



Когнитивные проблемы освоения графических дисциплин при подготовке инженеров

© 2024, А.А. Ямпольский

Индивидуальный исследователь, г. Тула, Россия

Аннотация

Когнитивные проблемы освоения графических дисциплин объясняются внедрением компьютерных технологий. На кафедрах графики происходит переориентация учебного процесса на преподавание современных методов компьютерного 3D моделирования. Высказываются мнения о вторичности или даже об отказе от чертежей. В статье предлагается взгляд на чертежи как на разновидность текста. В качестве обоснования «лингвистического поворота» отмечается уникальная роль естественного языка как средства актуализации и распространения знаний. Прослеживается сходство основных свойств чертежей со свойствами текстов. Такими свойствами являются: дискретность элементов, конвенциональность, параметрический стиль описания объектов, концептуальность, иерархическое структурирование, контекстность восприятия. Утверждается, что определяющим условием реализуемости чертежей является не геометрическая точность изображений, а языковая точность, позволяющая «понять» чертёж и установить связь содержимого чертежа с технологиями производства объекта или его компьютерной модели. Обосновывается исключительная роль чертежей как языка техники, отвергается возможность замены чертежей 3D моделированием. Устанавливается взгляд на проектную документацию как на составную часть единой пирамиды знаний. Подчёркивается роль концепции вычислимых знаний в эффективном использовании знаний. Приводится список вопросов, которые могут быть включены в содержание преподавания «языка техники».

Ключевые слова: когнитивные проблемы, чертёж, 3D моделирование, вычислимые знания, язык техники, техническая документация, проект.

Цитирование: Ямпольский А.А. Когнитивные проблемы освоения графических дисциплин при подготовке инженеров // *Онтология проектирования*. 2024. Т.14, №3(53). С.335-343. DOI:10.18287/2223-9537-2024-14-3-335-343.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение

Теоретической основой графических дисциплин является начертательная геометрия, которая изучает способы изображения пространственных объектов на плоскости. Её практическое применение развивалось по двум направлениям: в *исследовательском направлении* на основе плоских изображений решались пространственные задачи (см., например, [1]); в *коммуникативном направлении* изображения рассматривались как элементы языка, позволяющего создать общее согласованное представление о пространственной организации объектов.

Развитие *исследовательского направления* на кафедрах графики видят в переориентации учебного процесса путём переноса центра тяжести с чертёжных методов решения геометрических задач на их решение с помощью современных программ 3D моделирования (см., например, [2]). *Коммуникативная роль* начертательной геометрии имеет прямое отношение к чертежам, требования к которым приведены, например, в [3]. Чертёж должен быть:

- средством восприятия чужих и передачи другим своих мыслей;
- наглядным, т.е. по изображению предметов на плоскости мог создавать их пространственное представление;

- обратимым, т.е. таким, чтобы по нему можно было точно воспроизвести форму, размеры и положение предметов;
- осуществимым, т.е. обеспечивать возможность изготовления по чертежам объектов.

Во многих работах¹ отмечаются недостатки в преподавании графических дисциплин и намечаются пути их преодоления, в основном, связанные с внедрением компьютерных технологий [4-6].

В статье предлагается обратить внимание на *коммуникативное направление* развития графических дисциплин. Оно связано с языком, через язык – с обработкой знаний. Исследования в этой области носят глобальный характер и дают многообещающие результаты (см., например, [7, 8]). В статье развиваются результаты работ автора, представленные на портале isicad.ru².

1 Язык инженера

В основе проектирования лежат два процесса: первый – приобретение, второй – распространение знаний. Невозможно сказать, что важнее: способность найти правильное техническое решение или способность объяснить свои намерения, донести свои знания до окружающих. Единственным средством передачи знаний является язык.

«Лингвистический поворот» означает смену парадигмы: от парадигмы «это всё о геометрии» к парадигме «это всё о языке». Чертеж на рисунке 1 наглядно демонстрирует эволюцию в этом направлении. На чертеже нет «точных» проекций. Тем не менее, арматурные сетки, изготовленные по этому чертежу и по аналогичному чертежу, выполненному с какой угодно геометрической точностью, будут одинаковы.

