

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

УДК 744

DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-35-45

И.А. Козлова

Канд. техн. наук, доцент,
Астраханский государственный технический университет
Россия, 414056 г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Р.Б. Славин

Канд. техн. наук, доцент,
Астраханский государственный технический университет
Россия, 414056 г. Астрахань, ул. Татищева, 16;
канд. техн. наук, доцент АГТУ¹⁾, АГАСУ³⁾

Б.М. Славин¹⁾

Канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой,
Астраханский государственный технический университет,
Россия, 414056 г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Графические дисциплины и информатизация инженерного образования

Аннотация. Развитие информационных технологий дало существенный импульс и прогресс как для различных отраслей промышленности и жизнедеятельности, так и для образования.

Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» предусматривает обеспечение внедрения цифровых технологий в экономику и социальную сферу и связана с Национальным проектом «Образование (2019–2024 гг.)», включающим Федеральный проект «Цифровая образовательная среда» на основе внедрения в образовательные программы целевой модели современных цифровых технологий.

Инновационные методы и формы обучения создают стратегию профессиональной подготовки специалистов, а компьютерная наглядность форм детали дает представление о технологии сборки, позволяет выполнять грамотные чертежи.

Целью исследования является анализ методов решения задач начертательной геометрии и инженерной графики совместно с использованием способов образования поверхностей геометрическими методами, а также на основе базовых операций САПР КОМПАС-3D.

В современной средней школе в большинстве случаев не изучается черчение либо изучаются только самые общие понятия и определения. Существующий курс школьной информатики затрагивает только общие вопросы, и навыков в черчении и моделировании практически не дает. В результате абитуриенты в своей массе приходят в технический вуз не подготовленными к нормальному восприятию геометро-графических дисциплин.

В связи с этим сформулированы две первоочередные задачи дальнейшей информатизации инженерного образования в техническом университете. С одной стороны, это совершенствование методики преподавания геометро-графических дисциплин, в том числе при дистанционном обучении. С другой стороны — привлечение школьников к участию в

различных олимпиадах и конкурсах, проводимых на базе технических университетов, для развития первоначальных навыков черчения и моделирования простых объектов.

Ключевые слова: проецирование, изображение, 3D-моделирование, начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика.

I.A. Kozlova

Ph.D. of Engineering, Associate Professor,
Astrakhan State Technical University,
16, Tatishcheva st., Astrakhan, 414056, Russia

R.B. Slavin

Ph.D. of Engineering, Associate Professor,
Astrakhan State Technical University,
16, Tatishcheva st., Astrakhan, 414056, Russia

B.M. Slavin

Ph.D. of Engineering, Associate Professor, Head of Chair,
Astrakhan State Technical University,
16, Tatishcheva st., Astrakhan, 414056, Russia

Graphic Disciplines and Informatization of Engineering Education

Abstract. The development of information technology has given a significant impetus and progress both for various industries and life, as well as for education. The national program "Digital Economy of the Russian Federation" provides for ensuring the introduction of digital technologies in the economy and social sphere, and is associated with the National Project "Education (2019–2024)", which includes the Federal Project "Digital Educational Environment" based on the introduction of the target model of modern digital technologies into educational programs. Innovative methods and forms of training create a strategy for the professional training of specialists, and computer visibility of the forms of the part gives an idea of the assembly technology, allows you to perform competent drawings. The purpose of the study is to analyze the methods of solving the problems of descriptive geometry and engineering graphics together with the use of methods of surface formation by geometric methods, as well as on the basis of basic CAD operations COMPASS-3D.

In modern high school, in most cases, drawing is not studied, or only the most general concepts and definitions are studied. The existing course of school computer science deals only with general issues and practically does not give skills in drawing and modeling. As a result, applicants for the most part come to a technical university unprepared for the normal perception of geometric and graphic disciplines. In this regard, two priority tasks of further informatization of engineering education at the technical university have been formulated. On the one hand, this is the improvement of the methodology for teaching geometro-graphic disciplines, including in distance learning. On the other hand, it is the involvement of schoolchildren in various Olympiads and competitions held on the basis of technical universities to develop the initial skills of drawing and modeling simple objects.

Keywords: projection, image, 3D-modeling, descriptive geometry, engineering graphics, computer graphics.

Введение

В последнее десятилетие на предприятиях проектирование и отображение технических форм выполняется на основе компьютерных графических программ, выпуск конструкторской документации осуществляется в электронной форме [26].

На кафедре «Механика и инженерная графика» Астраханского государственного технического университета (АГТУ) преподаватели графических дисциплин достаточно давно владеют средствами информационных технологий [9]. Ранее создавалась электронная база учебных пособий, методических указаний по выполнению различных заданий как на компьютере, так и традиционным методом. Использовались активные методы обучения.

Начертательная геометрия является базой и теоретической основой проектирования, а также фундаментом инженерной компьютерной графики. Законы начертательной геометрии помогают осваивать моделирование поверхностей, компьютерные модели способствуют развитию пространственного воображения студентов [4; 18; 21; 25; 32].

Многие разделы начертательной геометрии сложно усваиваются вчерашними школьниками из-за отсутствия у них достаточной графической подготовки [12; 22]. Компьютер как инструмент и составляющая автоматизации не заменяет творческого мышления, а геометро-графическая грамотность обеспечивает основу компетентности будущего специалиста [23].

Цифровизация графической подготовки в АГТУ

Существуют многообразные взгляды использования методов информационных технологий, в литературе приводится анализ решения задач начертательной геометрии методами трехмерного моделирования в КОМПАС-3D и других графических программах [3; 10; 14; 16; 24; 28; 33].

Преподавателями кафедры «Механика и инженерная графика» АГТУ М.М. Харах, И.А. Козловой было создано учебное пособие [30], в котором излагались основополагающие способы КОМПАС-График для различных разделов и решения задач начертательной геометрии с использованием экрана компьютера как электронного кульмана. При выделении в то время достаточного количества часов на изучение дисциплины студентам кратко излагались базовые команды графического редактора КОМПАС, они достаточно осознанно и с высокой точностью осваивали азы компьютерной графики и выполняли многие однотипные команды (например, *Копирование*, *Сдвиг*, *Поворот* при решении задач способами преобразования проекций).

Для большей наглядности разделов курса (рис. 1) в течение ряда лет нами удачно применяется система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D. Использование этой САПР позволяет с помощью графического моделирования решать множество практических задач и способствовать интенсификации обучения, что особенно актуально в условиях импортозамещения.

