Наука и Образование
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Сетевое научное издание
ISSN 1994-0408

Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 06. С. 446–458.

Представлена в редакцию: 13.05.2015
Исправлена: 04.06.2015

© МГТУ им. Н.Э. Баумана

УДК 744.4

Перекодирование информации как компонент когнитивной образовательной технологии в преподавании дисциплины "Инженерная графика"

Лунина И. Н.[1,*], **Покровская М. В.**[1]

[*]lunina.lin@yandex.ru

[1]МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Данная работа посвящена вопросам перекодирования информации, поддерживающей изучение курса инженерной графики, с целью преодоления когнитивных дефицитов студентов. Приведены примеры взаимного перекодирования текстов, представленных в вербальном, графическом и символьном видах. Показано их комплексное применение на базе информационно-коммуникационных технологий, что способствует повышению содержательной и информационной доступности курса "Инженерная графика", содействует формированию необходимых профессиональных компетенций студентов в соответствии с требованиями Федеральных образовательных стандартов.

Ключевые слова: информация, перекодирование, инженерная графика, информационно-коммуникационные технологии, когнитивная образовательная технология

В мире стремительных перемен объединение усилий инженерного сообщества перед угрозами техногенных и экологических катастроф, развитие интернациональных связей, необходимость научного и технического диалога придает новые смыслы проблеме *понимания*. Феномен "*понимание*" сложен и неоднозначен; он может быть представлен с одной стороны как потребность мышления, с другой как результат познания. Понимание как постижение смысла познаваемой информации проявляет себя через освоение различных *текстов* (вербальных, графических, знаково-символьных).

Проблема *понимания* смысла учебной научно-технической информации особенно остро стоит для студентов-первокурсников в условиях ослабленной довузовской подготовки, в частности, при освоении дисциплины «Инженерная графика». Инженерная графика – одна из базовых учебных дисциплин инженерного образования, дающая знания в области геометрического моделирования, способов отображения и преобразования геометрических фигур и технических форм, умения и навыки создания и оформления конструкторской документации. На современном этапе эту дисциплину можно

рассматривать как технологию визуального представления и выражения когнитивного процесса инженерной и научной деятельности, в том числе, как метод графической иллюстрации и интерпретации технических и научных текстов [1].

Эффективность восприятия учебной информации зависит от адекватности информационной среды обучения уровню когнитивной и общеучебной готовности студента, его психофизиологическим возможностям.

Трудности освоения учебной программы современными студентами обусловлены следующими причинами.

- **Информационный взрыв**. Необходимость освоения огромного объема информации, которую обучаемый в свете современного компетентностного подхода к высшему образованию должен *воспринять, понять, усвоить* и *применить*. Необходимость ознакомления с большим числом новых технических терминов.
- **Когнитивные дефициты**. Слабая школьная геометро-графическая подготовка, недостаточно развитые пространственные представления о форме предмета, неумение анализировать пространственные формы по их изображениям и синтезировать геометрические фрагменты в целостный образ, отсутствие навыков работы с учебной и справочной литературой; недостаточное развитие устной и письменной речи; ограниченный словарный запас; сложности перехода с конкретно-образного мышления на словесно-логическое при усвоении материала курса; недостаточное умение логически мыслить, сопоставлять факты и делать соответствующие выводы; плохое запоминание учебного материала (вербального и графического) и оперирование с ним, клиповое мышление и др. [2].

Основными способами представления научно-учебной информации являются: *вербальный, графический, символьный* (рис.1). Законченный фрагмент информации, описанный тем или иным способом, называют *текстом*.