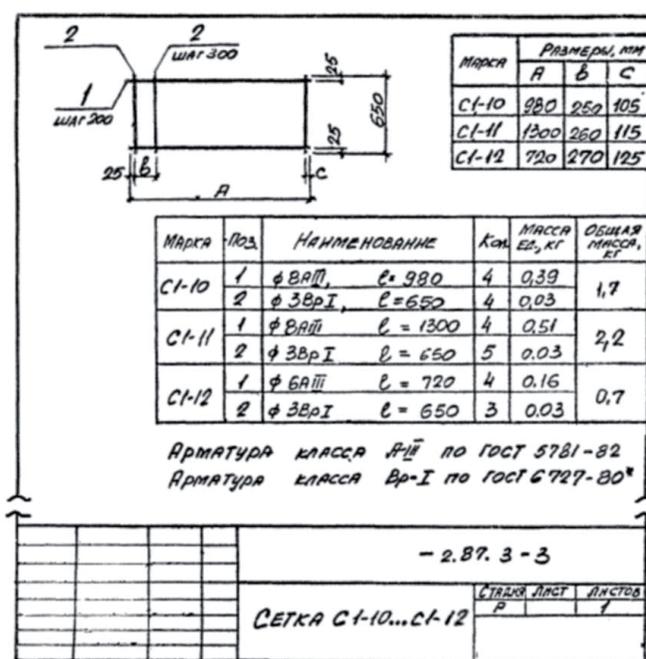


Рисунок 1 – Производственный чертёж арматурных сеток

¹Баздеров Г.А. Из опыта организации и проведения олимпиад студентов и школьников по графическим дисциплинам. Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово, 2019. С.303-308. <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Other/2019/ffp/pages/Articles/25.pdf>.

Гаврилов В.Н. Изменение концепции преподавания графических дисциплин в техническом вузе. Региональная межвузовская научно-практическая конференция «Высшее профессиональное образование в Самарской области: история и современность». Самара, СГАУ. 2011. <http://repo.ssau.ru/bitstream/Regionalnaya-mezhvuzovskaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-Vysshee-professionalnoe-obrazovanie-v-Samarskoi-oblasti-istoriya-i-sovremennost/Izmenenie-konceptii-prepodavaniya-graficheskikh-disciplin-v-tehnicheskome-vuze-63187/1/52-56.pdf>.

Рукавишников В.А., Галиulina А.Р. Кризис графической подготовки - начало четвертой научно-технической революции. Казанский государственный энергетический университет, http://ng.sibstrin.ru/brest_novosibirsk/2024/doc/030.pdf.

Сергеева И.А. Преподавание графических дисциплин студентам технического вуза в современных условиях. V международная интернет-конференция «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации» КГП-2015. <https://dngn.pstu.ru/conf2015/papers/73/>.

²Ямпольский А.А. Когнитивное моделирование зданий. 18 июля 2013. https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16284.

Ямпольский А.А. Что вначале: чертежи или модели? 7.02.2022 г. https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=22236.

Ямпольский А.А. Аксиомы проектирования. 8.06.2022 г. https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=22359.

Ямпольский А.А. Цифровизация или цифровое болото. 19.02.2024 г. https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=22894.

Причина в том, что чертёж не геометрически, а семантически точен, т.е. содержит ровно столько числовой, текстовой и графической информации, чтобы с привлечением доступных технологий физический объект или компьютерная модель могли быть осуществлены.

Нетрудно заметить параметрический стиль описания арматурных сеток на чертеже. Параметрическое описание, как правило, включает в себя следующие элементы:

- формализованные концептуальные схемы объекта (изображения);
- числовые и символьные параметры объекта, ссылки, пояснения;
- вспомогательные элементы, например, размерные и выносные линии.

Параметрическое описание вполне можно рассматривать как пиктографический текст (см. рисунок 2).

Чертёж на рисунке 1 не является исключением, все строительные чертежи построены на основе параметрического подхода. С учётом сказанного, можно дать общее формальное определение чертежа.

Чертёж – лингвистическая модель, содержащая концептуализированное (параметрическое) описание объекта и состоящая из фрагментов пиктографического и алфавитно-цифрового текста³.



а) концептуальная схема арматурной сетки; б) выноска с присоединёнными параметрами: позицией стержня и шагом стержней данной позиции; в) размеры с присоединёнными числовыми и символьными параметрами

Рисунок 2 – Пиктограммы на чертеже

2 Взгляд на чертёж как на текст

Проектную документацию принято делить на две части. К первой относятся графические документы (чертежи), ко второй – документы, содержащие в основном сплошной текст. Эволюция чертежей постепенно стирает границу между этими частями.