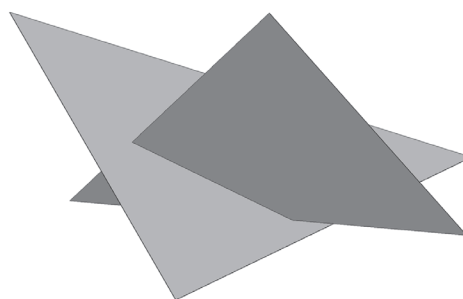


Рис. 1. 3D-модель пересечения плоскостей

С учетом современных требований возникает необходимость осуществить переход к применению 3D-моделей для изучаемых в начертательной геометрии объектов (плоскости, многогранники, поверхности вращения и т.д.) (рис. 2) [13; 20; 31].

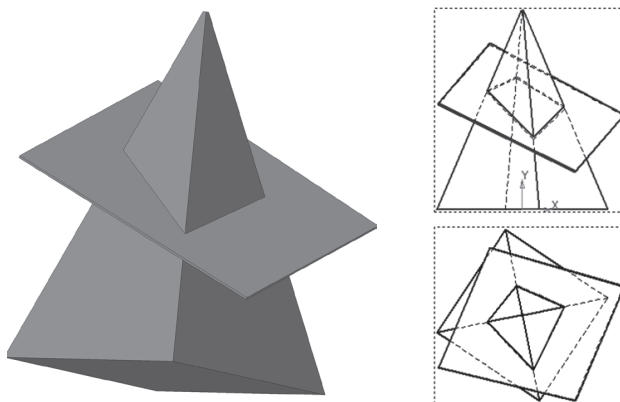


Рис. 2. Пересечение пирамиды плоскостью и ассоциативный чертёж

При адаптации студентов к требованиям вузов и осознания алгоритмов работы графической программы полученные навыки позволяют студентам оперировать современными интерактивными средствами.

Наряду с несложным решением с помощью 3D-моделирования многих задач взаимного пересечения поверхностей вращения, многогранников некоторые задачи требуют достаточных знаний и понимания как законов образования поверхностей, так и соответствующих алгоритмов работы компьютерной программы.

Для ряда направлений в АГТУ традиционная дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная графика» (на основе изменения подхода к процессу и методике обучения графическим дисциплинам) заменена дисциплиной «Инженерная и компьютерная графика», которая позволяет в большей степени обеспечить овладение навыками работы с современными системами компьютерного проектирования, способствует выработке знаний и навыков, необходимых для выполнения и чтения технических чертежей, составления конструкторской и технической документации [5; 15; 17]. При ее изучении студентами рассматриваются различные инструментальные панели (*Геометрия, Размеры, Обозначения*) для выполнения заданий на построение плоского контура с элементами сопряжений; проекции геометрических тел и построение недостающей проекции, простых и сложных разрезов, аксонометрии [1; 2].

Одновременно рассматриваются вопросы 3D-моделирования: основные операции, выполнение чертежей технических деталей и 3D-моделей, правила выполнения сборочного чертежа и 3D-сборки, спецификация, детализирование, создание ассоциативного чертежа; основные правила выполнения чертежей одноэтажных зданий, вычерчивание плана и разреза здания.

При выполнении 3D-сборки (учитывая снижение числа часов на изучение дисциплины) осуществляется работа в команде на основе созданных группой студентов 3D-моделей деталей. Подбор крепежных элементов выполняется автоматически САПР при задании необходимого набора параметров.

Студенты выполняют также взаимную оценку созданных работ в качестве нормоконтролеров. Следует отметить, что по ряду направлений студенты обучаются по данной дисциплине на втором курсе, поэтому они более адаптированы к учебному процессу и проявляют больше смекалки и оперативности.

Для подготовки и сдачи экзамена и зачета по всем графическим дисциплинам, реализуемым в вузе, на образовательном портале университета для многих направлений и специальностей размещено большое количество тестовых заданий.

Электронно-библиотечная система АГТУ позволяет иметь доступ к ЭБС издательств (например, «Юрайт»), электронному каталогу имеющихся библиотечных ресурсов (методическим разработкам, периодическим изданиям).

Большое значение для совершенствования квалификации преподавателей имеет участие в научных и научно-методических конференциях различного уровня, включая ежегодную Всероссийскую научно-методическую конференцию «Проблемы инженерной геометрии» и Всероссийский научно-мето-

дический семинар «Геометрия и графика» РТУ МИРЭА, что способствует совершенствованию профессиональных компетенций и организации учебного процесса в АГТУ [6; 7].

На конференциях неоднократно рассматривались такие вопросы, как «Моделирование графических объектов в КОМПАС», «Средства компьютерной графики в заданиях «Инженерной графики», «Вопросы моделирования в графических задачах», «Информационные технологии при изучении начертательной геометрии на современном этапе» и ряд других.

Студенты АГТУ неоднократно принимали участие в олимпиадах по начертательной геометрии, инженерной графике, компьютерной графике в МИРЭА (Российский технический университет, Москва), где занимали призовые места. Студент А.И. Андреев под руководством проф. А.П. Перекрестова дважды принимал участие в конкурсе «Инновационные разработки» с инновационными проектами и оба раза становился победителем [8].

Большое значение для расширения возможностей студентов в изучении графических дисциплин имело участие в VI чемпионате *WorldSkills* (сентябрь 2021 г.), который проводился в Астрахани. Это был открытый корпоративный чемпионат профессионального мастерства работников обществ Группы ОСК (объединенная судостроительная корпорация).

Организаторы чемпионата провели колоссальную работу для актуализации профстандартов и образовательных программ, развития обучающихся.

Студенты АГТУ технических направлений приняли активное участие в этом чемпионате, причем некоторые из них участвовали впервые в таком ответственном чемпионате.

В компетенции «*Инженерный дизайн CAD*» выполнялись задания «Механическая сборка и чертежи для производства» — требовалось создать электронную модель подруливающего устройства, сборок, разнесенный вид, фотореалистичное изображение и видеоролик работы устройства.

В модуле В «Машиностроительное производство» требовалось создать техническую документацию для винто-рулевой колонки, включающей стандартные рамные элементы, разработать испытательный стенд.

В модуле С «Внесение изменений в конструкцию изделия» требовалось создать электронные модели гайковерта пневматического и эргономичную рукоятку: 3D-модель главной сборки, чертежи новых деталей и сборки, создать видеоролик, демонстрирующий его работу.

Главной наградой всем участникам явилось обретение опыта соревнования в столь престижном конкурсе.

В связи с определенным падением интереса к инженерным направлениям и специальностям большое значение приобретает задача развития для школьников старших классов интереса к графическим дисциплинам, особенно к 3D-моделированию. Учитывая определенную компьютерную грамотность многих школьников, на базе АГТУ был организован проект «Всемирные инженерные игры — WEC». Этот проект направлен на активизацию интереса школьников и студентов к современным инженерным технологиям, открывающим реальные возможности в освоении большинства профессий. АГТУ получил статус регионального оператора этого проекта в ноябре 2017 г., став одним из первых в России.