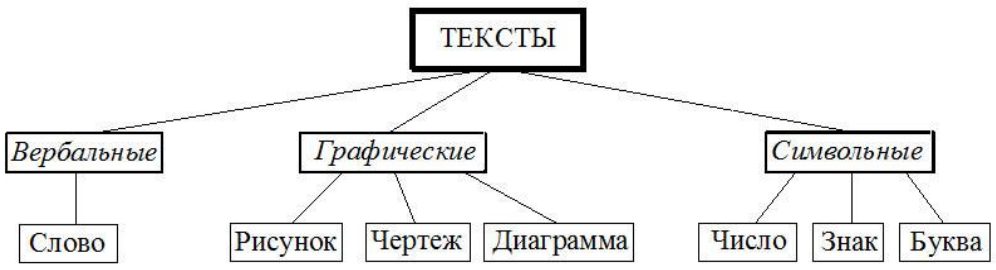


Рис.1. Способы представления учебной информации

Вербальный (словесно-описательный) способ является доминирующим в учебном процессе. Декларативная информация традиционно представляется в виде лекций, учебников, учебно-методических пособий в устной или письменной форме на родном или иностранном языке. Словесное представление информации достаточно громоздко по объему и требует значительных мыслительных усилий для выделения смысла и ключевых понятий из общей канвы текста. Ее восприятие требует способности к логическому мышлению, наличия достаточного словарного запаса, уровня когнитивной и общеучебной готовности, адекватного требованиям высшей школы, развитого вербального интеллекта.

Символьный (формульный, аналитический, знаковый) способ предполагает запись фрагмента информации в виде совокупности знаков-символов: букв, цифр и стандартных знаков из некоторого специфического алфавита, организованных в соответствии с четко обусловленными правилами, принятыми в описываемой области знаний. Этот способ позволяет "сжимать" информацию, компактно описывать изучаемые объекты, взаимоотношения между ними, алгоритмы действий, видеть частные примеры в общих определителях поверхностей. Однако это требует определенной ментальной подготовки, знания соответствующего знакового алфавита, умения оперировать его правилами, способности к абстрактному, алгоритмическому мышлению, развитого математического интеллекта.

Графический способ представляет информацию в виде графического изображения – рисунка (в аксонометрической или перспективной проекции), чертежа, графика, диаграммы, карты. Восприятие информации в виде образа опирается на визуальное мышление и графический интеллект.

Графический образ – это хорошо известный, хотя и трудно определимый феномен, выдающееся по эффективности средство моделирования и коммуникации, легко постигаемое человеком на чувственном опыте, но необычайно сложное для формализации. Значение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для передачи и трансформирования графической информации невозможно переоценить, особенно для контингента студентов-инвалидов по слуху.

Из всего многообразия знаковых систем и языков, созданных мировой культурой, графический язык в силу ряда своих свойств (наглядность, лаконичность, универсальность) является уникальным в коммуникативном процессе, что позволило ему занять превалирующее место в представлении научно-технической информации и стать профессионально-ориентированным языком в инженерной проектно-творческой деятельности. Пространственно-образное мышление, оперирование формами ("гельштатами") лежит в основе всего творческого созидательного процесса.

Этот способ представления информации является изначальным и естественным в формировании мышления. Ребенок, прежде чем он овладеет письменной речью, передает информацию в виде рисунков.

Опыт работы со студентами технического университета показал, что наиболее эффективным путем для понимания и усвоения ими содержания и структуры изучаемой информации является учебно-методическое сопровождение изучения дисциплины, выстроенное на принципах **когнитивной образовательной технологии**, формирующей информационную компетентность обучающихся и опирающейся на применение информационно-коммуникационных технологий на всех этапах учебного процесса и во всех видах учебных занятий.

На примере учебной дисциплины "Инженерная графика" рассмотрим один из компонентов когнитивной технологии обучения – *перекодирование информации,* иначе говоря, *визуальный перевод* как установление связей между вербальным текстом (слово), графическим текстом (рисунок) и символьным текстом (формула), цель которого – использование различных способов (языков) предъявления информации и развитие навыков перевода с одного языка на другой. Различные комбинации подобного перекодирования представлены на рис.2.

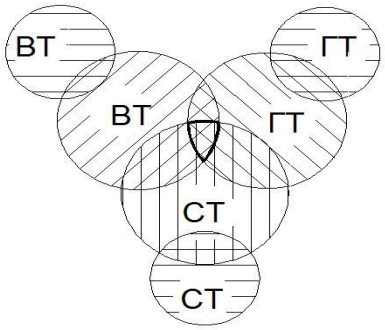


Рис.2. Различные варианты перекодирования текстов: вербальный текст (ВТ) ↔ графический текст (ГТ); вербальный текст ↔ символьный текст (СТ); вербальный текст ↔ вербальный текст; графический текст ↔ символьный текст; графический текст ↔ графический текст; символьный текст ↔ символьный текст.

