

Актуальные проблемы преподавания проекционного черчения в техническом университете

04, апрель 2015

Бочарова И. Н., Демидов С. Г.

УДК: 514.18

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

^{*}sgd@email.ru

Введение

Фундаментом общетехнической подготовки специалиста является курс инженерной графики, так как его успешное усвоение является необходимым условием дальнейшего обучения в техническом университете. В то же время этот курс — первый для студента прикладной предмет, знакомящий его с многогранной практикой проектирования, что часто вызывает сложности при его изучении. Проиллюстрировать то, что первый раздел курса — проекционное черчение — сложен для студентов можно, например, сопоставлением результатов экзаменационной сессии первого семестра по разным предметам (оценок полученных студентами), среднего проходного приведённого балла зачисления (приведённый бал зачисления = $(5 * \text{результат ЕГЭ}) / 300$) для разных факультетов МГТУ им. Н.Э.Баумана (рис.1).

Анализ значений среднего балла по любой дисциплине, как меры успешности её изучения, показывает, что, как и для наиболее подготовленных к учёбе в университете первокурсников (для МГТУ это факультеты ИУ, РК, РЛ), так и для всех остальных (факультеты МТ, СМ, Э) курс инженерной графики представляет определённые сложности. Сходные данные можно привести и для последующих семестров.

1. Основные компоненты графической подготовки студентов

Рассмотрим исторически сложившиеся компоненты графической подготовки студентов с целью поиска наиболее сложных для изучения среди них. Материалом для анализа послужит курс, разработанный для машиностроительных специальностей МГТУ, так как, во-первых, его изучает большая часть факультетов, а, во-вторых, на его основе разрабатываются программы для остальных факультетов, как правило, путём исключения тех или иных разделов.

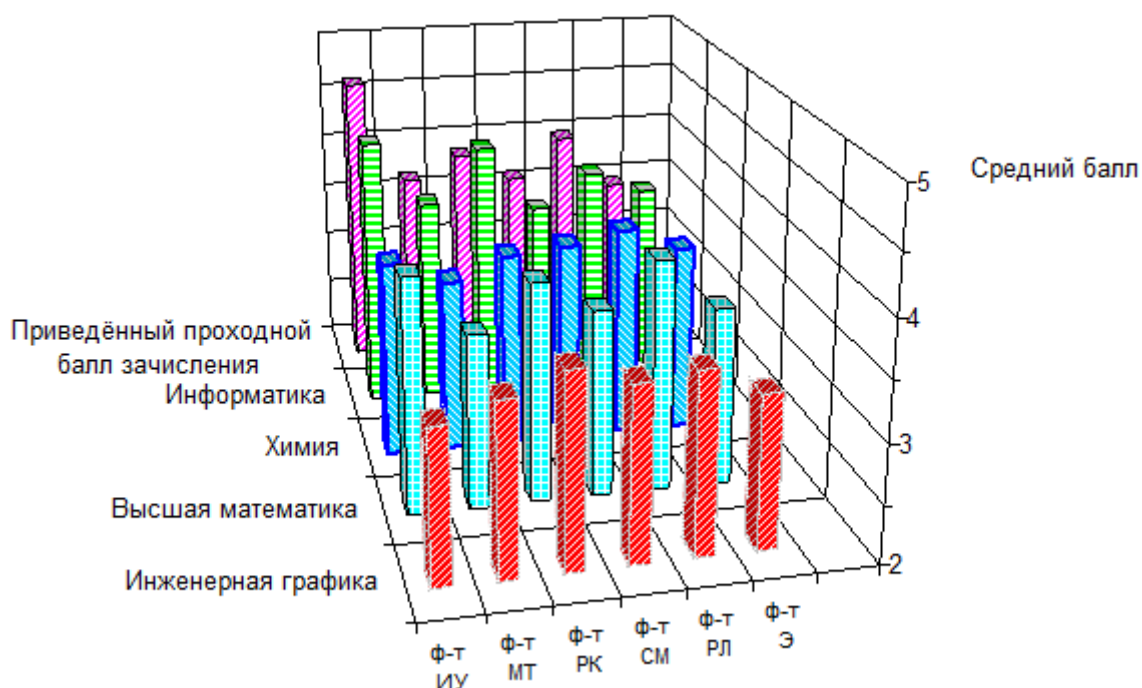


Рис.1. Сопоставление результатов сессии 1 семестра по различным предметам, проходного балла зачисления для разных факультетов МГТУ им. Н.Э.Баумана (усреднённые данные за последние три года (2011-2013)).