Рис. 3. Образцы заданий конкурса различных уровней сложности

Участники конкурса в течение двух дней должны были разработать 3D-модели различного уровня, в том числе с разработкой анимации движений (рис. 3).

Самые лучшие из конкурсантов приняли участие в олимпиаде «Траектория будущего», в одной из самых сложных номинаций *AutodeskCertified*. Всем победителям и участникам олимпиады были вручены дипломы и сертификаты.

По результатам турниров и олимпиады почти 100 человек изменили свой взгляд на возможности и перспективы, которые даёт инженерное образование.

При дальнейшем обучении комплекс технических дисциплин, подкреплённых практикой курсового проектирования, обеспечивает устойчивые навыки и умения, позволяющие излагать технические идеи с помощью чертежа, а также понимать по чертежу объекты машиностроения и принцип действия изображаемого технического изделия, конструкторскую и техническую документацию производства. САПР КОМПАС-3D позволяет автоматизировать самую трудоёмкую проектно-конструкторскую часть работы — разработку чертежей, имеет мощный функционал, прост в освоении и работе, поддерживает российские и международные стандарты, имеет широкий набор отраслевых приложений [29].

Для выполнения задания курсового проекта необходимо знать правила выполнения рабочих чертежей деталей, нанесения размеров, правила выполнения сборочных чертежей изделий и составления спецификаций; уметь читать чертежи различной сложности, а также уметь работать в системе КОМПАС-3D (пользоваться всеми инструментальными панелями, работать с текстовым редактором и модулем спецификаций) [19; 27].

Ниже представлены 3D-модель корпуса вентиля запорного (рис. 4), его чертеж (рис. 5), чертеж крышки вентиля запорного (рис. 6) и его 3D-модель (рис. 7, а), а также 3D-модель вентиля запорного (рис. 7, б), сборочный чертеж (рис. 8) и спецификация вентиля запорного (рис. 9).