Заметим, что для студентов с ограниченными возможностями здоровья по слуху иногда необходимо дополнительное перекодирование текста в форме жеста для повышения информационной и содержательной доступности учебной информации. Жестовый язык как средство коммуникации является дополнительной поддержкой в процессе восприятия учебной информации.

Критерием понимания смысла текста служит способность студентов самостоятельно представлять текст не только речевым образом, но и в виде рисунков,

чертежей, графиков, схем, таблиц, символической записи, формульной и числовой записей и др.

Рассмотрим ряд примеров перекодирования текстов, используемых в курсе инженерной графики.

Вербальный текст ↔ вербальный текст

Типичный пример из этого блока возможных способов перекодирования – создание аббревиатур, уплотняющих вербальную информацию, достаточно часто встречающуюся в текстах различной сложности, например:

ГОСТ – государственный стандарт;

ЕСКД – Единая система конструкторской документации.

Вербальный текст ↔ графический текст

Представление вербальных текстов в виде рисунка (различных графических образов) помогает развитию многообразности восприятия текста, замещает дефицит малого словарного запаса и технической терминологии, выявляет суть описываемых объектов и отношений между ними.

Теоремы начертательной геометрии могут быть описаны как вербально, так и представлены наглядным изображением или ортогональным чертежом (рис.3).

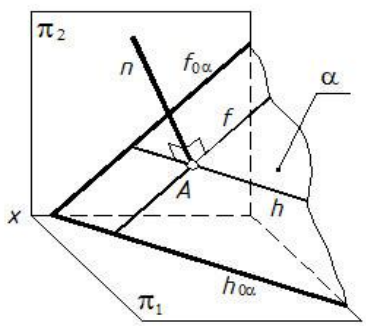
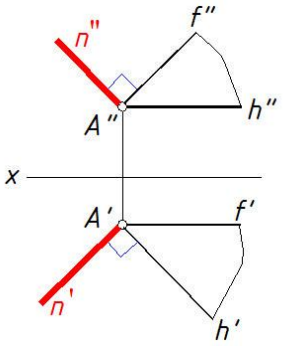
<table>
<tr><td colspan="2">Вербальный текст</td></tr>
<tr><td colspan="2">«Если прямая n перпендикулярна плоскости α, то горизонтальная проекция прямой перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали плоскости, а фронтальная проекция прямой перпендикулярна фронтальной проекции фронтали плоскости»</td></tr>
<tr><td colspan="2">Графический текст</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

Рис.3. Перекодирование теоремы начертательной геометрии

Первое знакомство студентов с понятием «Резьба» наряду со словесным описанием правил и условностей её стандартного изображения требует графического пояснения, необходимого для составления и чтения технических текстов (рис.4).

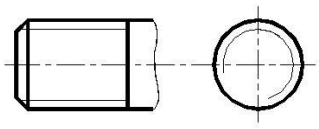
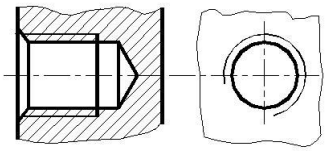
Вербальный текст
На чертежах резьбу изображают ***условно***, независимо от профиля резьбы: - ***на стержне*** *(наружная резьба)* - сплошными основными *толстыми* линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными *тонкими* линиями - по внутреннему, при этом расстояние между ними составляет не менее 0,8 мм, но не более *шага* резьбы ; - ***в отверстии*** *(внутренняя резьба)* - *сплошными основными толстыми* линиями по внутреннему диаметру резьбы и *сплошными тонкими* - по наружному; - ***на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси резьбы***, тонкую сплошную линию проводят *дугой*, составляющей примерно $\frac{3}{4}$ окружности и *разомкнутой в любом месте* (но не на осях): для стержня - по *внутреннему* диаметру ; для отверстия - по *наружному* диаметру резьбы.
Графический текст
 

Рис.4. Перекодирование вербального текста в графический

Вербальный текст ↔ символьный текст

Перекодирование вербального текста в символьный (формулу) целесообразно при составлении алгоритмов решения позиционных или метрических задач начертательной геометрии, например, задачи о построении плоскости, касательной к поверхности в заданной на ней точке (рис.5).