Разобьём условно для удобства анализа графическую подготовку студентов на 5 частей (по числу оцениваемых контрольных мероприятий): начертательная геометрия, общие правила выполнения чертежей и проекционное черчение, выполнение чертежей деталей, выполнение чертежей сборочных единиц и элементы конструирования, выполнение рабочей конструкторской документации и элементы конструирования. На рис.2 представлен средний бал, полученный студентами, на контрольных мероприятиях по этим разделам (усреднённые данные за 2011-2013 годы для факультета МТ).

Как видно из рисунка наибольшие сложности у студентов машиностроительных специальностей вызывает раздел проекционного черчения, состоящего из трёх узловых компонентов: общие правила выполнения чертежей и техника черчения, проекционное черчение, общие правила нанесения размеров. Существует мнение, что начертательная геометрия, как одна из графических дисциплин, сложна для изучения. Тем не менее, успеваемость по ней достаточная для студентов 1 семестра. Это связано с существованием хорошо разработанной методической базой в трудах [1, 2, 3, 4, 5]. Кроме этого, традиционно на изучение начертательной геометрии отводится достаточное количество учебных часов. Также решение задач, как правило, связано с выполнением операций с объектами, хорошо знакомыми студентам (простые геометрические тела, точки, линии). Помогает изучению начертательной геометрии и то, что большинству студентов МГТУ характерна развитая способностью логически мыслить (о чём свидетельствуют относительно высокие проходные баллы зачисления), «похожесть» раздела на другие математические дисциплины.

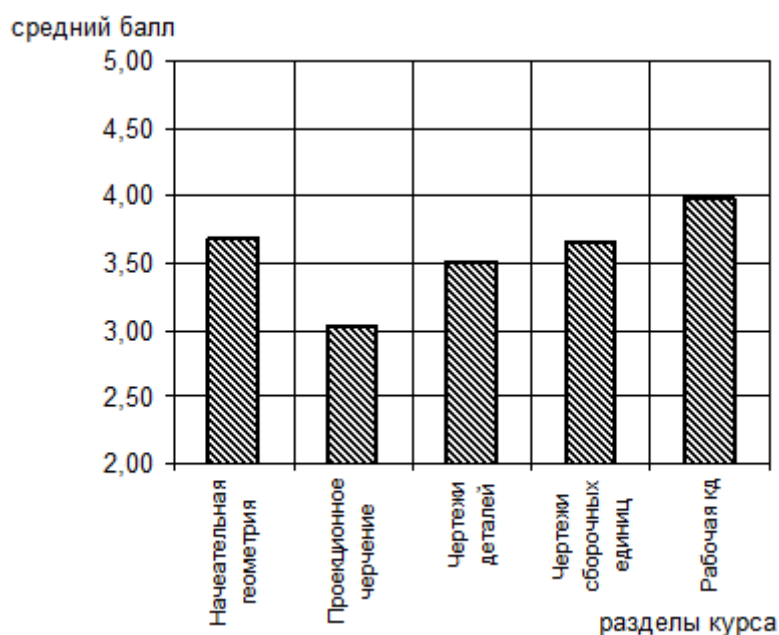


Рис.2. Сопоставление среднего балла контрольных мероприятий по разделам курса инженерной графики для ф-та МТ 2011-2013 гг.

2. Проблемные аспекты проекционного черчения

Проведём анализ причин невысокой успешности изучения проекционного черчения по следующим аспектам: исходная подготовка студентов, типовые сложности, возникающие при изучении раздела, отводимым учебным часам с целью выработки дидактических приёмов, позволяющих повысить успеваемость студентов младших курсов.

В настоящее время предварительные знания студентов, полученные по инженерной графике до поступления в вуз, весьма разнородны. По данным [6,7] до 30% первокурсников практически не имеют первичных навыков черчения, хотя в то же время, 15...25% из них закончили средние образовательные учреждения с преподаванием графических дисциплин (рисунка, черчения), где получили достаточные предварительные навыки, а 3...5% обучались в средних специальных учебных заведениях и имеют хорошо сформированные навыки черчения. С другой стороны, средний балл первокурсников по общеобразовательным дисциплинам (информатика, аналитическая геометрия, математический анализ и др.) выше среднего балла по инженерной графике, что свидетельствует о потенциальной обучаемости студентов. Это требует учёта при разработке учебной программы, индивидуализации подхода к методике преподавания, как всего курса инженерной графики, так и раздела, посвящённого проекционному черчению.