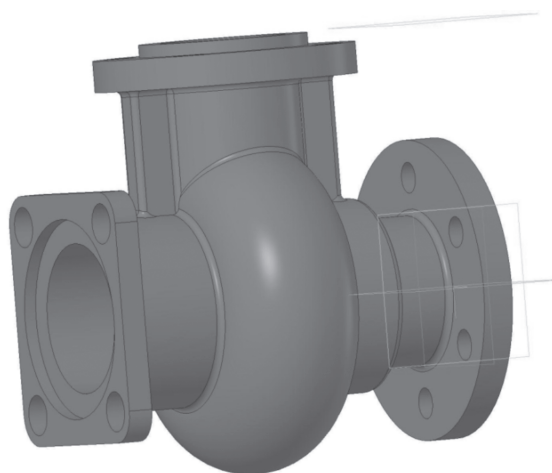


Рис. 4. 3D-модель корпуса вентиля запорного

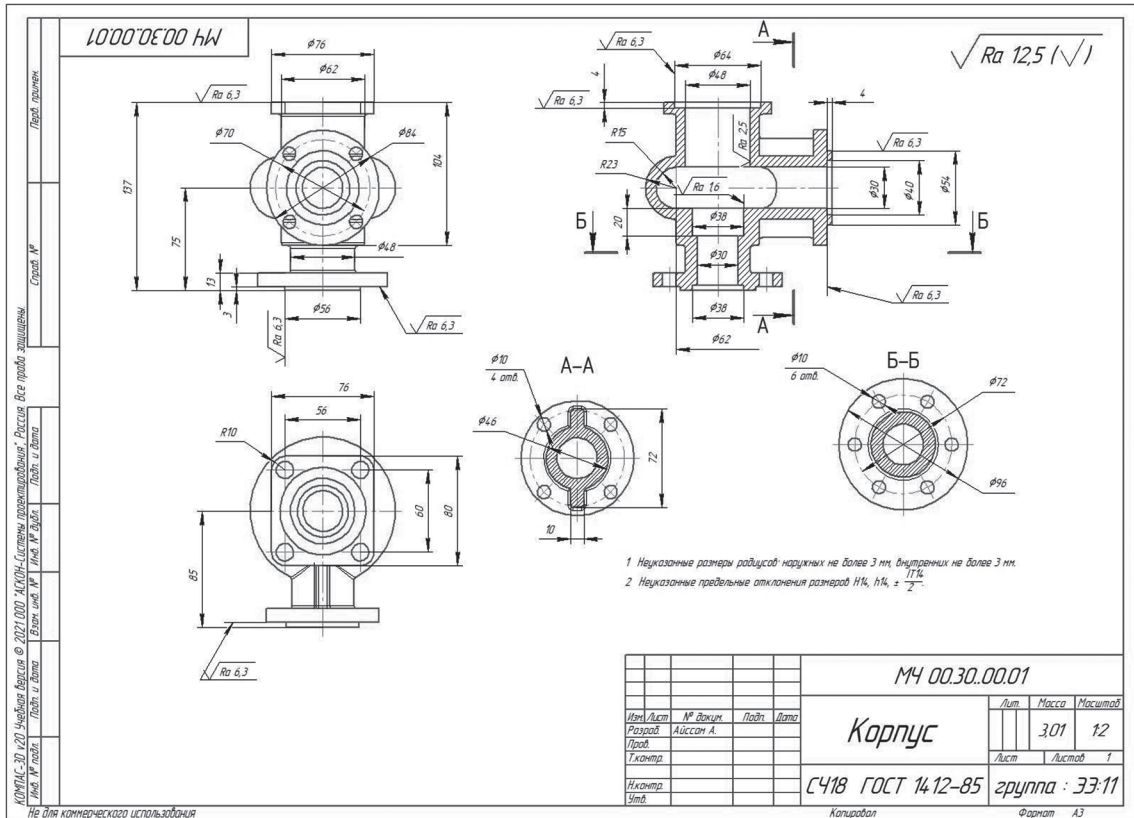


Рис. 5. Корпус вентиля запорного

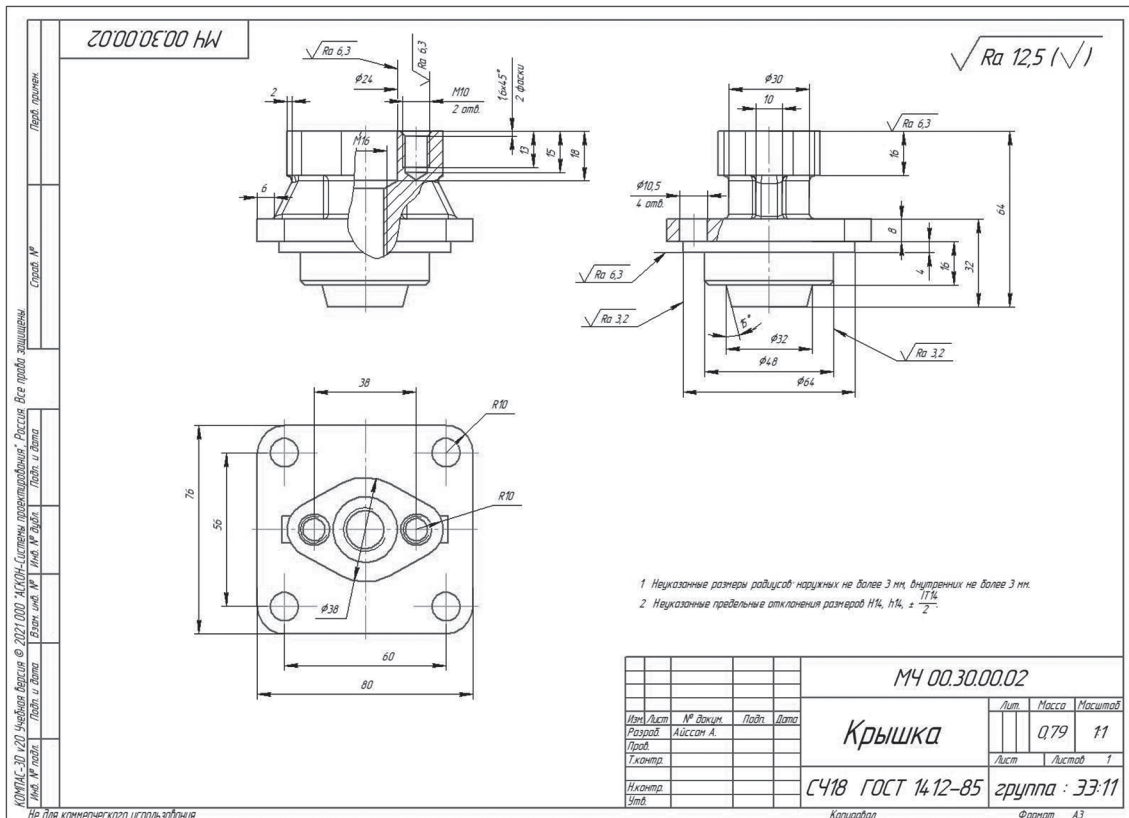


Рис. 6. Крышка вентиля запорного

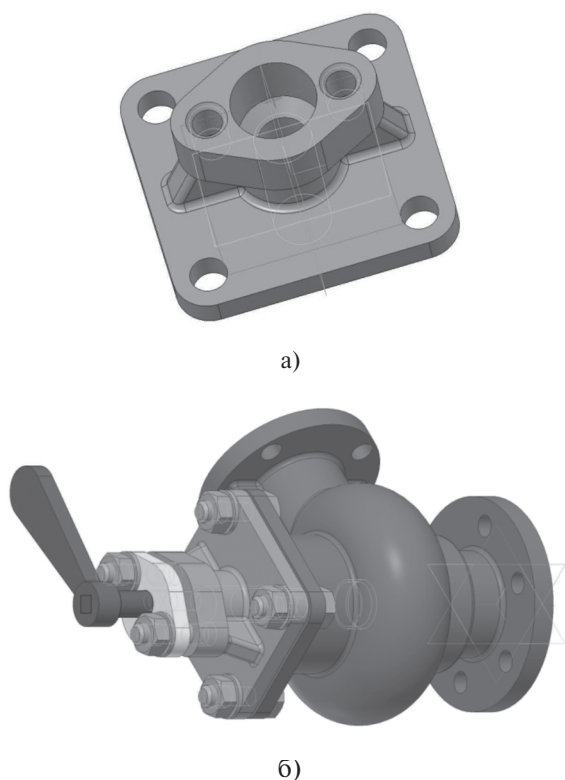


Рис. 7. а) 3D-модель крышки вентиля запорного; б) 3D-модель вентиля запорного

На заключительном этапе при выполнении выпускной бакалаврской работы студенты должны уметь выполнять, например, схемы электрические функциональные, принципиальные, структурные с помощью графического редактора, а также планы производственных участков, прокладку кабельных трасс, сборочные чертежи щитов, пультов, спецификации. Следует также глубоко изучить ГОСТ 2.105-2019, 2.106-2019, 2.109-2019 по оформлению текстовых и других графических документов, т.е. уметь ориентироваться в приобретении новых знаний, что особенно важно на современном этапе.

Заключение

Основная задача 3D-моделирования — дать наиболее полное представление о не существующем пока объекте, его конструктивных особенностях. Эта технология имеет невысокую стоимость, высокий уровень информативности, процесс корректировки не требует существенных финансовых затрат.

Состояние цифровой экономики на современном этапе требует значительного внимания при подготовке специалистов, обладающих цифровыми компетенциями. Внедрение инновационных методов и средств обучения создаст новую стратегию профессиональной подготовки в техническом вузе [11].