Вербальный текст	Символьный текст
1. Провести линии-посредники l_1 и l_2, принадлежащие поверхности α и проходящие через точку L на поверхности. 2. Провести прямые t_1 и t_2, касательные к линиям-посредникам l_1 и l_2 в точке L. 3. Плоскость τ, заданная прямыми t_1 и t_2 будет касательна к заданной поверхности в ее точке L.	$l_1 \supset L_\alpha$ $l_2 \supset L_\alpha$ $t_1 \sqcap l_1$ $t_2 \sqcap l_2$ $\tau\,(t_1, t_2) \sqcap \alpha$

Рис.5. Перекодирование вербального текста в символьный

Теорема начертательной геометрии о параллельности прямых, имеющая в вербальном представлении вид: "*Если прямые параллельны, то параллельны их одноименные проекции*", может быть сжата в формулу: $a \parallel b \Leftrightarrow a' \parallel b' \wedge a'' \parallel b''$.

Обратная задача – перевод **символьного текста в вербальный** возникает при расшифровке условных обозначений стандартных резьб и резьбовых изделий. Например:

– **M20x1,5** – метрическая резьба с номинальным диаметром 20 мм, мелким шагом 1,5 мм, правая, однозаходная;

– **G1LH** – цилиндрическая трубная резьба с обозначением размера резьбы 1 дюйм, левая;

– **Tr20x8(P4)** – трапецеидальная двухзаходная правая резьба с номинальным диаметром 20 мм, ходом P_h =8 мм, шагом P= 4 мм;

– **Болт М12х40 ГОСТ 7798-70** – болт исполнения 1 с диаметром резьбы 12 мм, длиной 40мм и крупным шагом резьбы.

Графический текст ↔ символьный текст

Одним из способов расширения научного кругозора является установление межпредметных связей, например, при алгебраическом доказательстве результата графического построения линии сечения однополостного гиперболоида вращения плоскостью, перпендикулярной его оси. На рис.6 приведен пример из студенческого доклада на конференции, посвященной применению графических образов в различных областях науки.

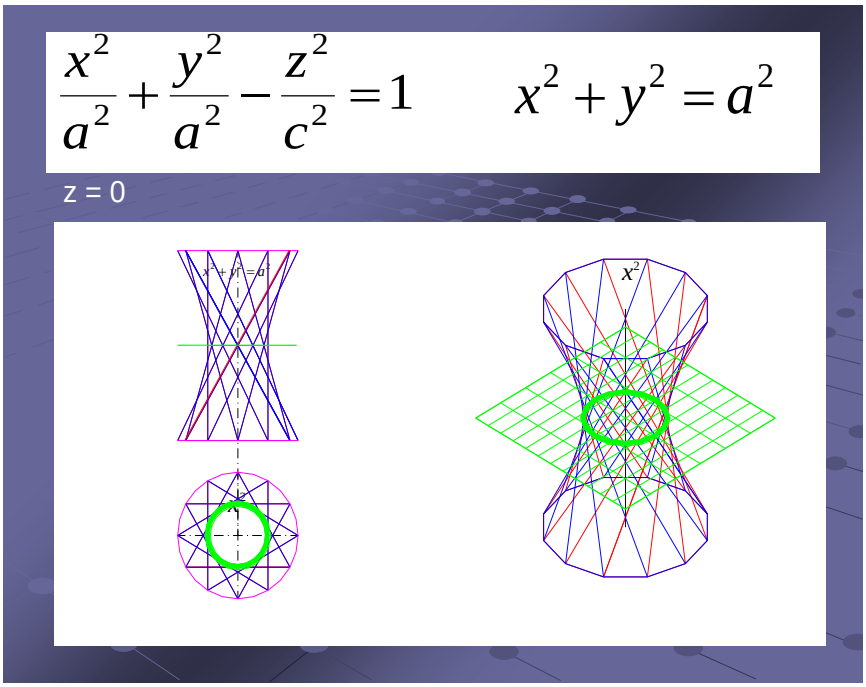


Рис.6. Перекодирование графического текста в символьный

Графический текст ↔ графический текст

На первых стадиях обучения студентам-первокурсникам бывает трудно представить изучаемый объект по его ортогональным проекциям. Для минимизации дефицита пространственного интеллекта полезно и эффективно представлять отображаемые объекты в наглядной форме. Так, на рис.7 даны исходные данные для выполнения домашнего задания «Построение изображений» в ортогональных проекциях и наглядные изображения заданной фигуры. Подобное перекодирование существенно повышает содержательную доступность учебного материала, что подтверждает нижеприведенный фрагмент из студенческого реферата.