Сходство традиционного текста и графических изображений на чертежах подтверждают следующие их свойства.

Дискретность (членимость). В тексте всегда можно вычленить его составляющие: буквы, слова, предложения, абзацы, главы. Пиктограммы на чертеже обладают тем же свойством и изображаются так, чтобы их обособленность была очевидна.

Нечувствительность к точности изображения. Напечатанное или написанное «от руки» слово вызывает один и тот же образ; пиктограмма арматурной сетки (см. рисунок 2) не требует тщательного выравнивания линий, соблюдения пропорций, углов наклона.

Различимость и конвенциональность. Языковые знаки алфавитного текста (например, слова) имеют конвенциональные (договорные) связи с предметами, которые они замещают. То же самое относится к знакам пиктографического текста – пиктограммам. Зрительное сходство знаков с замещаемыми предметами не обязательно; обязательна лишь различимость знаков. Знаки, обозначающие разные предметы, должны зрительно отличаться друг от друга (см. например, пиктограммы арматурных сеток и проёмов на чертежах перекрытий [9]).

Концептуальность. На рисунке 3 приведён пример «сырого» (слева) и концептуализированного (справа) чертежей. Концептуализировать чертёж – значит отбросить лишнее, не имеющее в данном контексте отношения к делу, и оставить только необходимое.

Иерархическое структурирование – деление на разделы, главы, параграфы, предложения, слова – неотъемлемое свойство текста, дающее возможность его восприятия. На рисунке 4 представлены примеры структурирования пиктографического и традиционного текстов.

План типового этажа (рисунок 4а) можно рассматривать как сложную пиктограмму, включающую в себя пиктограммы стен, помещений, оборудования и т.п. На плане выделены пиктограммы помещений угловой

³ См. также ГОСТ Р 2.109-2023. Национальный стандарт Российской Федерации. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам. Дата введения 2024-03-01. *Прим.ред.*

квартиры и помещений, лежащих на пути эвакуации из квартир. На рисунке 4б перечислены требования к дверям на путях эвакуации. В целях облегчения машинной обработки текст структурирован по признакам «исполнения», «комплектации» и «запрета».