Для выявления проблемных моментов изучения проекционного черчения был проведён анализ как семестровых и зачётных работ студентов первого семестра, так и зачётных работ последующих семестров (фиксировались только ошибки, относящиеся к разделу проекционного черчения). Ошибки, характерные для семестровых работ 1 семестра, и частота их появления следующие (см. табл.1).

Таблица 1

Ошибка	Частота появления, %
1. Проведение на чертеже ненужных осей плоскостей проекций	38
2. Неправильно определяются проекции точек на проецирующих плоскостях	10
3. Неправильно определяются проекции точек на плоскостях общего положения	47
4. Не может применить правило на нахождение недостающих проекций точек для своего случая	32
5. Неправильно строит проекции пирамиды	24
6. Не строит самостоятельно наклонного сечения	67
7. Проблемы с переходом к условностям изображения разрезов (выкатывание отверстия, ребро жёсткости и пр.)	52
8. Не может самостоятельно для своего варианта построить проекции сквозного отверстия после изучения правил	60
9. «Не видит» всех пересекающихся геометрических объектов на своём задании	71
10. Ошибки проведения линий на сфере	57
11. Бессистемное хаотичное нанесение размеров	74
12. Чертёж выполняется «на глазок», без точных построений, как бы по воображаемому, нарисованному решению	9

Ошибки, характерные для зачётных работ, выполняемых после изучения проекционного черчения, и частота их появления следующие (см. табл. 2).

Таблица 2

Ошибка	Частота появления, %
1. Не правильно построена третья проекция	22
2. Не выявлены все пересекающиеся отверстия на всех проекциях, все видимые линии	43
3. На сфере проведены прямые линии	32
4. Ошибки при построении проекций пирамиды	9
5. Бессистемное хаотичное нанесение размеров	41

Ошибки, характерные для зачётных работ, выполняемых после изучения последующих разделов, но относящиеся к теме проекционное черчение, и частота их появления следующие (см. табл. 3).

Таблица 3

Ошибка	Частота появления, %
1. На изображениях деталей не хватает линий	43
2. Бессистемное хаотичное нанесение размеров	21
3. Ошибки проекционной связи изображений	14
4. Не правильно представлено изделие на чертеже (ошибки чтения чертежа, макета задания)	9

Обобщая приведённые типовые ошибки студентов, рассматривая их с точки зрения методики преподавания раздела, разобьём их на три группы.

1. Неумение применить логические правила проекционного черчения к своему варианту, к варианту зачётной работы, хотя при этом условия задач понятны и студент «от руки», в виде рисунка может изобразить решение задачи в первом приближении.
2. Неумение представить пространственное решение новой для себя проекционной задачи, сложности с пространственным представлением решённой задачи, хотя на аналогичных примерах может выполнить правильные построения, сообразуясь с логическими правилами проекционного черчения, неумение выявить самостоятельно все пересекающиеся геометрические объекты, то есть другими словами, «не видит» деталь по её чертежу.
3. Неспособность решить проекционную задачу в принципе. Это характерно для группы студентов без каких либо первичных навыков черчения, что требует дополнительной индивидуальной работы, применения как овеществлённых моделей проекционных задач, или их виртуальных аналогов.

При анализе проблемных моментов преподавания проекционного черчения следует учитывать и отведённые на раздел часы учебного плана. Для графических дисциплин в техническом университете в этой связи характерны разнородные тенденции. Как отмечено в работе [8] время на изучение начертательной геометрии постоянно снижается при неизменяющемся содержании курса. Для проекционного черчения характерно иное: количество часов, отводимых на этот раздел колеблется относительно некоторой величины, что объясняется важностью этого раздела. Иллюстрирует это рис.3, на котором представлено изменение количества учебных часов, выделяемых на проекционное черчение за последние 10 лет в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