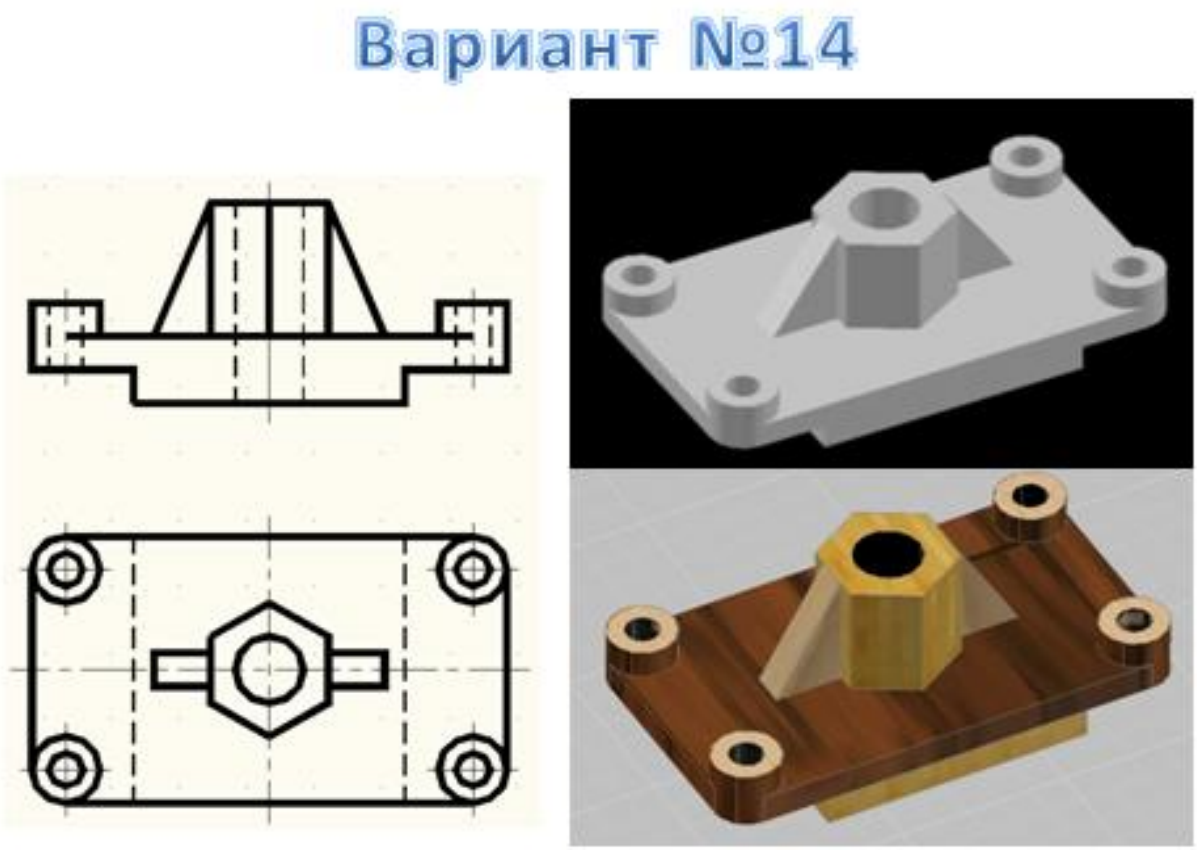


Рис.7. Различные варианты графического представления учебного задания по инженерной графике

Символьный текст ↔ символьный текст

Символьное описание цилиндрической поверхности вращения может быть дано как в варианте алгебраического уравнения $\mathbf{x^2 + y^2 = R^2}$, так и с точки зрения кинематического формообразования поверхности в виде ее определителя [3], в который входит образующая

g, ось вращения **i** и условие, что эта образующая вращается вокруг оси, будучи параллельной ей: **Ф (g, i); [g = R_i (g)].**

Однако наиболее полное понимание смысла учебной информации дает ее **комплексное представление.**

Так, понимание причинно-следственных связей при построении линий конических сечений наиболее продуктивно при сочетании вербального текста, графического сопровождения, а также символьного представления, структурированного в табличной форме. На (рис.8) приведен пример из лекционной тетради по начертательной геометрии.