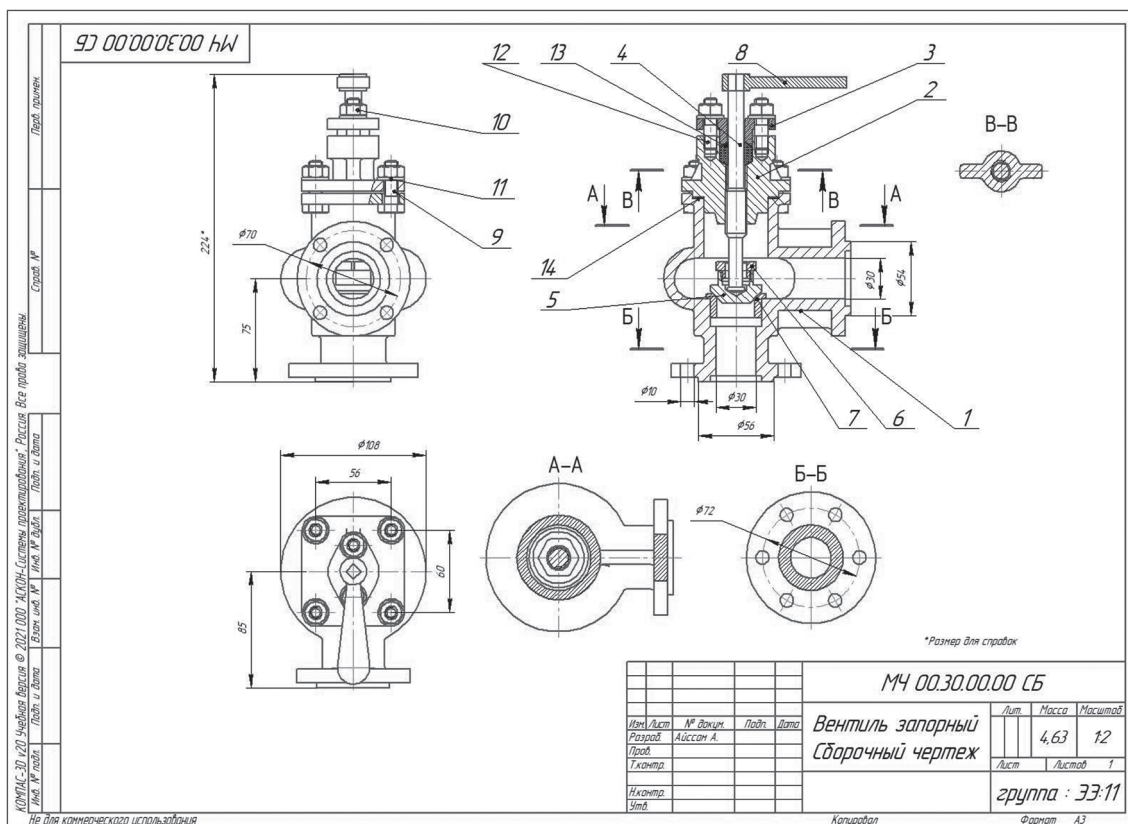


Рис. 8. Сборочный чертёж вентиля запорного

| Формат | Зона | Поз | Обозначение | Наименование | Кол | Примечание | | |
|----------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|---|--|
| | | | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | | | |
| Перв. примен. | А3 | | <i>МЧ 00.30.00.00 СБ</i> | <i>Сборочный чертеж</i> | | | | |
| | | <i>Детали</i> | | | | | | |
| | | Справ. № | А3 | 1 | <i>МЧ 00.30.00.01</i> | <i>Корпус</i> | 1 | |
| | | | | 2 | <i>МЧ 00.30.00.02</i> | <i>Крышка</i> | 1 | |
| | | | | 3 | <i>МЧ 00.30.00.03</i> | <i>Фланец</i> | 1 | |
| | | | | 4 | <i>МЧ 00.30.00.04</i> | <i>Шпиндель</i> | 1 | |
| | | | | 5 | <i>МЧ 00.30.00.05</i> | <i>Клапан</i> | 1 | |
| | | | | 6 | <i>МЧ 00.30.00.06</i> | <i>Гайка</i> | 1 | |
| 7 | <i>МЧ 00.30.00.07</i> | | | <i>Втулка</i> | 1 | | | |
| 8 | <i>МЧ 00.30.00.08</i> | | | <i>Ключ</i> | 1 | | | |
| <i>Стандартные изделия</i> | | | | | | | | |
| Подп. и дата | А4 | 9 | | <i>Болт М10-6х32 ГОСТ 7798-70</i> | 4 | | | |
| | | 10 | | <i>Гайка М10-6Н ГОСТ 5915-70</i> | 6 | | | |
| | | 11 | | <i>Шайба С.10 ГОСТ 11371-78</i> | 6 | | | |
| | | 12 | | <i>Шпилька М10-6х28 ГОСТ 22032-76</i> | 2 | | | |
| <i>Материалы</i> | | | | | | | | |
| Подп. и дата | А4 | 13 | | <i>Войлок ПС 10 ГОСТ 6308-70</i> | 1 | | | |
| | | 14 | | <i>Кожа техническая ГОСТ 20836-75</i> | 1 | | | |
| <i>МЧ 00.30.00.00</i> | | | | | | | | |
| Инв. № подл. | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | |
| | Разраб. | | | | | | | |
| | Проб. | | | | | | | |
| | Н.контр. | | | | | | | |
| Утв. | | | | | | | | |
| <i>Вентиль запорный</i> | | | | Лит | Лист | Листов | | |
| | | | | | | 1 | | |
| <i>Копировал</i> | | | | <i>Формат А4</i> | | | | |

Рис. 9. Спецификация к вентилю запорному

Использование аддитивных технологий в учебном процессе при изучении инженерной графики как нового метода изготовления изделий с помощью

3D-принтера сделало бы эту дисциплину более привлекательной и развивающей пространственное мышление.

