrative material characteristics influence on the perception of the theoretical material by the students. The objects of the studying are science teaching, using of the illustrative material in the learning process. The test module and questionnaires were used in Moodle, system of distance learning. The features of representation about illustrative material during the science teaching were generalized. The most effective methods of illustrative material's formation for improving the teaching of natural sciences were offered.*

**Keywords:** *educational process, visual perception, illustrative material, characteristics of illustrative material, understanding, natural sciences, cloud services.*

### **Введение** *Introduction*

Тема раскрываемого в статье исследования связана с темой исследования университета «Технология реализации компетентного подхода к профессиональной подготовке будущих специалистов в условиях многопрофильного университета». Исследуемая группа это студенты изучающие естественные дисциплины.

Истоки исследования были заложены в начале прошлого века датским гештальт-психологом Эдгаром Рубином („Synsoplevede Figurer“, 1915) где приводилось сравнение осознания рисунков.

Американским исследователям принадлежат исследования роли образных явлений в познавательной деятельности Рудольф Арнхейм и его последователи (Art and Visual Perception, 2004).

Осуществленные в России (The Science and the Life, 2012), Германии (European Applied Sciences, 2013) исследования показывают, что существует зависимость между уровнем учебных достижений учащихся и средствами наочно-графического представления материала на лекционных занятиях.

Вовлечение учащихся в решение проблемы качественного представления графического лекционного материала решает следующие вопросы и задачи: совершенствуются средства подготовки и подачи (преподавания) материала; определяются ключевые характеристики иллюстрационного материала; раскрывается мера влияния характеристик иллюстрационного материала на умственное восприятия теоретического материала.

Творческая группа в составе авторов данной статьи реализовало проект использования иллюстрационного материала при изучении естественных наук.

**Объект исследования:** учебный процесс в высших учебных заведениях.

**Предмет исследования:** использование иллюстрационного материала при изучении естественных наук.

**Гипотеза исследования:** существуют особенности представления иллюстрационного материала во время преподавания естественных наук, и как следствие – специфические характеристики влияния иллюстраций на формирование понятийного аппарата у учащихся, которые улучшают изучение дисциплины.

### **Методы исследования** *Research methods*

В любой иллюстрации можно, без ограничения общности, выделить две сущности: собственно объект и фон. Несмотря на естественность восприятия сознанием человека объекта более значимым, чем фона, на практике соотношение их влияния на результаты анализа изображения может существенно зависеть от многих факторов. Особенности отношения собственно объекта и фона впервые было описано в начале прошлого века датским гештальт-психологом Эдгаром Рубином. Можно выделить, в соответствии с этими представлениями, некоторые градации влияния формы, размеров, расположения фона и объекта на восприятие важности той или иной информации. Важным моментом этого восприятия является уверенность обучаемого в том, что он правильно распознает фон и объект, как самостоятельные сущности. Решающую роль в таком распознавании является наличие четкой границы между фоном и объектом. Более точные критерии такого разграничения будут рассмотрены ниже.

Учитывая распространенные представления об основных правилах построения иллюстраций, коснемся некоторых стандартных требований с рассматриваемой точки зрения. Сделаем небольшое замечание относительно терминологии изложения. Иллюстрации с целью подчеркнуть важность их восприятия мы иногда будем называть презентациями.

1. Масштабирование. Размеры объектов, которые находятся в поле зрения обучаемого, сами по себе являются важнейшим фактором эффективности процесса восприятия смыслового содержания презентации. В этом плане можно выделить, по крайней мере, три уровня значимости размеров объектов иллюстрации. Первый уровень – объекты, смысловое наполнение которых не имеет важного значения для понимания сути явления. Например, вспомогательная линия, которая является указателем границы или направления, если на ней не сфокусирована основная идея иллюстрации. Понятие размера в этом контексте имеет относительный характер. Если речь идет, как в указанном примере, о линии, то может иметь значение как ее толщина, так и длина на общем фоне иллюстрации. Второй уровень – объекты, которые воспринимаются как продолжение предыдущих рассуждений и были представлены ранее. Третий уровень – ключевые объекты иллюстрации, которые несут некую новую информацию и от понимания сути которых зависит общее представление о смысле всей информации, представленной на изображении.