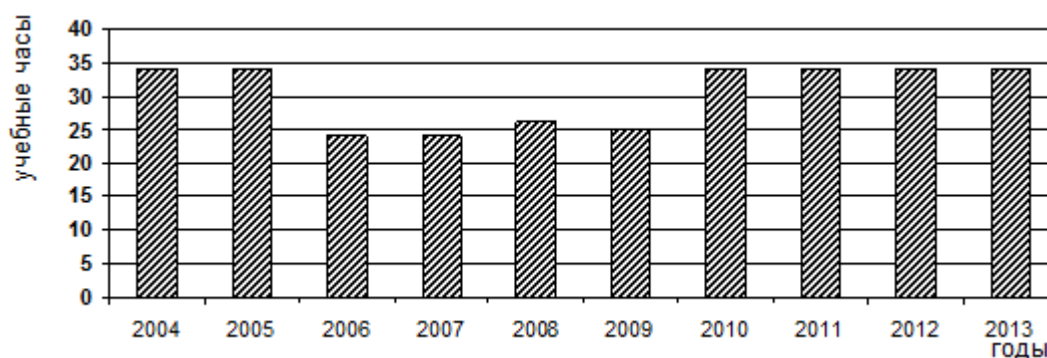


Рис.3. Учебные часы, выделяемые на раздел проекционное черчение, за последние 10 лет в МГТУ им. Н.Э.Баумана, для обучающихся по программе специалитета (факультет МТ)

Как видно из рисунка, достаточно часто происходит как уменьшение, так и увеличение количества учебных часов, что постоянно требует видоизменять программу раздела. Как правило, это происходит простым добавлением и убавлением количества решаемых

задач, изучаемых тем, при этом следует отметить, что требования к качеству усвоения раздела — на уровне навыка — неизменны не только в условиях отведённых часов, но и для всех факультетов. Простое исключение некоторых разделов курса, уменьшение количества решаемых задач не ведёт к достаточной степени успешности его усвоения. Пример тому — результаты первого семестра для факультета ИУ по разным дисциплинам: по всем предметам семестра, кроме инженерной графики, полученные средние баллы достаточно высоки (см. рис. 1). Другими словами чему учить известно, вопрос в том, как учить — в технологии обучения. Известные работы по технологии обучения графическим дисциплинам [1, 3, 5, 7, 9 - 15] в основном посвящены содержанию обучения, его отдельным аспектам, применению различных методических средств для определённых условий, но не содержат комплексного подхода к разделу проекционного черчения. Среди указанных работ особое место занимают труды В.А. Гервера [16, 17], посвящённые интенсификации преподавания школьного курса черчения, привлечению элементов творчества в обучение, решению проблемных, многовариантных задач, требующих анализа. Безусловно, отдельные элементы подобных методик могут быть использованы в техническом университете, но с другой стороны проекционное черчение в вузе — это фундамент всего последующего обучения и дальнейшей профессиональной деятельности, качество усвоения раздела должно быть на уровне навыка, тогда как школьный курс ориентирован в основном на качество усвоения на уровне понимания.

Решение вопроса о повышении успеваемости при изучении проекционного черчения требует использования всех возможных известных на сегодняшний день приёмов обучения (чётко сформулированных логических правил построений, решение проекционных задач при помощи технического рисунка, виртуальных макетов, использование творческих задач, учёт индивидуальных особенностей каждого студента), то есть комплексного подхода к изучению языка профессиональной деятельности инженера.

3. Комплексный подход к преподаванию проекционного черчения

Комплексный подход к преподаванию проекционного черчения заключается в учёте всех мотивационных, психолого-педагогических и дидактических аспектов обучения.

Во-первых, как отмечено в работе [1] интенсифицировать процесс обучения графическим дисциплинам позволяет его алгоритмизация, но в то же время, как показано в работе [8,18], необходимо учитывать и возрастной аспект, заключающийся в особенностях психологии 17...19-летних: умственное действие усваивается ими лучше, если обучение ему идёт по принципу от общего к частному. То есть иными словами необходимо сформулировать простое логическое правило решения любой проекционной задачи. Назовём его логической схемой преобразования проекционной задачи. Известно, что линии на чертеже определяют поверхности, ограничивающие деталь, а проекции линий всегда определяются проекциями принадлежащих им точек, то есть решение проекционной задачи, построенное по принципу от общего к частному, сводится к нахождению проекций точек. Логическая схема преобразования проекционной задачи состоит из следующей последо-

вательности операций: поиск границ отсеков поверхностей, ограничивающих деталь, выявление линий, определяющих проекции детали, выявление известных проекций опорных точек, определяющих эти линии, выяснение того, лежит ли точка на проецирующей поверхности или нет, если да — нахождение её недостающих проекций на следах, если — нет, то проведение через неё особых линий поверхности и нахождение на их проекциях недостающих проекций точки; соединяем соответствующие проекции точек, определяющих проекции всех линий и получаем решение проекционной задачи.