Литература

1. *Андрюшина Т.В.* Проблемы использования электронных образовательных ресурсов в техническом вузе [Текст] / Т.В. Андрюшина, И.Г. Вовнова // Электронные образовательные технологии: решения, проблемы, перспективы: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск, 2019. — С. 19–23.
2. *Базенков Т.Н.* Переход от традиционного преподавания графических дисциплин к активному использованию современных информационных технологий [Текст] / Т.Н. Базенков, Н.С. Винник, В.А. Морозова // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Брест, 2016. — С. 16–20.
3. *Волков В.Я.* Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования [Текст] / В.Я. Волков, В.Ю. Юрков, К.П. Панчук, Н.В. Кайгородцева. — Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. — 253 с.
4. *Вольхин К.А.* Использование информационных технологий в курсе начертательной геометрии [Текст] / К.А. Вольхин, Т.А. Астахова // Омский научный вестник. — 2012. — № 2. — С. 282–286.
5. *Вольхин К.А.* Применение модульной объективно-ориентированной дистанционной системы обучения в инженерной графической подготовке студента [Текст] / К.А. Вольхин // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: проблемы, традиции и инновации (КГП-2017) Материалы VII международной научно-практической интернет-конференции (февраль-март 2017 г.). — Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017. — Т. 1. — С. 195–202.
6. *Вышнепольский В.И.* Всероссийские научно-методическая конференция «Проблемы инженерной геометрии» и семинар «Геометрия и графика»: итоги 2021 г. [Текст] / В.И. Вышнепольский, Н.С. Кадыкова, Т.А. Верещагина // Геометрия и графика. — 2022. — № 2. — С. 35–52. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-2-35-52.
7. *Вышнепольский В.И.* Всероссийский научно-методический семинар «Геометрия и графика» 2020 г. [Текст] / В.И. Вышнепольский // Журнал естественнонаучных исследований. — 2020. — Т. 5. — № 4. — С. 5–10.
8. *Вышнепольский В.И.* Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки» [Текст] / В.И. Вышнепольский, Н.С. Кадыкова, Н.И. Прокопов // Геометрия и графика. — 2016. — Т. 4. — № 4. — С. 69–86. — DOI: 10.12737/22845.
9. *Вышнепольский В.И.* Показатель качества работы преподавателя кафедры [Текст] / В.И. Вышнепольский, Н.С. Кадыкова // Геометрия и графика. — 2014. — Т. 2. — № 4. — С. 15–21. — DOI: 10.12737/8293.
10. *Головнин А.А.* Базовые алгоритмы компьютерной графики [Текст] / А.А. Головнин // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: Материалы VI Междуна-
- родной научно-практической конференции (Пермь, февраль-март 2016 г.). — Вып. 3. — Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2016. — С. 13–30.
11. *Дамчаасурэн Х.* Внедрение электронной технологии в образование [Текст] / Х. Дамчаасурэн // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 3. — С. 39–45. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-39-45.
12. *Игнатъев С.А.* Технологии тестирования в оценке предметной готовности студентов к изучению геометро-графических дисциплин вуза [Текст] / С.А. Игнатъев, З.О. Третьякова, А.И. Фоломкин. // Геометрия и графика. — 2019. — Т. 7. — № 4. — С. 65–75. — DOI: 10.12737/2308-4898-2020-65-75.
13. *Козлова И.А.* Аспекты инновационного подхода для активизации познавательной деятельности студентов [Текст] / И.А. Козлова, М.М. Харах // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: Материалы III научно-практической интернет-конференции с международным участием (г. Пермь, сентябрь-ноябрь 2012 г.). — Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2013. — С. 26–28.
14. *Козлова И.А.* Информационные технологии в задачах на взаимное пересечение поверхностей // Информационно-коммуникационные технологии учителя физики и учителя технологии: сборник материалов седьмой Всероссийской научно-практической конференции: в 2 ч. Ч. 2. / отв. ред. А.А. Богуславский. — Коломна: Московский государственный областной социально-гуманитарный институт, 2014. — С. 12–15.
15. *Матюх С.А.* Использование информационных технологий как метод оптимизации образовательного процесса [Текст] / С.А. Матюх, Н.Н. Яромич // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции, Брест-Новосибирск, 27 марта 2015 г. — Новосибирск, 2015. — С. 189–191.
16. *Мусин Д.Т.* ИТ-технологии в преподавании графических дисциплин [Текст] / Д.Т. Мусин, В.В. Халуева, Д.В. Халитова, И.Р. Газеев // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: Материалы VI Международной научно-практической конференции (Пермь, февраль-март 2016 г.). — Вып. 3. — Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2016. — С. 297–302.
17. *Петухова А.В.* Дисциплины графического цикла: опыт внедрения электронного обучения [Текст] / А.В. Петухова, О.Б. Болбат, Т.В. Андрюшина // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: Материалы Междунар. науч.-метод. конф. / Сибирский государственный университет путей сообщения; НТИ — филиал МГУДТ. — 2014. — С. 222–225.

18. *Полат Е.С.* Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений [Текст] / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. — М.: Академия, 2007. — 368 с.
19. *Рукавишников В.А.* Информатизация геометрографической подготовки инженера [Текст] / В.А. Рукавишников, В.В. Халуева // Информатизация инженерного образования: тр. междунар. науч.-метод. конф. ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10–11 апреля 2012 г.). — М.: Изд-во МЭИ, 2012. — С. 109–112.
20. *Сальков Н.А.* Об изображениях [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 2. — С. 3–10. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-2-3-10.
21. *Сальков Н.А.* Истоки становления начертательной геометрии [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 3. — С. 3–11. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-3-11.
22. *Сальков Н.А.* Основные причины плохого усвоения начертательной геометрии [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 2. — С. 3–11. — DOI: 10.12737/19832.
23. *Сальков Н.А.* Качество геометрического образования при различных подходах к методике обучения [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2020. — Т. 6. — № 4. — С. 47–60. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-8-4-47-60.
24. *Сальков Н.А.* Место начертательной геометрии в системе геометрического образования технических вузов [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2016. — Т. 4. — № 3. — С. 53–61. — DOI: 10.12737/21534.
25. *Сальков Н.А.* Начертательная геометрия — база для компьютерной графики [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2016. — Т. 4. — № 2. — С. 37–47. — DOI: 10.12737/19832.
26. *Соколова Л.С.* Геометрическая подготовка бакалавров в условиях ухода классического чертежа из современного высокотехнологичного производства [Текст] / Л.С. Соколова // VI Междунар. научно-практич. интернет-конф. КГП-2016. — URL: <http://dngn.pstu.ru.conf2016.papers/33> (дата обращения: 05.01.2023).
27. *Соснин Н.В.* Геометрическая и графическая подготовка в структуре содержания компетентностной модели высшего технического образования [Текст] / Н.В. Соснин // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: Материалы III научно-практической интернет-конференции с международным участием (г. Пермь, сентябрь–ноябрь 2012 г.). — Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2013. — С. 47–59.
28. *Тен М.Г.* Решение актуальных проблем модернизации преподавания графических дисциплин [Текст] / М.Г. Тен // Актуальные проблемы модернизации высшей школы: модернизация отечественного высшего образования в контексте национальных традиций: материалы XXX Междунар. науч.-мет. конф., Новосибирск, 30 января 2019 г. / Сибирский государственный университет путей сообщения. — Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2019. — С. 275–278.
29. *Тен М.Г.* Формирование профессиональных компетенций студентов технических специальностей в процессе графической подготовки [Текст] / М.Г. Тен // Геометрия и графика. 2015. — Т. 3. — № 1. — С. 59–63. — DOI: 10.12737/10459.
30. *Харах М.М.* Начертательная геометрия на основе информационных технологий: учеб. пособие [Текст] / М.М. Харах, И.А. Козлова; Астрахан. гос. техн. ун-т. — Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. — 108 с.
31. *Харах М.М.* Построение линии пересечения некоторых сложных поверхностей 2-го порядка в КОМПАС с помощью 2D- и 3D-технологий [Текст] / М.М. Харах, И.А. Козлова, Б.М. Славин, Т.В. Гусева // Геометрия и графика. — 2015. — Т. 3. — № 2. — С. 38–46. — DOI: 10.12737/12167.
32. *Хейфец А.Л.* Инженерная 3D-компьютерная графика [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / Под ред. А.Л. Хейфеца. 3-е изд., перераб. и доп. / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева. — М.: Юрайт, 2015. — 602 с.
33. *Якунин В.И.* Геометрическое моделирование как обобщение методов прикладной геометрии и её разделов [Текст] / В.И. Якунин, В.Н. Гузнецков // Интеграл. — 2012. — № 5. — С. 120–121.