2. Пропорциональность объектов в рамках уровней значимости определяет наглядность не только визуальную, но и пространственную. Проще говоря, совокупность объектов на иллюстрации должна иметь равную степень наглядности на различных расстояниях от нее.

3. Местоположение объектов также может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на осмысленность иллюстрации в целом. Следует отметить, что не во всех случаях имеет место определенная свобода в выборе вариантов расположения содержательных элементов презентации. Однако, при прочих равных условиях, можно отметить компактность расположения основных элементов вокруг некоего центра внимания, что позволяет воспринимать их как единое целое.

4. Взаимовлияние и взаимопроникновение объектов имеют две характеристики: смысловую и инструментальную. Очевидно, что смысловая составляющая определяется характером самого материала и является вынужденной, т.к. включена в основную конструкцию описываемого явления. Известные трудности опознания контурных изображений в зашумленных условиях или при наложении друг на друга могут быть причиной дополнительных затрат внимания вследствие многократного переключения фокуса зрения со второстепенных объектов на главные. Особенно характерной является проблема распознавания объектов, относящихся к т.н. фону, которые необходимо отделить от существенных частей иллюстрации.

5. Преемственность фрагментов имеет большое значение в сериях иллюстраций, когда исследуемое явление разбивается на этапы. Заключается оно в наследовании характерных особенностей, присущих равнозначным элементам серии. Суть такого наследования заключается в

том, что сознание человека одинаковым по зрительному восприятию элементам изображения присваивает одинаковые характеристики. С точки зрения методики преподавания это означает большую экономию усилий и стойкое запоминание в процессе усвоения нового материала.

6. Каскадный метод построения иллюстраций заключается в том, что сложная иллюстрация в некоторых случаях может быть представленной в виде последовательности нескольких иллюстраций, каждая из которых является продолжением предыдущей. Это позволяет показать не только процесс в развитии, но и значительно упростить восприятия сложной иллюстрации в виде последовательности постепенно усложняющихся изображений. В среде электронных курсов их можно реализовать в виде анимации. Однако, фиксированная последовательность изображений, построенных по принципу добавления новых деталей, может описывать не только динамические процессы, но и быть динамикой процесса усваиваемой информации. Это дает возможность уловить основные связи между объектами иллюстрации в явном виде без умозрительных построений.

7. Метод минимизации состоит в отсеивании на этапе подготовки всех несущественных деталей, которые создают дополнительные помехи в восприятии и приводят к непроизводительным затратам внимания обучаемого.

Теперь нужно дать четкое определение основного направления наших исследований, которое заключается в адаптации всех изложенных положений к естественно-научным дисциплинам (математика, физика). Здесь, как нельзя кстати, следует указать на термин «визуальное мышление», введенный американским психологом Рудольфом Арнхеймом. Суть его заключается в роли образных явлений в познавательной деятельности (Lavrentjev, 2002). Однако, необходимо весьма осторожно подходить к предлагаемым методикам, так как многие изложенные авторами рекомендации имеют достаточно общий характер и при известном упрощении подходов могут привести к результатам, существенно отличающимся от ожидаемых. Для этого необходимо уточнить некоторые характерные особенности применения методов визуального воздействия при изучении теоретического материала на мыслительный процесс обучаемого именно в области естественных наук.

Итак, какие особенности изучаемого материала в математике и физике следует учитывать при создании и использовании иллюстраций? Выделим их в виде отдельных критериев:

1. Уровень абстрагирования физических объектов;
2. Степень упрощения модели процесса;
3. Достоверность соответствия явлению предлагаемой визуальной модели;
4. Степень очевидности, связанная с моделью;

5. Адекватность иллюстрации математическим утверждениям;
6. Уровень математической обоснованности иллюстративных образов.

Проанализируем указанные пункты в конкретных ситуациях.