Во-вторых, анализ сложностей усвоения проекционного черчения студентами позволяет разделить их на две группы, к которым в процессе обучения нужно подходить по-разному: у одних превалирует логическое мышление, они хорошо применяют изученное логическое правило решения проекционной задачи, но испытывают сложности с мысленным воссозданием образа детали по чертежу; у других более развито пространственное воображение, то есть они по условию легко могут вообразить, нарисовать решение пространственной задачи в виде картинку, а затем по ней её решить, а от рисунка перейти к логическим правилам, позволяющим решить любую проекционную задачу. В трудах психологов [18, 19] доказано, что это связано с особенностями функционирования мозга у различных людей, в особенности их правого и левого полушария. Поэтому логику процесса обучения для этих групп студентов нужно варьировать с учётом этой особенности деятельности мозга, индивидуализировать процесс закрепления логической схемы преобразования проекционной задачи.

В-третьих, известно, что решение так называемых творческих задач, характеризующихся многовариантностью результатов, позволяет актуализировать пространственное воображение у любого обучаемого, поэтому целесообразно их использование для создания мотивационных предпосылок обучения проекционному черчению. В этом качестве можно использовать некоторые из задач, разработанных В.А. Гервером [17] (по одной проекции детали домыслить две другие и пр.). Применение таких задач на занятиях по проекционному черчению позволяет эффективнее использовать аудиторные часы занятий, заставляет студентов посмотреть на проекционные задачи как бы с другой стороны, что приводит к их более глубокому и качественному усвоению.

В-четвёртых, основной навык, который студенты должны получить в результате изучения проекционного черчения, — выполнять умственное действие «чтение чертежа». В соответствие с психолого-педагогической теорией поэтапного формирования умственного действия П.Я. Гальперина [19], одним из условий успешного усвоения действия является выполнение этапа «овеществлённого действия». Применительно к проекционному черчению это означает, что студент как бы «руками» должен воссоздать объект по чертежу. Это можно осуществить используя средства технического рисунка, применяя их непосредственно на занятиях, как бы «подталкивая» студентов к самостоятельному поиску правильного решения, предлагая изобразить решение поставленной задачи по принципу «как сможешь», или, если позволяют выделенные учебные часы, следует ввести отдельный курс технического рисунка.

В-пятых, повышению успешности изучения проекционного черчения могут и должны помочь современные информационные технологии. В настоящее время обучение компьютерной графике в процессе изучения курса инженерной графики рассматривается как дополнительный самостоятельный раздел, посвящённый получению навыков техники черчения не только циркулем, но и различными программными средствами. Такой подход не совсем оправдан, так как в целом компьютерную графику следует рассматривать не как отдельный раздел, а как обучение инженерной графике, но другими средствами. Для проекционного черчения, в частности, вполне пригодны различные прикладные программы трёхмерного моделирования, создающие виртуальные модели решаемых задач, позволяющие «разглядывать» правильное решение со всех сторон, оперативно анализировать возможные вариации решения на трёхмерной модели и автоматически на бумаге получать правильное решение в виде чертежа подобной своей проекционной задачи. Это поможет как и технический рисунок выполнить этап «овеществлённого действия» по П.Я. Гальперину.

Следует отметить, что особенно эффективны 4 и 5 аспекты комплексного подхода для студентов, не имеющих первичных навыков черчения. Такой подход от овеществлённого действия к чтению чертежа позволит им за малый отрезок времени овладеть суммой новых навыков — решение проекционных задач, техническое рисование, компьютерная графика и трёхмерное моделирование объектов.