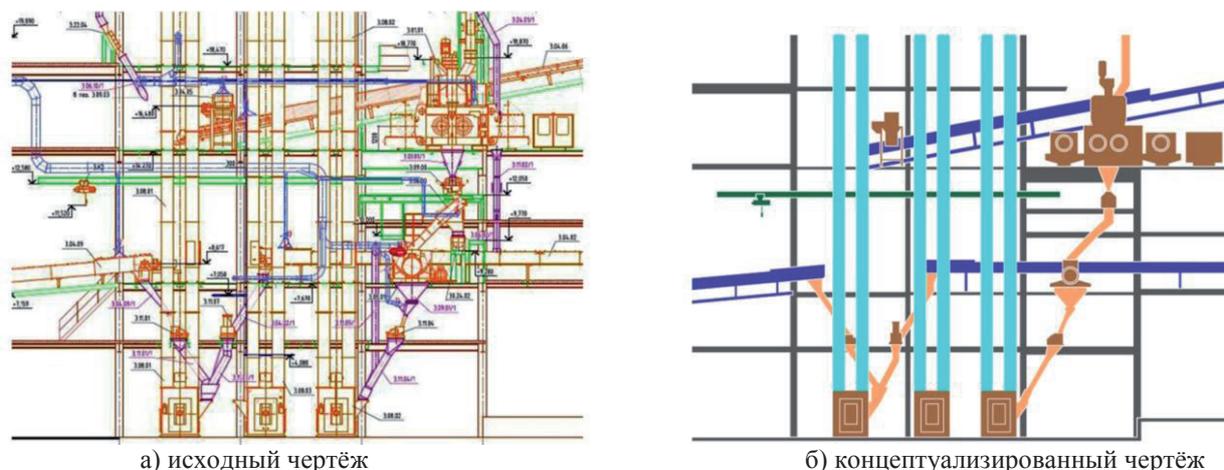


Рисунок 3 – Концептуализация чертежа

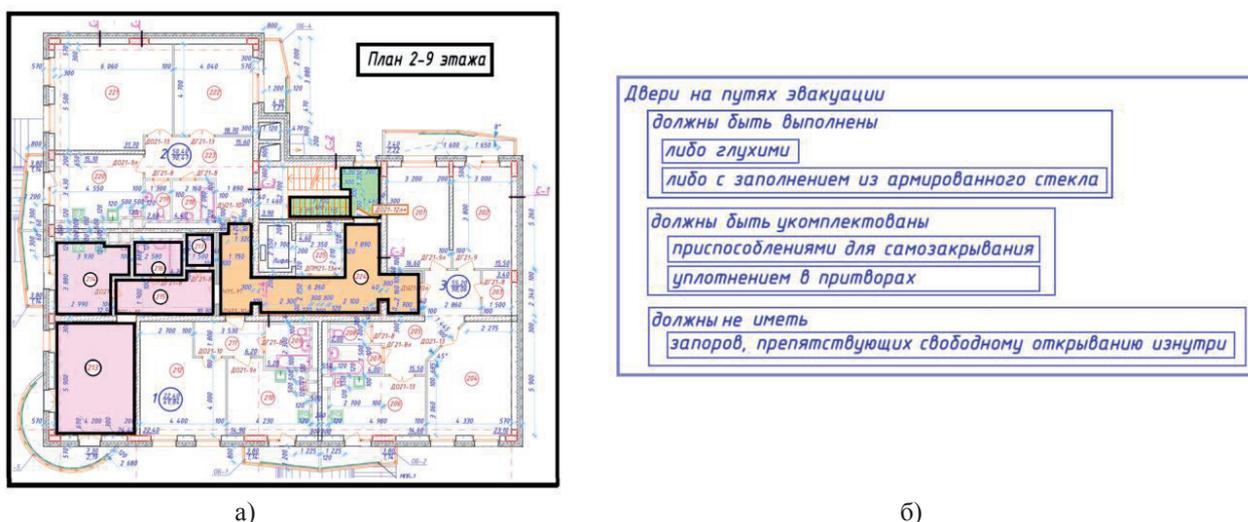


Рисунок 4 – Структурирование пиктографического (а) и традиционных текстов (б)

Контекстность. Текст невозможно понять без учёта контекста. Чертежи обладают тем же свойством. Чертёж на рисунке 1 понимается в силу того, что он входит в состав раздела «Конструктивные решения», является детализацией схемы армирования и содержит в основной надписи слово «Сетка».

Реализуемость чертежей полностью зависит от наличия технологий: компьютерных – для реализации в виде цифровых моделей; производственных – в виде реальных объектов.

Если технология существует, то достаточно иметь концептуальную схему, указать параметры и дать ссылку на технологию. Если для сложного объекта специальной технологии не существует, применяется метод иерархической декомпозиции. Объект путём ссылки на детализирующие чертежи разбивается на более простые объекты. Процедура упрощения повторяется до тех пор, пока все объекты на чертеже не получат технологической поддержки.

3 3D модели как замена чертежей?

Не вызывает сомнений, что 3D моделирование успешно справляется с решением аналитических (прочностных, теплотехнических, геометрических и пр.) задач. Однако, способ-

ность моделей «объяснять» самих себя далеко не очевидна. В 3D моделях нет абстрактных объектов, таких как «типовой этаж», «типовой узел», «перегородка», «расстояние»; есть конкретные этажи, узлы, перегородки и расстояния. На рисунке 5 показано, к чему, с точки зрения «понимания», приводит подход, основанный на необходимости копировать в модели каждый экземпляр объектов реального мира.