Наиболее распространенным среди направлений в математике методом графического отображения многих фактов относительно тех или иных объектов является геометрическая интерпретация. Профессиональные геометры отлично понимают, что рисунок в геометрии является всего лишь способом сделать более доступным содержание конкретного факта, касающегося некоторых свойств геометрических объектов. Но ни в коем случае нельзя считать кажущуюся очевидность вывода относительно таких фактов основанием для доказательства утверждения. На игнорировании такого предостережения построены, кстати, многие геометрические фокусы. Для того, чтобы убедиться в этом, достаточно попытаться ответить на простые вопросы рис 1:

- Замкнутая линия внутри окружности на фигуре А - окружность или эллипс?
- Четырехугольник внутри концентрических окружностей – квадрат?

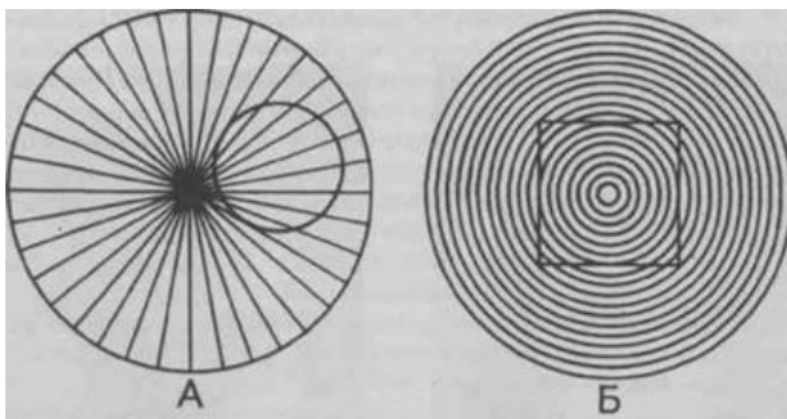


Рис. 1. Влияние структуры фона на объект  
*Fig. 1. The structure of the background to affect the behavior*

Во многих задачах могут быть использованы иллюстрации с построениями, которые создают очевидность наличия у отдельных объектов свойств, которых нет на самом деле: равные на рисунке отрезки не равны, равные на рисунке углы не равны, не равные – видимая окружность и видимый эллипс – могут оказаться двумя окружностями с одинаковыми или разными радиусами. Все это говорит о том, что иллюстрации в математике нужно применять с величайшей осторожностью и только с методической целью. Кстати, изображенная выше фигура, кроме высказанных выше замечаний, обладает еще одним (в нашем понимании) недостатком: серый фон здесь совершенно неуместен и является ярко выраженным примером отвлекающего фактора в системе

взаимоотношений объект-фон, ибо не несет никакой полезной информации. Классическим примером очевидного отсутствия связи между изображенными объектами и математическими абстракциями являются иллюстрации некоторых фактов дисциплины «Основы геометрии». В геометрии Лобачевского факт существования прямых, которые не параллельны и не пересекаются, иллюстрируется часто следующим, далеко не соответствующим интуитивным представлениям обучаемого, изображением:

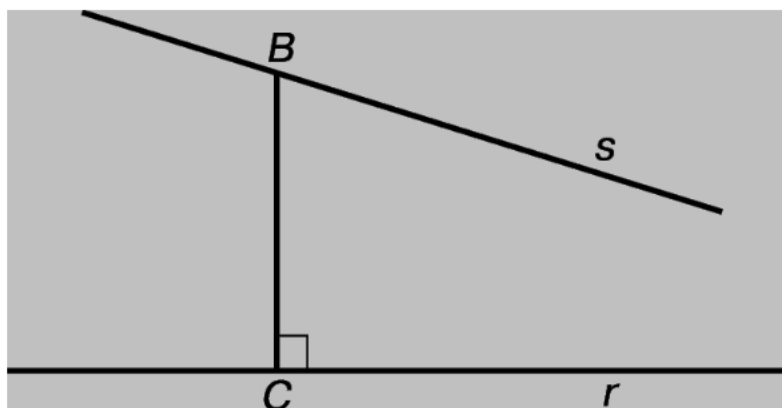


Рис. 2. Прямые не могут пересечься  
*Fig. 2 Straight lines do not intersect*

Однако, и в более «естественных» случаях, связанных с исследованиями в области основ геометрии, изображение некоторых фактов является скорее изобразительным средством наглядности, чем основанием для каких бы то ни было утверждений относительно присутствующих в нем содержательных элементов. У Евклида в теореме о внутреннем и внешнем углах треугольника существенно используется тот факт, что один из углов является частью другого, что устанавливается, по существу, из наглядности соответствующего чертежа [Efimov, 2004]. В качестве примера приведем одну из конечных реализаций абсолютной геометрии, полностью подчиняющейся четырем группам аксиом геометрии Евклида относительно объектов, входящих в нее.

Проводились ряд экспериментов по курсу «Математика» и «Общая физика».

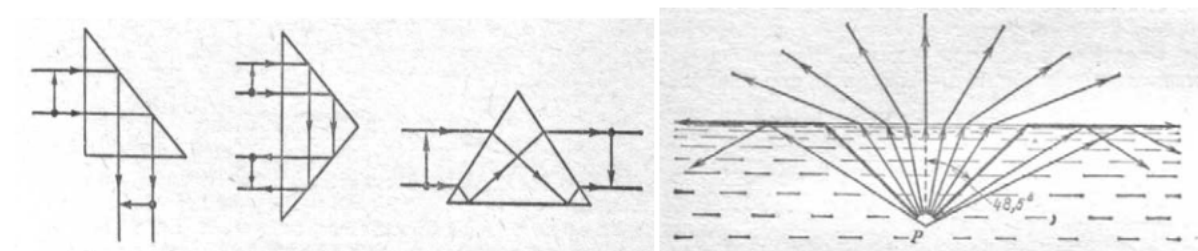


Рис. 3. Примеры рисунков на тему «Закон полного отражения»  
*Fig. 3 Example drawings. Topic "The law of total reflection"*

Приведем пример реализации эксперимента по курсу «Общая физика», тема «Закон полного отражения». Согласно представленными нами критериям в результате эвристической беседы (для блнц опроса использовались технологии SmartBoard, GoogleDocs), проведенной на лекционном занятии, была определена более эффективная иллюстрация. Для контрольной (64 человека) и экспериментальной групп (66 человек) на самостоятельное рассмотрение темы в системе Moodle был представлен материал с двумя видами иллюстраций к теме «Закон полного отражения» (рис. 3). По результатам тестирования контрольной и экспериментальной групп получили данные. Проверка статистической гипотезы совершалась использованием  $t$ -критерия Стьюдента. Результаты таковы  $5,11 = t_{эм} > t_{кр}(0,01; 63) = 2,66$  при уровне значимости  $\alpha = 0,01$ . Что означает, что нулевая гипотеза  $H_0$  про отсутствие разницы между усредненным результатом решения тестовых заданий группами при уровне значимости 0,01 отклоняется. То есть, можно говорить о разном уровне решения тестовых заданий по теме «Закон полного отражения» между контрольной и экспериментальными группами.

Аналогичная ситуация наблюдалась при рассмотрении темы «Кривые 2-го порядка» по курсу «Математика». Было проведено исследование влияния характера соотношения объект-фон на эффективность восприятия смысловой части материала. Предлагавшиеся задачи были снабжены иллюстрациями в двух формах, один из примеров которых приведен на рисунках ниже:

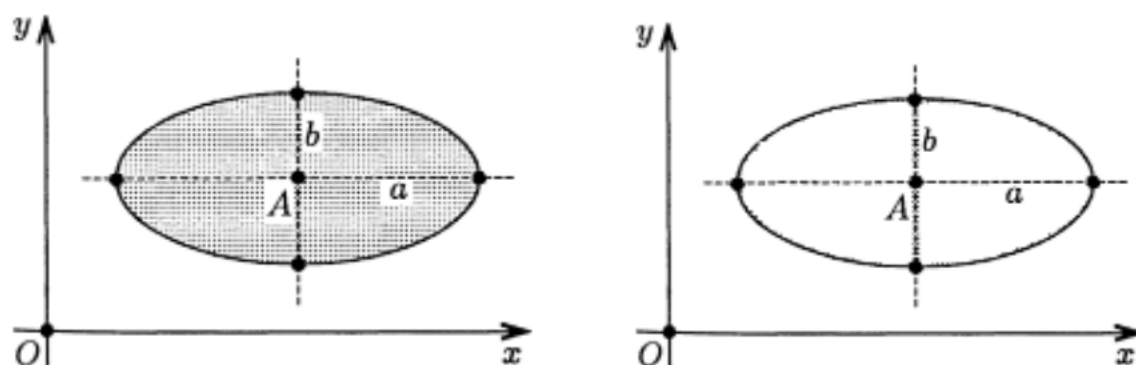


Рис. 4. Примеры рисунков на тему «Свойства эллипса»  
Fig.4 Example drawings. Topic "Properties of the ellipse"

Количество человек экспериментальной группы – 73, экспериментальной – 48. Темы было представлено соответственно иллюстрациями (рис. 4.) Для данной выборки было принято решение использовать критерий Крамера-Уэлча. Результаты таковы  $2,786 = t_{эм} > T_{кр}(0,05) = 1,96$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Что означает, что нулевая гипотеза  $H_0$  про отсутствие разницы между усредненным

результатом решения тестовых заданий группами при уровне значимости 0,05 отклоняется. То есть, можно говорить о разном уровне решения тестовых заданий по теме «Свойства геометрических кривых» между контрольной и экспериментальными группами.

В процессе проведения эксперимента возник альтернативный алгоритм улучшения восприятия материала путем формирования иллюстраций при помощи учащихся. А именно: формируем учащимся задания для самостоятельного ЭССЕ. ЭССЕ содержит ряд рисунков по одной теме. Задача учащегося: составить сравнительную таблицу анализа иллюстраций по приведенным критериям.

Таблица 1.

**Сравнительная таблица анализа иллюстраций**  
*Analysis illustrations (comparison table)*

№ п/п	Рисунок А		Рисунок В		Рисунок N	
	+	–	+	–	+	–
Уровень абстрагирования физических объектов						
Степень упрощения модели процесса						
Достоверность соответствия явлению предлагаемой визуальной модели						
Степень очевидности, связанная с моделью						
Адекватность иллюстрации математическим утверждениям						

Ниже таблицы учащимся предлагается обосновать созданную таблицу. В данной схеме приветствуется использование таксономии Блума.

## **Выводы** *Conclusions*

1. Результаты исследования показывают, что большинство учащихся, которые изучают естественные науки относят себя к визуалам.
2. Восприятие материала во время изучения лекционного (теоретического) материала зависит от ряда критериев-характеристик: уровень абстрагирования физических объектов; степень упрощения модели процесса; достоверность соответствия явлению предлагаемой визуальной модели; степень очевидности, связанная с моделью; адекватность иллюстрации математическим утверждениям; уровень математической обоснованности иллюстративных образов. Большинство реципиентов отдают предпочтение достоверности и адекватности иллюстрированного материала.



3. Анализ тестирования и анкетирования контрольных и экспериментальной групп дает возможность утверждать, что уровень абстрагирования физических объектов пропорционально связана с степенью упрощения модели процесса. Во время проведения исследования авторы использовали сканированные копии иллюстраций учебных пособий для преподавания естественных наук. Для построения изображений в самостоятельной работе учащимся предлагалось использовать облачные сервисы: Filelab, Anymaking; InpaintOnline; Picadilo; Фотофания и др. Результаты анкетирования по работе с растровыми изображениями в облачных сервисах вывел в ТОП-3: Фотофанию, Filelab, Фотошоп в онлайн.
4. Для улучшения восприятия теоретического материала можно, и необходимо, использовать исчерпывающие иллюстрации. Вариант формирования таковых: 1) в процессе эвристической беседы апробировать несколько рисунков из разных научных источников; 2) найти самую подходящую иллюстрацию, основываясь на репрезентативную выборку учащихся по критериям, указанным выше (или по критериям, адаптированным под конкретную дисциплину); 3) использовать, а при необходимости усовершенствовать, отобранные иллюстрации(используя прикладное программное обеспечение (компьютерную графику) или их аналог (облачные сервисы) 4) искать пути дальнейшего усовершенствования.
5. Еще один вариант: формирование учащимся задания для самостоятельного ЭССЕ. ЭССЕ содержит ряд рисунков по одной теме. Задача учащегося: составить сравнительную таблицу анализа иллюстраций по приведенным критериям. Ниже таблицы обосновать созданную таблицу. В данной схеме приветствуется использование таксономии Блума.