References

1. Andrjushina T.V., Vovnova I.G. Problemy ispol'zovaniya jelektronnyh obrazovatel'nyh resursov v tehničeskom vuze [Problems of using electronic educational resources in a technical university]. *Elektronnye obrazovatel'nye tehnologii: reshenija, problemy, perspektivy: materialy III Mezhhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Electronic Educational Technologies: Solutions, Problems, Prospects: Materials III International. nauch.-prakt. conf.]. Novosibirsk, Izd-vo SGUPSa, 2019, pp. 19–23. (in Russian)
2. Bazanov T.N., Vinnik N.S., Morozova V.A. Perehod ot tradicionnogo prepodavaniya graficheskikh disciplin k aktivnomu ispol'zovaniju sovremennyh informacionnyh tehnologii [Transition from traditional teaching of graphic disciplines to the active use of modern information technologies]. *Innovacionnye tehnologii v inženernoj grafike. Problemy i perspektivy: materialy Mezhhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Innovative technologies in engineering graphics. Problems and Perspectives: Materials International. nauch.-prakt. conf.]. Brest. 2016, pp. 16–20. (in Russian)
3. Volkov V.YA. *Kurs nachertatel'noj geometrii na osnove geometricheskogo modelirovaniya* [Descriptive Geometry Course Based on Geometric Modeling]. Omsk, SibADI Publ., 2010. 253 p. (in Russian)
4. Vol'hin K.A., Astahova T.A. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologii v kurse nachertatel'noj geometrii [The use of

- information technology in the course of descriptive geometry]. *Omskij nauchnyj vestnik* [Omsk Scientific Bulletin]. 2012, I. 2, pp. 282–286. (in Russian)
5. Vol'hin K.A. Primenenie modul'noj obektivno-orientirovannoj distancionnoj sistemy obuchenija v inzhenernoj graficheskoj podgotovke studenta [Application of modular objectively-oriented distance learning system in the engineering graphic training of the student]. *Materialy VII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy internet-konferencii* [Materials of the VII International Scientific and Practical Internet Conference]. Perm'. PNIPU, 2017. V. 1. pp. 195–202. (in Russian)
 6. Vyshnepol'skij V.I., Kadykova N.S., Vereshchagina T.A. Vserossijskie nauchno-metodicheskaja konferencija «Problemy inzhenernoj geometrii» i seminar «Geometrija i grafika»: itogi 2021 g. [All-Russian Scientific and Methodological Conference "Problems of Engineering Geometry" and seminar "Geometry and Graphics": Results of 2021]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2022, I. 2, pp. 35–52. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-2-35-52. (in Russian)
 7. Vyshnepol'skij V.I. Vserossijskij nauchno-metodicheskij seminar «Geometrija i grafika» 2020 g. [All-Russian Scientific and Methodological Seminar "Geometry and Graphics" 2020]. *Zhurnal estestvenno-nauchnyh issledovanij* [Journal of Natural Science Research]. 2020, V. 5, I. 4, pp. 5–10. (in Russian)
 8. Vyshnepol'skij V.I., Kadykova N.S., Prokopov N.I. Vserossijskij studencheskij konkurs «Innovacionnye razrabotki» [All-Russian Student Competition "Innovative Developments"]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2016, V. 4, I. 4, pp. 69–86. DOI: 10.12737/22845. (in Russian)
 9. Vyshnepol'skij V.I., Kadykova N.S. Pokazatel' kachestva raboty prepodavatelja kafedry [Indicator of the quality of the work of the teacher of the department]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2014, V. 2, I. 4, pp. 15–21. DOI: 10.12737/8293. (in Russian)
 10. Golovnin A.A. Bazovye algoritmy komp'yuternoj grafiki. [Basic computer graphics algorithms]. *Problemy kachestva graficheskoj podgotovki studentov v tehničeskom vuze: tradicii i innovacii: Materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Problems of quality of graphic training of students in a technical university: traditions and innovations: Materials of the VI International Scientific and Practical Conference]. Vypusk 3. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta, 2016. pp. 13–30. (in Russian)
 11. Damchaasurjen H. Vnedrenie jelektronnoj tehnologii v obrazovanie [Introduction of electronic technology in education]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2021, V. 9, I. 3, pp. 39–45. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-39-45. (in Russian)
 12. Ignat'ev S.A., Tret'jakova Z.O., Folomkin A.I. Tehnologii testirovanija v ocenke predmetnoj gotovnosti studentov k izucheniju geometro-graficheskikh disciplin vuza [Testing technologies in assessing the subject readiness of students to study the metro-graphic disciplines of the university]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2019, V. 7, I. 48, pp. 65–75. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-65-75. (in Russian)
 13. Kozlova I.A., Harah M.M. Aspekty innovacionnogo podhoda dlja aktivizacii poznavatel'noj dejatel'nosti studentov [Aspects of the innovative approach to enhance the cognitive activity of students]. *Problemy kachestva graficheskoj podgotovki studentov v tehničeskom vuze v uslovijah FGOS VPO: Materialy III nauchno-prakticheskoy internet-konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Problems of the quality of graphic training of students in a technical university in the conditions of the GEF HPE: Materials of the III scientific and practical Internet conference with international participation]. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta, 2013. pp. 26–28. (in Russian)
 14. Kozlova I.A. Informacionnye tehnologii v zadachah na vzaimnoe peresechenie poverhnostej [Information technologies in problems for the mutual intersection of surfaces]. *Informacionno-kommunikacionnye tehnologii uchitelja fiziki i uchitelja tehnologii: sbornik materialov sed'moj Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2 ch. Ch. 2. / otv. red. A.A. Boguslavskij* [Information and communication technologies of a teacher of physics and a teacher of technology: a collection of materials of the seventh All-Russian scientific and practical conference: in 2 p. P. 2 / managing editor A.A. Boguslavskij]. Kolomna: Moskovskij gosudarstvennyj oblastnoj social'no-gumanitarnyj institut, 2014, pp. 12–15. (in Russian)
 15. Matjuh S.A., Jaromich N.N. Ispol'zovanie informacionnyh tehnologij kak metod optimizacii obrazovatel'nogo processa [The use of information technologies as a method of optimizing the educational process]. *Innovacionnye tehnologii v inzhenernoj grafike. Problemy i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Innovative technologies in engineering graphics. Problems and prospects: materials of the International Scientific and Practical Conference]. Novosibirsk. 2015, pp. 189–191. (in Russian)
 16. Musin D.T., Halueva V.V., Halitova D.V., Gazeev I.R. IT-tehnologii v prepodavanii graficheskikh discipline [IT technologies in the teaching of graphic disciplines]. *Problemy kachestva graficheskoj podgotovki studentov v tehničeskom vuze: tradicii i innovacii: Materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Vypusk 3* [Problems of the quality of graphic training of students in a technical university: traditions and innovations: Materials of the VI International Scientific and Practical Conference. Issue 3]. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta, 2016, pp. 297–302. (in Russian)
 17. Petuhova A.V., Bolbat O.B., Andrjushina T.V. Discipliny graficheskogo cikla: opyt vnedrenija jelektronnogo obuchenija [Disciplines of the graphic cycle: experience in the implementation of e-learning]. *Aktual'nye problemy modernizacii vysshej shkoly: Materialy Mezhdunar. nauch.-*