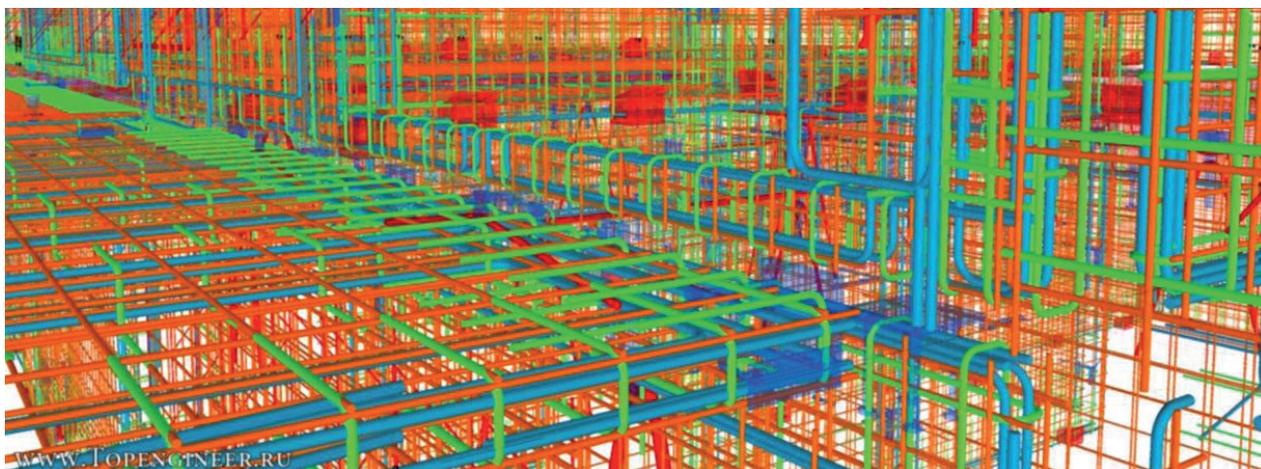


Рисунок 5 – 3D модель арматурного каркаса монолитного здания

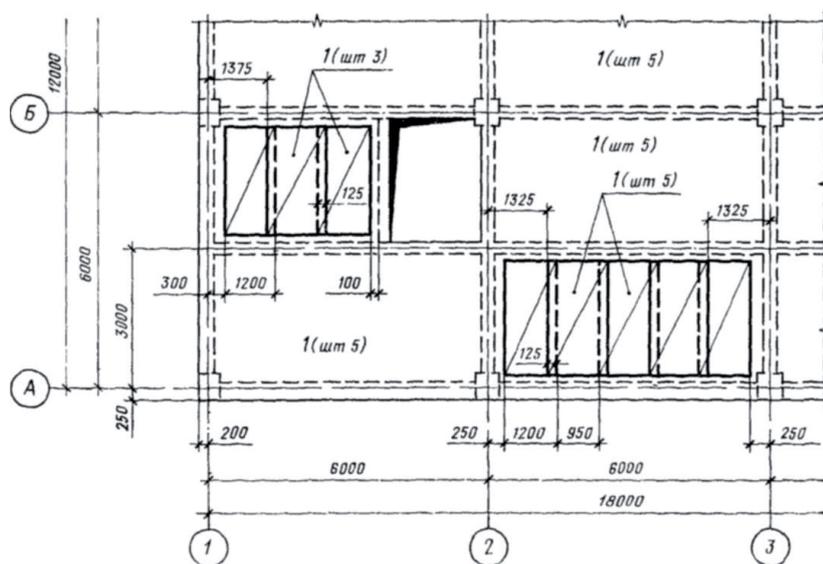


Рисунок 6 – Схема армирования перекрытия

Не менее проблематична возможность автоматической генерации чертежей. Например, получить чертеж, такой как на рисунке 6, на основе анализа 3D модели рисунка 5 под силу только будущему искусственному интеллекту. На самом деле, задача ещё сложнее: нужно автоматически создать не отдельные чертежи, а проектную документацию.

3D модели используются для получения знаний об объекте. Процесс добывания новых знаний состоит в следующем: на основе начальных параметров строится модель;

производится испытание модели; полученные результаты (данные) анализируются, начальные параметры корректируются. Процесс повторяется, пока не будет достигнут приемлемый результат, фиксируемый в общедоступном для понимания виде, например в виде чертежей.

4 Техническая документация

Техническую документацию в целом можно представить в виде многоуровневой пирамиды знаний. На верхнем уровне – федеральные законы и постановления правительства; ниже – отраслевые стандарты, нормы и правила; ещё ниже – типовые технические решения. Каждый нижележащий уровень является конкретизацией вышележащего. Например, Феде-

ральный закон № 384-ФЗ [10] содержит общие требования безопасности зданий и сооружений. Свод правил [11] содержит требования к ограждающим конструкциям зданий. В первых же строках документа указывается, что он разработан в соответствии с Федеральным законом № 184-ФЗ. Обычной практикой производителей конструкций и материалов является выпуск альбомов технических решений, содержащих номенклатуру изделий и типовые варианты их применения. Как правило, альбомы содержат ссылки на нормативные документы, служащие гарантией качества и безопасности производимой продукции. Например, альбомы технических решений фасадных систем содержат ссылки на [11].