### Summary

The research results show that most students who study natural sciences consider themselves visuals. Perception of the material during the lecture studying (theoretical) of a material depends on a number of criteria-characteristics: the level of the physical objects' abstraction, the simplification of the process model, the accuracy of the phenomenon of the proposed visual model, the degree of evidence related to the model; adequacy illustration of mathematical statements, mathematical validity's level of the illustrative images. Most recipients prefer the reliability and adequacy of illustrative material. Analysis of the testing and questioning of the control and experimental groups allows us to assert that the level of abstraction of the physical objects is in proportion with the degree of model process simplification. During the research, the authors used scanned copies of illustrations from textbooks for the teaching of natural sciences. For imaging during students' independent work, they are encouraged to use cloud services: Filelab, Anymaking; Inpaint Online; Picadilo; PhotoFunia etc. Results of the survey on working with bitmaps in the cloud services made the top 3: PhotoFunia, Filelab, Photoshop online.

To improve the readability of theoretical material it is possible and necessary to use comprehensive illustrations. Variant of formation the following: 1) to test several drawings from different scientific sources during the heuristic conversation; 2) to find the most suitable graphic, basing on a representative sample of students according to the criteria set out above; 3) to use, and if it is necessary to improve the selected illustrations (using application software (computer graphics) or the analogue (cloud services); 4) to look for the ways of further improvement.

Another variant: formation for students the assignments for independent essay. The ESSAY contains a number of drawings on the same topic. Student task: to make a comparative table of the illustrations' analysis according to the criteria. To justify created table under it. In this scheme it is better to use Bloom's taxonomy.

## Bibliography

1. Lavrentjev, G. (2002). *Innovation technologies in training future teachers the professional education*. P. II. Barnaul, Altai State University.
2. Lavrentjev, G. (2002). *Innovation technologies in training future teachers the professional education*. P. I. Barnaul, Altai State University.
3. Marshall, McLuhan (1964). *Understanding media: the extensions of man*. McGraw-Hill.
4. Efimov, N. (2004). *Higher Geometry* (in Russian). M.: Fizmatlit.
5. European Applied Sciences, November-December, 2013. p.68–73.
6. Physics for secondary specialized schools. Z Zhdanov LS, GL Zhdanov (eds.) - 2nd ed. Rev. Kiev: Vishcha school. Head Publishers, 1982.
7. *The Science and the Life*, December, 2012. p.79–86.
8. *Art and Visual Perception*. / Arnheim R., University of California Press; First Edition, Fiftieth Anniversary Printing edition, 2004.
9. *Synsoplevede Figurer*. / Rubin E., Copenhagen: Gyldendal, Nordisk Forlag 1915.

<b>Дмитрий Бодненко</b>	Киевский университет имени Бориса Гринченко ул.Тимошенко13-б, Киев, E-mail bodnenko@ukr.net d.bodnenko@kubg.edu.ua Tel. +380976885652
<b>Сергей Радченко</b>	Киевский университет имени Бориса Гринченко ул.Тимошенко13-б, Киев, E-mail radchenkoserg@gmail.com Tel.+380509191226
<b>Иван Юртын</b>	Киевский университет имени Бориса Гринченко ул.Тимошенко13-б, Киев, E-mail yurtytn@ukr.net Tel. +380504446901