И, в-шестых, следует уделить внимание ошибкам, связанным с общими правилами нанесения размеров, совершаемых студентами при изучении проекционного черчения. В первую очередь это связано с бессистемностью нанесения размеров, которая показывает не установленную связь у обучаемых между пространственными объектами и их количественными метрическими характеристиками. Это связано с тем, что на практических занятиях, в учебниках, стандартах, справочной литературе излагается совокупность всех правил нанесения размеров, как правило в виде ряда положений для запоминания. Последовательность же действий при нанесении размеров, как правило не рассматривается. Поэтому необходимо правильно довести до обучаемых содержание умственного действия «нанесение размеров» для проекционной задачи. Обучение ему следует проводить опираясь на психолого-педагогические основы учебного процесса с учётом возрастных особенностей, отмеченных выше (путь от общего к частному). Такой подход изложен в работе [20], где общие положения стандартов разъясняются в виде наглядного рисунка, а порядок выполнения действия «нанесение размеров» представлен в виде учебной карты [19].

Заключение

Комплексный подход к преподаванию проекционного черчения позволяет повысить успешность изучения инженерной графики в рамках ограниченного количества отведённых часов учебного плана. Так в 2012...2013 у.г. его применение на занятиях производственных групп факультета МТ (МТ3-12, МТ10-12) позволило повысить средний балл первого семестра по инженерной графике примерно на 14%.

Список литературы

1. Акимова И.Н. Методологические основы алгоритмизированного обучения графическим дисциплинам: автореферат дис. докт. техн. наук. М.: МГАПП, 1995. 68 с.
2. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: Учебное пособие для втузов. / Под ред. проф-в. В.О. Гордона и Ю.Б. Иванова - 25-е издание, стер. М.: Высшая школа, 2003. 272 с.
3. Плющ Н.Г. Содержание и дидактические принципы преподавания начертательной геометрии в современных условиях: автореферат дис. канд. пед. наук. М.: МГПУ, 1998. 20 с.
4. Фролов С.А. Начертательная геометрия: Учебник - 3-е изд., перераб. и доп. М.: Инфра-М, 2011. 288 с.
5. Чекмарёв А.А. Методические основы создания учебников и учебных пособий по начертательной геометрии и инженерной графике для вузов немашиностроительных специальностей: автореферат дис. докт. пед. наук. М.: МИЭМ, 1994. 32 с.
6. Сайгак Л.Н. Преемственность графической подготовки учащихся средних школ и вузов в соответствии с их профориентацией: автореферат дис. канд. пед. наук. М.: МАИ, 1984. 16 с.
7. Кокурошников В.Н. Научно-педагогические основы формирования пространственных представлений в процессе общетехнической подготовки студентов: автореферат дис. канд. пед. наук. М.: МГПУ, 1998. 28 с.
8. Покровская М.В. Инженерная графика: панорамный взгляд: научно-педагогическое исследование. М.: Изд-во «Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов», 1999. 137 с.
9. Гузненков В.Н. Формирование геометро-графического образования в техническом университете: монография. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 226 с.
10. Комаров К.Ю. Методика обучения чтению чертежей с применением педагогических программных средств (в условиях начального профобразования): автореферат дис. канд. пед. наук. Екатеринбург, 1996. 22 с.
11. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: Учебник для втузов. 9-е изд., испр. М.: Юрайт, 2013. 448 с.
12. Левицкий В.С. Применение вероятностных характеристик и информативности элементов в конструкторской документации для определения трудоёмкости графических работ. М.: Высшая школа, 1974. 31 с.
13. Михайлов С.П., Талеровский А.М. Методическое пособие по проекционному черчению. Иваново, 1971. 36 с.
14. Одинцова А.Е., Мурашкина Т.И. Проекционное черчение: Методические указания по выполнению листа «Построение изображений» / Под ред. Л.Г. Полубинской. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1994. 48 с.

15. Шарикян Ю.Э. Методика преподавания курса «Машиностроительное черчение»: Для преподавателей вузов. М.: Высшая школа, 1990. 127 с.
16. Гервер В.А. Развитие творческой графической деятельности школьников (на примере обучения черчению): автореферат дис. ...докт. пед. наук. М.: МГПУ, 1992. 34 с.
17. Гервер В. А. Творчество на уроках черчения: Кн. для учителя. М.: Владос, 1998. 142 с.
18. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский; под ред. В.В. Давыдова. М.: АСТ: Астрель, 2010. 672 с.
19. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. 2-е изд., доп. и испр. М.: Изд-во МГУ, 1984. 344 с.
20. Юренкова Л.Р., Брянова З.М., Демидов С.Г. Методика нанесения размеров на чертежах с применением теории графов: Учебное пособие. Ч.1. М.: Изд-во МГТУ, 1993. 15 с.