Рабочие проекты располагаются в основании пирамиды знаний и являются последней ступенью конкретизации перед осуществлением. Все виды документов, начиная от правилительственных постановлений и заканчивая детализированными чертежами рабочих проектов, соответствуют одному общему определению – иллюстрированный (алфавитно-пиктографический) текст.

Единая сущность подразумевает единый формат хранения. Фундаментальное требование к формату – ориентация на человеческое восприятие. Единственный надёжный способ предотвратить искажённое воспроизведение документа – сохранить его в растровом PDF формате⁴.

Иллюстрированный текст, записанный в растровом формате, традиционно рассматривается как неструктурированная информация, ориентированная на восприятие только человеком. Прогресс в области машинного распознавания образов и обработки языков делают такую точку зрения устаревшей. Имеется возможность увеличить машинную понимаемость иллюстрированного текста с помощью семантической разметки растрового изображения².

Концепция вычислимых знаний сводится к обработке языка, машинному переводу естественно-языкового текста на низкоуровневый (исполняемый) машинный язык. Как работает машинное понимание, можно показать на примере интерпретации чертежей. Последовательность операций может быть следующей.

- 1) *загрузка растрового изображения.*
- 2) *вычленение (распознавание) алфавитных и пиктографических фрагментов.*
- 3) *преобразование растровых фрагментов в графические примитивы: текст, линия, полилиния, размер, выноски и т.п.*
- 4) *определение семантической роли примитивов: граница вида, название вида, координатная ось, имя координатной оси, конструктивный тип объекта и т.п.*
- 5) *связывание размерных примитивов с узловыми точками геометрических примитивов, определение точных координат узловых точек.*

На этом этапе из неточного растрового изображения получается геометрически точный векторный чертеж. Процедуру «понимания» можно продолжить, получив в итоге список низкоуровневых команд построения 3D модели. Программа машинной интерпретации точного векторного чертежа и построения на её основе трёхмерной модели разработана автором статьи в 2012 г. (см. 3д-интерпретатор строительных чертежей - <http://3d-int.ru>).

В свете сказанного в программе подготовки инженеров целесообразно предусмотреть изучение следующих вопросов.

Сотрудничество и его основы: знания, понимание и объяснение [12]; концептуализация и иерархическая декомпозиция [13]; знаковые системы и роль естественных языков²; стандартизация языка; форматы хранения и распространения знаний².

Источники знаний: учебники, справочники, нормативные документы, типовые проекты, архивные документы [14].

⁴ ГОСТ Р 2.531-2023. Единая система конструкторской документации. Электронная конструкторская документация. Виды преобразований. Дата введения 2024—03—01. *Прим. ред.*

Исследования в процессе проектирования с целью получения недостающих знаний: компьютерное моделирование; результаты моделирования в виде данных; обработка данных и преобразование их в знания.

Алгоритмы составления и чтения чертежей²: текстовая, естественно-языковая сущность чертежей; пиктограммы и текст на чертежах; параметризация; ссылки на компьютерные и производственные технологии.

Машинная обработка знаний: машинопонимаемые тексты, содержащие знания²; машинная обработка языков [15]; поиск релевантных знаний [14]; системы поддержки принятия решений [16]; автоматическая проверка чертежей; машинная интерпретация чертежей [17].

Заключение

Предложенный подход к решению когнитивных проблем освоения графических дисциплин при подготовке инженеров означает «перезагрузку» графических дисциплин, изменение подхода к преподаванию предмета, увеличение роли и ответственности соответствующих кафедр.