- metod. konf.* [Actual problems of modernization of higher education: Materials Mezhdunar. nauch.-method. conf.]. Sibirskij gosudarstvennyj universitet putej soobshhenija; NTI — filial M GUUDT. 2014, pp. 222–225. (in Russian)
18. Polat E.S., Buharkina M.Ju. *Sovremennye pedagogicheskie i informacionnye tehnologii v sisteme obrazovanija: ucheb. posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij* [Modern pedagogical and information technologies in the education system: studies. manual for students of higher education]. Moscow, Akademija Publ., 2007. 368 p. (in Russian)
 19. Rukavishnikov V.A., Halueva V.V. Informatizacija geometrograficheskoj podgotovki inzhenera [Informatization of geometrographic training of an engineer]. *Informatizacija inzhenerenogo obrazovanija: III mezhdunar. nauch.-metod. konf. INFORINO-2012* [Informatization of engineering education: III international. nauch.-method. conf. INFORINO-2012]. M.: Izd-vo MJeI, 2012, pp. 109–112. (in Russian)
 20. Sal'kov N.A. Ob izobrazhenijah [About images]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2022, V. 10, I. 2, pp. 3–10. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-2-3-10. (in Russian)
 21. Sal'kov N.A. Istoki stanovlenija nachertatel'noj geometrii [The Origins of the Formation of Descriptive Geometry]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2021, V. 9, I. 3, pp. 3–11. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-3-11. (in Russian)
 22. Sal'kov N.A. Osnovnye prichiny plohogo usvoenija nachertatel'noj geometrii [The main reasons for poor assimilation of descriptive geometry]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2021, V. 9, I. 2, pp. 3–11. DOI: 10.12737/19832. (in Russian)
 23. Sal'kov N.A. Kachestvo geometricheskogo obrazovanija pri razlichnyh podhodah k metodike obuchenija [Quality of geometric education in different approaches to teaching methodology]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2020, V. 6, I. 4, pp. 47–60. DOI: 10.12373/2308-4898-2021-8-4-47-60. (in Russian)
 24. Sal'kov N.A. Mesto nachertatel'noj geometrii v sisteme geometricheskogo obrazovanija tehničkih vuzov. [The place of descriptive geometry in the system of geometric education of technical universities]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2016, V. 4, I. 3, pp. 53–61. DOI: 10.12737/21534. (in Russian)
 25. Sal'kov N.A. Nachertatel'naja geometrija — baza dlja komp'juternoj grafiki. [Descriptive geometry — the basis for computer graphics]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2016, V. 4, I. 2, pp. 37–47. DOI: 10.12737/19832. (in Russian)
 26. Sokolova L.S. Geometricheskaja podgotovka bakalavrov v uslovijah uhoda klassičeskogo čertezha iz sovremennogo vysokotehnologičnogo proizvodstva [Geometric training of bachelors in the conditions of the departure of the classical drawing from modern high-tech production]. *VI Mezhdunar. nauchno-praktič. internet-konf.* [VI Int. scientific and practical. Internet-conf.]. KGP-2016. URL: <http://dngn.pstu.ru.conf2016.papers/33> (in Russian)
 27. Sosnin N.V. Geometricheskaja i graficheseskaja podgotovka v strukture soderžanija kompetentnostnoj modeli vysshego tehničkeskogo obrazovanija [Geometric and graphic training in the content structure of the competence model of higher technical education]. *Problemy kachestva graficheskoj podgotovki studentov v tehničeskom vuze v uslovijah FGOS VPO: Materialy III nauchno-praktičeskoj internet-konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Problems of the quality of graphic training of students in a technical university in the conditions of the GEF HPE: Materials of the III scientific and practical Internet conference with international participation]. Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehničeskogo universiteta, 2013, pp. 47–59. (in Russian)
 28. Ten M.G. Reshenie aktual'nyh problem modernizacii prepodavanija graficheskih discipline [Solving urgent problems of modernization of teaching graphic disciplines]. *Aktual'nye problemy modernizacii vysshej shkoly: modernizacija otečestvennogo vysshego obrazovanija v kontekste nacional'nyh tradicij: materialy XXX Mezhdunar. nauch.-met. konf.* [Actual problems of modernization of higher education: modernization of domestic higher education in the context of national traditions: materials XXX International. nauch.-met. conf.]. Sibirskij gosudarstvennyj universitet putej soobshhenija. Novosibirsk, Izd-vo SGUPSa, 2019, pp. 275–278. (in Russian)
 29. Ten M.G. Formirovanie professional'nyh kompetencij studentov tehničkih special'nostej v processe graficheskoj podgotovki [Formation of professional competencies of students of technical specialties in the process of graphic training]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2015, V. 3, I. 1, pp. 59–63. DOI: 10.12737/10459. (in Russian)
 30. Harah M.M., Kozlova I.A. *Nachertatel'naja geometrija na osnove informacionnyh tehnologij: ucheb. posobie* [Descriptive geometry based on information technology: studies. allowance]. Astrahan. gos. tehn. un-t. Astrahan', Izd-vo AGTU Publ., 2010. 108 p. (in Russian)
 31. Harah M.M., Kozlova I.A., Slavin B.M., Guseva T.V. *Postroenie linii peresečenija nekotoryh složnyh poverhnostej 2-go porjadka v KOMPAS s pomoshh'ju 2D i 3D tehnologij* [Construction of the intersection line of some complex surfaces of the 2nd order in COMPASS using 2D and 3D technologies]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics]. 2015, V. 3, I. 2, pp. 38–46. DOI: 10.12737/12167. (in Russian)
 32. Hejfec A.L., Loginovskij A.N., Butorina I.V., Vasil'eva V.N. *Inženernaja 3D-komp'juternaja grafika: Učebnik i praktikum dlja akademičeskogo bakalavriata* [Engineering 3D Computer Graphics: Textbook and Workshop for Academic Undergraduate Studies]. Pod red. A.L. Hejfec. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow, Jurajt Publ., 2015. 602 p. (in Russian)
 33. Jakunin V.I., Guznenkov V.N. Geometricheskoe modelirovanie kak obobshhenie metodov prikladnoj geometrii i ejo razdelov [Geometric modeling as a generalization of methods of applied geometry and its sections]. *Integral* [Integral]. 2012, I. 5, pp. 120–121. (in Russian)