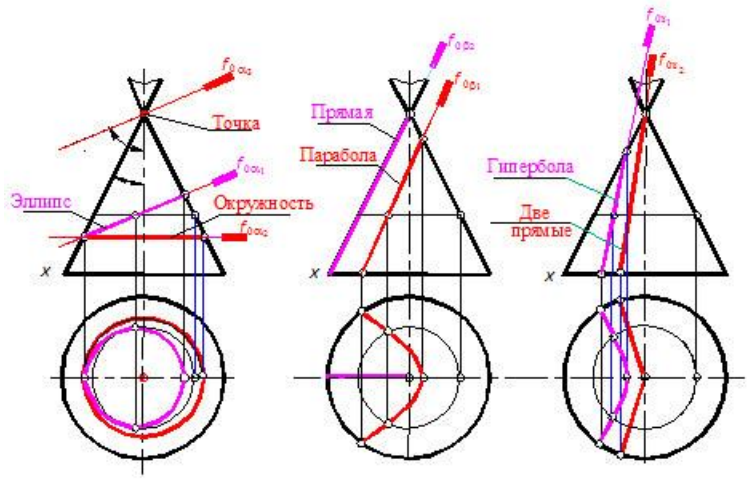
<table>
<tr><th>Вербальный текст</th><th>Графический текст</th></tr>
<tr><td>Вид фигуры сечения зависит от сочетания следующих исходных данных:
-- от положения секущей плоскости относительно вершины конуса (проходит через вершину или не проходит через нее);
-- от величины угла наклона секущей плоскости относительно оси конуса</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">Символьный текст</td></tr>
<tr><td colspan="2">
<table>
<tr><th></th><th>γ ⊃ S</th><th>γ ⊅ S</th></tr>
<tr><td>ω° > φ°</td><td>Точка</td><td>Эллипс (Окружность)</td></tr>
<tr><td>ω° = φ°</td><td>Образующая</td><td>Парабола</td></tr>
<tr><td>ω° < φ°</td><td>Две образующие</td><td>Гипербола</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Рис. 8. Комплексное представление темы "Линии конических сечений"

Алгоритм построения линии пересечения поверхностей также усваивается наиболее эффективно при комплексном его представлении (рис. 9). Иллюстрация учебной информации видеофрагментами вносит в процесс ее восприятия эмоциональную насыщенность.

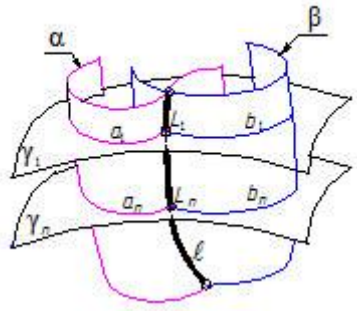
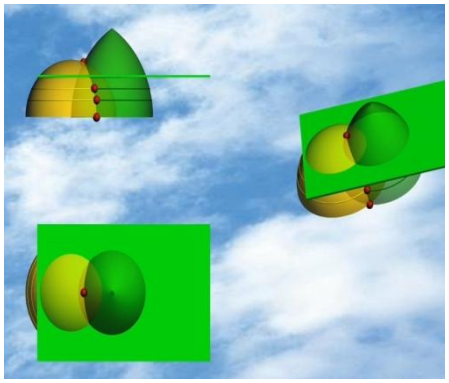
Вербальный текст	Символьный текст
1. Ввести вспомогательную поверхность **γ.** 2. Определить линии пересечения вспомогательной поверхности **γ** с каждой из заданных (**α** и **β**). 3. Найти точку пересечения **L** полученных вспомогательных линий. 4. Повторить первые три пункта ***n*** раз. 5. Провести искомую линию пересечения ***l*** через полученные точки	Ввести **γ** $\gamma \cap \alpha = a$ $\gamma \cap \beta = b$ $a \cap b = L_1$ $L_1 \ldots L_n$ $l \supset L_1 \ldots L_n$
Графический текст	Видеофрагмент
	