Список источников

- [1] *Вертинская Н.Д.* Решения задач в методах моделирования и конструирования начертательной геометрии // Научное обозрение. Технические науки. 2016. № 3. С.5-25.
- [2] *Усатая Т.Д., Дерябина Л.В., Решетникова Е.С.* Современные подходы к проектированию изделий в процессе обучения студентов компьютерной графике // Геометрия и графика. 2019. № 1. С.74-82.
- [3] *Четверухин Н.Ф и др.* Начертательная геометрия. М.: Высшая школа, 1963. С.9-11.
- [4] *Болбат О.Б., Шабалина Н.К.* Проблемы высшего технического образования в области дисциплин графического цикла // Проблемы современного педагогического образования. 2018. №61-2. С.87-90.
- [5] *Ханов Г.В., Федотова Н.В.* Проблемы формирования графической компетентности у студентов с заниженным уровнем подготовки по графическим дисциплинам // Фундаментальные исследования. 2014. № 5-2. С.374-378.
- [6] *Чопова Н.В.* Основные недостатки в преподавании инженерно-графических дисциплин в техническом вузе и методы их устранения // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. Т.20. С.2691–2695.
- [7] *Friedman C., Flynn A.* Computable knowledge: An imperative for Learning Health Systems // Learning Health Systems. Wiley, 2019. DOI: 10.1002/lrh2.10203.
- [8] *Wyatt J., Scott P.* Computable knowledge is the enemy of disease // BMJ Health & Care Informatics, 2020. DOI: 10.1136/bmjhci-2020-100200.
- [9] ГОСТ 21.201-2011. Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций.
- [10] Федеральный закон № 384-ФЗ. "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".
- [11] СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Дата введения 2013-07-01.
- [12] *Кузнецов О.П.* Когнитивная семантика и искусственный интеллект // Искусственный интеллект и принятие решений. М.: Институт системного анализа РАН, 2012. №. 4. С.95-105.
- [13] *Раков В.И.* Системный анализ (начальные понятия): учебное пособие. М.: Изд. дом Академии Естествознания, 2012. 239 с.
- [14] *Кучуганов А.В., Касимов Д.Р.* Графический поиск чертежей в хранилищах данных // Прикладная информатика. 2012. № 2(38). С.84-92.
- [15] *Белов С.Д. и др.* Обзор методов автоматической обработки текстов на естественном языке // Системный анализ в науке и образовании. 2020. № 3. С.8-22. DOI 10.37005/2071-9612-2020-3-8-22.
- [16] *Борзых Н.Ю.* Анализ систем поддержки принятия решений, их классификаций и методов принятия решений // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 91-7. С.87-90. DOI 10.18411/trnio-11-2022-350.
- [17] *Ablameyko S., Pridmore T.* Machine interpretation of line drawing images: technical drawings, maps and diagrams. London: Springer, 2000. 284 p.

Сведения об авторе

Ямпольский Александр Андреевич, 1953 г. рождения. Окончил Тульский политехнический институт в 1977 г., инженер-строитель с 40-летним стажем, автор статей по теории и практике строительного проектирования, разработчик программ машинной интерпретации чертежей. Работал в Институте «Тульский Промстройпроект» и других проектных организациях в роли расчётчика строительных конструкций жилых и промышленных объектов. Область интересов – машинная интерпретация чертежей. yamp8047@gmail.com.



Поступила в редакцию 17.05.2024, после рецензирования 26.07.24. Принята к публикации 29.07.24.



Scientific article

DOI: 10.18287/2223-9537-2024-14-3-335-343

Cognitive challenges in teaching graphic disciplines to engineering specialists

© 2024, A.A. Yampolskiy

An individual researcher, Tula, Russia

Abstract

Cognitive challenges in mastering graphic disciplines are attributed to the introduction of computer technologies. Graphics departments are reorienting the educational process towards teaching modern methods of computer 3D modeling. Opinions have been expressed about the secondary nature or even the rejection of drawings. This article proposes viewing drawings as a type of text. As a justification for the "linguistic turn", the unique role of natural language as a means of updating and disseminating knowledge is noted. The similarity of the main properties of drawings with those of texts is traced. These properties include the discreteness of text elements, conventionality, parametric style of describing objects, conceptuality, hierarchical structuring, and contextuality of perception. It is argued that the determining factor for the feasibility of drawings is not the geometric accuracy of images, but linguistic accuracy, which allows one to "understand" the drawing and establish a connection between the contents of the drawing and the technologies of producing an object or its computer model. The exceptional role of drawings as the language of technology is substantiated, and the possibility of replacing drawings with 3D modeling is rejected. The view of project documentation as an integral part of a single pyramid of knowledge is established. The role of the concept of computable knowledge in the effective use of knowledge is emphasized. A list of questions that can be included in the content of teaching the "language of technology" is provided.

Keywords: cognitive challenges, drawing, 3D modeling, computable knowledge, language of technology, technical documentation, project.

For citation: Yampolsky A.A. Cognitive challenges in teaching graphic disciplines to engineering specialists [In Russian]. *Ontology of designing*. 2024;14(3): 335-343. DOI: 10.18287/2223-9537-2024-14-3-335-343.

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

List of figures

- Figure 1 - Production drawing of reinforcing mesh
- Figure 2 - Pictograms on the drawing
- Figure 3 - Conceptualization of the drawing
- Figure 4 - Structuring pictographic and traditional texts
- Figure 5 - 3D model of the reinforcement cage of a monolithic building
- Figure 6 - Floor reinforcement scheme

References

- [1] *Vertinskaya ND.* Solving problems in descriptive geometry methods of modeling and designing [In Russian]. Scientific Review. Technical science. 2016; 3: 5-25.
- [2] *Usataya TD., Deryabina LV., Reshetnikova ES.* Modern approaches to product design in the process of teaching computer graphics to students [In Russian]. Geometry and Graphics. 2019; 1: 74-82.
- [3] *Chetveruhin NF., etc.* Descriptive geometry [In Russian]. Moscow: Higher school, 1963. P.9-11.
- [4] *Bolbat O.B., Shabalina N.K.* Problems of higher technical education in the field of disciplines of the graphic cycle // Problems of modern pedagogical education. 2018. No. 61-2. P.87-90.
- [5] *Khanov G.V., Fedotova N.V.* Problems of developing graphic competence among students with a low level of training in graphic disciplines // Fundamental Research. 2014. No. 5-2. P.374-378.
- [6] *Chopova N.V.* The main shortcomings in the teaching of engineering and graphic disciplines at a technical university and methods for eliminating them // Scientific and methodological electronic journal "Concept". 2014. T.20. pp.2691–2695.
- [7] *Friedman C., Flynn A.* Computable knowledge: An imperative for Learning Health Systems. Learning Health Systems. Wiley, 2019. DOI: 10.1002/lrh2.10203.
- [8] *Wyatt J., Scott P.* Computable knowledge is the enemy of disease. BMJ Health & Care Informatics, 2020. DOI: 10.1136/bmjhci-2020-100200.
- [9] GOST 21.201-2011. Conventional graphic images of elements of buildings, structures and structures.
- [10] Federal law № 384-ФЗ. " Technical regulations on the safety of buildings and structures".
- [11] SP 50.13330.2012. Thermal protection of buildings.
- [12] *Kuznetsov OP.* Cognitive semantics and artificial intelligence [In Russian]. Artificial intelligence and decision making. Moscow: Institute of System Analysis RAS, 2012. 4: 95-105.
- [13] *Rakov VI.* System analysis (initial concepts): textbook [In Russian]. Moscow: Publishing House of the Academy of Natural Sciences, 2012. 239 p.
- [14] *Kuchuganov AV., Kasimov DR.* Graphical search for drawings in data warehouses [In Russian]. Applied Informatics. 2012. 2(38): 84-92.
- [15] *Belov SD., etc.* Review of methods for automatic processing of texts in natural language [In Russian]. System analysis in science and education. 2020. 3: 8-22. DOI 10.37005/2071-9612-2020-3-8-22.
- [16] *Borzyh NYu.* Analysis of decision support systems, their classifications and decision-making methods [In Russian]. Trends in the development of science and education. 2022. 91-7: 87-90. DOI 10.18411/trnio-11-2022-350.
- [17] *Ablameyko S., Pridmore T.* Machine interpretation of line drawing images: technical drawings, maps and diagrams. London: Springer, 2000. 284 p.

About the author

Alexandr Andreevich Yampolskiy (b. 1953) graduated from the Tula Polytechnic Institute (Tula, USSR) in 1977, civil engineer with 40 years of experience, he is the author of articles on the theory and practice of construction design, and a developer of programs for machine interpretation of drawings. He worked at the Tula Promstroyproekt Institute and other design organizations as a structural analyst of residential and industrial facilities. The area of interest is machine interpretation of drawings. yamp8047@gmail.com.

Received May 17, 2024. Revised July 26, 2024. Accepted July 29, 2024.