Рис.9. Комплексное представление алгоритма построения линии пересечения поверхностей

В заключение хотелось бы добавить, что в своей работе со студентами технического университета мы используем все вышеперечисленные комбинации перекодирования. Многолетний опыт преподавания инженерной графики показал, что для успешного создания когнитивной среды обучения, обеспечивающей понимание предлагаемой учебной информации (особенно для студентов-инвалидов по слуху), необходимо разрабатывать и применять учебные материалы на базе информационно-коммуникационных технологий, в которых должны быть органично соединены тексты вербальные, графические и символьные, взаимно поддерживая и усиливая друг друга в единстве словесной и образной составляющих мышления. Подобный методический подход позволяет минимизировать когнитивные дефициты студентов и способствует формированию их профессиональных компетенций в рамках государственных образовательных стандартов.

Список литературы

1. Станевский А.Г., Лунина И.Н., Покровская М.В. Об опыте преподавания инженерной графики студентам-инвалидам по слуху в образовательно-реабилитационной среде университета // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. Спец. вып. Фундаментальные проблемы создания и поддержки высокотехнологичных производств. С. 100-103.
2. Лунина И.Н., Покровская М.В., Резчикова Е.В. Об опыте интеграции педагогических технологий в техническом университете // Высшее образование в России. 2013. № 2. С. 90-95.
3. Фролов С.А. Начертательная геометрия: учебник. 3-е изд. перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2015. 285 с. (Сер. Высшее образование. Бакалавриат).

Science & Education of the Bauman MSTU
Electronic journal
ISSN 1994-0408

Science and Education of the Bauman MSTU, 2015, no. 06, pp. 446–458.

Received: 13.05.2015
Revised: 04.06.2015

© Bauman Moscow State Technical Unversity

Recoding of Information as a Component of Cognitive Training Technologies in the Course "Engineering Graphics"

I.N. Lunina[1,*], M.V. Pokrovskaya[1]

[*]lunina.lin@yandex.ru

[1]Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Keywords: information, transcoding, engineering graphics, information and communication technology, cognitive education technology

The efficiency to *understand* scientific and technical information is a relevant problem for a modern type of students. It is particularly acute for the freshmen learning the course of engineering graphics, which is one of the basic disciplines in engineering education.

This problem, generally, arises from the *information blow-up and cognitive students' deficiency*. The students need to perceive, understand, take in, and apply a huge amount of information to acquire obligatory professional competencies. The cognitive deficiency is because of the poor school knowledge in geometry and graphics, underdeveloped spatial and logical thinking, lack of skills to work with educational and reference books, clip thinking.

The modern engineering graphics teaches a technology for the visual presentation of information, graphical illustration, and interpretation of scientific and technical texts. The text is considered to be a completed piece of information that is described in any way – verbal, graphical, symbolic. Graphical language is a professionally oriented language of engineers.

One of the components of cognitive learning technologies aimed at understanding the meaning of the studied texts is the development the skills for recoding some information, because a criterion of understanding the meaning of the text is the independent student's ability to represent the verbal texts in the form of drawings, blueprints, charts, diagrams, tables, formulae, and numeric entries.

The article explores some examples of transcoding texts used in the course of engineering graphics (in lectures, seminars, homework, tests). It is emphasized that integrated presentation (verbal + graphical + symbolic) that creates the cohesion of the verbal and figurative components of thinking allows students to gain the most thorough understanding the meaning of educational information. This enables students to minimize their cognitive deficiency, elevate scientific mind, and promote development of appropriate professional competencies.

References

4. Stanevskii A.G., Lunina I.N., Pokrovskaya M.V. Experience of engineering graphics teaching students with hearing disabilities in educational and rehabilitative University environment. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Mashinostroenie = Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building*, 2012, spec. is., pp. 100-103. (in Russian).
5. Lunina I.N., Pokrovskaya M.V., Rezchikova E.V. Integration of pedagogical technologies developed for healthy and auditory impaired students. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher education in Russia*, 2013, no. 2, pp. 90-95. (in Russian).
6. Frolov S.A. *Nachertatel'naya geometriya* [Descriptive geometry]. Moscow, INFRA-M Publ., 2015. 285 p. (Ser. *Vysshee obrazovanie. Bakalavriat* [Higher education. Baccalaureate]). (in Russian).